



[DOI] 10.3969/j.issn.1001-9057.2025.01.005

http://www.lcnkzz.com/CN/10.3969/j.issn.1001-9057.2025.01.005

· 综述与讲座 ·

肥胖减重治疗对心血管结局的影响

张怡 李璞 陈宝霞

[摘要] 肥胖症已成为一种日益严重的全球性疾病,可引起心力衰竭、心脏结构和功能改变、冠心病及其他并发症,严重影响患者生活质量,并且疾病的治疗会给患者及社会带来高额的经济负担。近年来,随着医疗条件、经济水平的提升和多学科合并诊疗方式的发展,肥胖减重治疗的方式得到了丰富,对患者体重的减轻以及有关的心血管结局和相关疾病改善带来显著的效果。

[关键词] 肥胖; 减重治疗; 心力衰竭; 心脏结构和功能改变; 冠心病

[中图分类号] R730.56; R723.14

[文献标识码] A

基金项目:北京大学第三医院临床队列建设项目(BYSYDL2023009)

作者单位:100191 北京,北京大学医学部(张怡);河北省邢台市人民医院心内科(李璞);北京大学第三医院心内科 心血管分子生物学与调节肽卫生部重点实验室(陈宝霞)

通讯作者:陈宝霞, E-mail: sunny9739@163.com

- [21] Chatterjee NA, Giulianini F, Geelhoed B, et al. Genetic Obesity and the Risk of Atrial Fibrillation: Causal Estimates from Mendelian Randomization [J]. *Circulation*, 2017, 135(8): 741-754.
- [22] Pandey A, Gersh BJ, McGuire DK, et al. Association of Body Mass Index With Care and Outcomes in Patients With Atrial Fibrillation: Results From the ORBIT-AF Registry [J]. *JACC Clin Electrophysiol*, 2016, 2(3): 355-363.
- [23] Zhu W, Wan R, Liu F, et al. Relation of Body Mass Index With Adverse Outcomes Among Patients With Atrial Fibrillation: A Meta-Analysis and Systematic Review [J]. *J Am Heart Assoc*, 2016, 5(9): e004006.
- [24] Abed HS, Wittert GA, Leong DP, et al. Effect of weight reduction and cardiometabolic risk factor management on symptom burden and severity in patients with atrial fibrillation: a randomized clinical trial [J]. *JAMA*, 2013, 310(19): 2050-2060.
- [25] Abed HS, Nelson AJ, Richardson JD, et al. Impact of weight reduction on pericardial adipose tissue and cardiac structure in patients with atrial fibrillation [J]. *Am Heart J*, 2015, 169(5): 655-662. e2.
- [26] Wong CX, Abed HS, Molaei P, et al. Pericardial fat is associated with atrial fibrillation severity and ablation outcome [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2011, 57(17): 1745-1751.
- [27] Balcioglu AS, Çiçek D, Akinci S, et al. Arrhythmogenic evidence for epicardial adipose tissue: heart rate variability and turbulence are influenced by epicardial fat thickness [J]. *Pacing Clin Electrophysiol*, 2015, 38(1): 99-106.
- [28] Hatem SN, Redheuil A, Gandjbakhch E. Cardiac adipose tissue and atrial fibrillation: the perils of adiposity [J]. *Cardiovasc Res*, 2016, 109(4): 502-509.
- [29] Al-rawahi M, Proietti R, Thanassoulis G. Pericardial fat and atrial fibrillation: Epidemiology, mechanisms and interventions [J]. *Int J Cardiol*, 2015, 195: 98-103.
- [30] Thanassoulis G, Massaro JM, O'donnell CJ, et al. Pericardial fat is associated with prevalent atrial fibrillation: the Framingham Heart Study [J]. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2010, 3(4): 345-350.
- [31] Schnabel RB, Yin X, Gona P, et al. 50 year trends in atrial fibrillation prevalence, incidence, risk factors, and mortality in the Framingham Heart Study: a cohort study [J]. *Lancet*, 2015, 386(9989): 154-162.
- [32] Movahed MR, Lee JZ, Lim WY, et al. Strong independent association between obesity and essential hypertension [J]. *Clin Obes*, 2016, 6(3): 189-192.
- [33] Pathak RK, Middeldorp ME, Meredith M, et al. Long-Term Effect of Goal-Directed Weight Management in an Atrial Fibrillation Cohort: A Long-Term Follow-Up Study (LEGACY) [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2015, 65(20): 2159-2169.
- [34] Frimodt-møller EK, Soliman EZ, Kizer JR, et al. Lifestyle habits associated with cardiac conduction disease [J]. *Eur Heart J*, 2023, 44(12): 1058-1066.
- [35] Frank S, Collier JA, Frank A. The electrocardiogram in obesity: statistical analysis of 1,029 patients [J]. *J Am Coll Cardiol*, 1986, 7(2): 295-299.
- [36] Magnani JW, Lopez FL, Soliman EZ, et al. P wave indices, obesity, and the metabolic syndrome: the atherosclerosis risk in communities study [J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2012, 20(3): 666-672.
- [37] Liu P, Wang Y, Zhang X, et al. Obesity and Cardiac Conduction Block Disease in China [J]. *JAMA Netw Open*, 2023, 6(11): e2342831.
- [38] Vardar SA, Öztürk L, Altun A, et al. Ventricular repolarization in overweight and normal weight healthy young men [J]. *Anadolu Kardiyol Derg*, 2008, 8(1): 27-31.
- [39] White CW, Mirro MJ, Lund DD, et al. Alterations in ventricular excitability in conscious dogs during development of chronic heart failure [J]. *Am J Physiol*, 1986, 250(6 Pt 2): H1022-H1029.
- [40] Ernault AC, Meijborg VMF, Coronel R. Modulation of Cardiac Arrhythmogenesis by Epicardial Adipose Tissue: JACC State-of-the-Art Review [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2021, 78(17): 1730-1745.
- [41] Hung WC, Tang WH, Wang CP, et al. Increased epicardial adipose tissue volume is associated with PR interval prolongation [J]. *Clin Invest Med*, 2015, 38(2): E45-E52.
- [42] Chi PC, Chang SC, Yun CH, et al. The Associations between Various Ectopic Visceral Adiposity and Body Surface Electrocardiographic Alterations: Potential Differences between Local and Remote Systemic Effects [J]. *PLoS One*, 2016, 11(7): e0158300.
- [43] Bharati S, Lev M. Cardiac conduction system involvement in sudden death of obese young people [J]. *Am Heart J*, 1995, 129(2): 273-281.

(收稿日期: 2024-12-17)

(本文编辑: 高婷)

近年来,肥胖已成为一种日益严重的全球性疾病,给社会带来高额的经济负担,其与多种心血管疾病、代谢性疾病、恶性肿瘤均密切相关^[1]。研究表明,肥胖减重治疗可有效改善心血管结局,使患者原有疾病得以改善,或者降低其他心血管疾病发生风险^[2]。本文通过对肥胖患者接受减重代谢手术的相关研究文献进行回顾、分析和对比,进而阐明减重代谢手术对心血管疾病结局的影响,以期能为患有肥胖症的心血管疾病患者提供更优化的治疗策略。

一、肥胖概述

随着社会的发展,肥胖的发生率日益增高。世界肥胖联合会发表的《2024 年世界肥胖地图》表明,每年 4 100 万非传染性慢病所致死亡中,有 500 万可归因于高 BMI($\geq 25 \text{ kg/m}^2$),其中近 400 万死于糖尿病、卒中、冠心病和癌症;预计至 2035 年,全球有近 33 亿成年人为高 BMI(超重/肥胖),占比达到 54%。肥胖已成为威胁人类健康的重大社会问题。随着肥胖患病率的增加,与肥胖相关的疾病患病率也在增加,如心脑血管疾病、代谢综合征、恶性肿瘤、阻塞性睡眠呼吸暂停等^[1]。研究发现,个体体重每增加 10 kg,收缩压和舒张压可分别升高 3.0 mmHg 和 2.3 mmHg,最终个体罹患冠心病和卒中的风险可增加 12% 和 24%。肥胖使身体负荷加重,导致心脏肥大,特别是左心室肥大,继而可能引发其功能障碍和其他的心脏及血管疾病^[1,3]。

二、肥胖减重治疗类别

对于肥胖患者来说,减重是迫切需要的。随着科技的进步以及人们对肥胖认识的深入,减重治疗的方法也逐渐增多,且其临床应用也趋于成熟。目前常见的减重方法包括改善生活方式与饮食习惯、药物治疗和减重代谢手术。采用何种减重方法,需根据患者的 BMI、各维度、身体可支持的情况及肥胖相关疾病风险和程度来选择。常见的肥胖治疗方法包括行为心理干预、运动干预、临床营养治疗、外科手术治疗及中医药治疗等。一般建议所有患者均应接受营养、运动、心理指导作为全程基础管理^[4]。

药物治疗目前一般包括 5 种药物:奥利司他、利拉鲁肽、贝纳鲁肽、司美格鲁肽和替尔泊肽,其作用机制是抑制脂肪的消化和吸收、增加饱食信号以降低食欲、减缓胃排空的速度、激活胰高糖素样肽-1 (GLP-1) 受体和葡萄糖依赖性促胰岛素分泌多肽受体等。在不同药物的临床试验中,治疗组患者的体重相比与安慰剂组均得到了明显的降低,和肥胖有关的合并症也得到了明显改善^[4]。

减重代谢手术是目前在迫切需要减重的患者中广泛应用且效果明显的一种治疗方法,患者在手术后体重可显著降低,其也被认为是可进行大幅度减重的唯一方法^[5]。减重代谢手术后,已患心脏病的患者可减少其患糖尿病、高血压、高脂血症、阻塞性睡眠呼吸暂停和关节炎等共病的几率。目前临床上常用的减重代谢手术方式按照机制分为 3 类:(1)以限制食量为主,包括胃袖状切除术(SG)和胃内球囊技术(IGB)等;(2)以减少营养吸收为主,包括单吻合口十二指肠回肠旁路联合胃袖状切除术/单吻合口十二指肠转位术(SADI-S/OADS),通常认为旷置较长胆胰肠襻的单吻合口胃旁路术(OAGB)短期疗效好,并发症少;(3)平衡摄食量限制和营养吸收减少,包括 Roux-en-Y 胃旁路术(RYGB)^[4]。减重代谢手术对患者身心健康也有较好的提升与促进,常见的术后并发症包括消化道漏、手术吻合口狭窄及肠道微生物菌改变等^[6]。在减重代谢手术前进行多学科团队会诊(MDT)可有效减少并发症的发生,对慢性病的管理有非常重要的意义^[7]。

同时,减重代谢手术的安全性也在既往研究中得到证实。一项前瞻性、多中心的观察研究,纳入了 2005~2007 年在多个临床中心接受减重代谢手术的患者 4 776 例,至少有 1 个主要不良结局发生的患者为 4.3%,其中接受 RYGB 的 3 412 例患者连续观察 30 天的死亡率仅为 0.3%,这表明减重代谢手术后死亡和其他不良结果的总体风险较低,手术相关风险的发生率也非常低^[8]。

三、肥胖减重治疗与心血管结局

1. 心力衰竭

心力衰竭自 1997 年被视为新兴流行病后,虽已经过 20 余年,但至今仍被视为一个主要的临床与公共健康问题。据统计,全球范围内有近 2 200 万例心力衰竭患者,且心力衰竭所导致的死亡率一直处于持平状态^[9]。心力衰竭及其合并症会对患者生活质量有很大的影响。因此,对心力衰竭的治疗一般包括病因治疗,如治疗冠心病导致的心肌缺血与心肌梗死、心肌病导致的心肌结构和功能改变等,以及对心力衰竭合并症(如高血压、糖尿病、高血脂症等)的治疗^[10]。

与正常体重人群相比,肥胖患者心力衰竭的患病风险增加 1 倍,BMI 每增加 1 个单位,男性和女性患者心力衰竭风险分别增加 5% 和 7%,BMI 每增加 5 个单位,心力衰竭的总患病率增加 41%^[11],因此,肥胖被认为是心力衰竭的一个危险因素。减少肥胖,可能降低发生心力衰竭的风险或减轻心力衰竭人群的负担。一项前瞻性、对照研究表明,减重代谢手术后患者在短

期和长期随访中的体重均有明显下降,基线增加的心力衰竭风险也得到了改善^[12]。同时,也有研究表明,减重代谢手术后患者的左心室质量指数降低,左心室舒张功能有改善并且左心房的内径减小,从而降低了心脏衰竭发生的风险^[10]。使用药物减重治疗后,自身心力衰竭患者的恶化情况降低 46%,心力衰竭事件的死亡风险降低了 38%^[13]。

心脏移植是心力衰竭终末期最有效的治疗手段,但是需要被移植者有较好的自身条件可耐受移植手术。肥胖患者由于 BMI 过高、存在肥胖导致的合并症^[14],常导致手术无法进行。研究表明,在进行肥胖减重治疗后,患者进行心脏移植的自身条件提升^[15],可更好地接受心脏移植手术;患者的心脏结构和功能改变也得到了改善,心血管风险因素减少,患者进行心脏移植手术的成功率和术后生存质量得以提升,其术后 1 年和 2 年的生存率分别为 86.6% 和 79.0%。同时,部分患者在减重治疗后,因自身心脏的结构和功能得到改善,心力衰竭情况也得以缓解。

目前还有一些研究提出了“肥胖悖论”理论,认为较高的 BMI 在心力衰竭患者中可能具有保护作用。在慢性心力衰竭患者中,超重/肥胖与较低的全因死亡率和心血管死亡率相关^[16],这可能与肥胖的心力衰竭患者具有不同于正常体重心力衰竭患者的临床和流行病学特征有关,而这些差异可能会影响患者的死亡率。

2. 心脏结构和功能

肥胖患者体内的脂肪组织在肥胖所导致心肌病变的病理生理过程中起着非常重要的作用。人体心肌细胞中的细胞内蛋白,即信号转导和转录激活因子 3 (STAT3),其对细胞内的活动发挥着重要的调节作用,包括促进心肌细胞分化和维持细胞内环境稳态。目前 STAT3 的激活已被证明对心脏有益^[15]。脂肪组织会分泌瘦素,并且与人体的能量平衡调节相关,肥胖引起脂肪组织增多,进而使机体的瘦素水平升高^[17]。高水平的瘦素和瘦素抵抗与心血管疾病的发生密切相关,可能的原因为心肌细胞在长期高瘦素水平状态下会产生瘦素抵抗,无法激活 STAT3 依赖的心脏保护通路,从而代偿性地导致心肌肥厚^[18]。

肥胖对心脏自身的结构和功能也有很明显的影 响。研究表明,BMI 与左心室质量指数呈现强相关性,即使在实验中调整年龄与血压后,BMI 仍然是左心室质量、左心室壁厚度和左心室内径的强独立预测因子,特别是在 BMI > 30 kg/m² 的个体中^[19]。同时,肥胖对女性心脏结构的影响比男性更大^[11]。由于脂肪组织堆积和体脂量增加,肥胖患者的血容量往往更高,此时机体就需要更高的心输出量来满足机体所需,故心脏

的负荷增加^[15]。在这些血流动力学的作用下,左心室增大、室壁张力增加,继而引发离心性左心室肥厚。

减重代谢手术对心脏结构改变事件的发生有着积极的影响,可使患者的心脏结构逐渐恢复。研究显示,与对照组相比,减重代谢手术组患者总体死亡率和心血管疾病死亡风险分别降低 58% 和 59%,致命或非致命心肌梗塞风险降低 49%,说明减重代谢手术对心血管疾病的改善有着积极的影响^[2]。减重代谢手术对心室结构也有恢复作用,尤其是术后患者的左心室质量、体积、室壁厚度及左心室舒张末期容积均显著减小^[20]。另一项研究中,在患者的心肌细胞脂肪含量减少后,其左心室心肌肥厚明显改善,并且原有的心肌病理结构特性也得到重塑^[21]。减重对右心室也有积极的影响,减重代谢手术后 3 ~ 24 个月,肥胖症患者的右心室质量和右心室收缩末期容积均降低至正常水平,同时右心室的全球纵向应变和自由壁纵向应变也有所改善;该研究还证实,减重代谢手术对肥胖患者的血管舒张、收缩功能均有益处^[22]。减重也使心脏包膜结构中的脂肪含量减少,这有助于降低心脏充盈压力,从而提高心脏的功能^[11]。

3. 心房颤动

肥胖被认为是心房颤动发生的独立因素,随着肥胖程度的增加,房颤的发生率和复发率也会增加,肥胖患者发生房颤的风险是正常体重人群的 1.52 倍。肥胖通过心脏外脂肪组织堆积产生的局部效应导致心房的扩张障碍是肥胖产生房颤的主要环节^[23]。有研究表明,经过了肥胖减重治疗的患者,在术后房颤症状改善明显,且体重较先前减少 10% 以上的患者效果更加显著,而无心律失常生存的几率比肥胖减重治疗前高 6 倍以上^[24]。此外,已经存在心房颤动的肥胖患者,进行肥胖减重治疗后再行房颤射频消融术后心房颤动的复发率低。这是由于,在减重代谢手术后肥胖症患者的 心脏结构由于负担的减轻而逐渐恢复正常,心脏功能得以改善,且心外膜脂肪组织减少,介导炎症和纤维化的因子进而减少。但是在减重代谢手术后,年体重波动 > 6% 的患者,心律失常复发的风险相较于保持稳定者高,所以在减重术后对于患者的体重持续管理也十分重要^[25]。

4. 冠心病

肥胖也是冠心病的危险因素,肥胖患者中慢性低度炎症信号是导致动脉粥样硬化的主要原因,并且其导致体内的脂肪细胞功能障碍,促进动脉粥样硬化病情的发展^[26]。一项 Meta 分析结果表明,进行肥胖减重治疗患者的全因死亡率、心血管死亡率均降低,分别为 19% 和 15%,且影响冠心病发生的血压、血脂等独

立危险因素均在减重代谢手术后得到改善,同时降低肥胖合并症及危险因素 2 型糖尿病的发生风险^[10]。还有研究表明,用药物进行肥胖减重治疗的患者,在服用药物后体重明显减轻,同时其不良心血管事件发生风险显著降低^[27]。但其效果的维持也与后续的体重维持及生活方式的改进有关^[26]。

四、肥胖减重治疗的局限性

目前的研究表明,减重代谢手术对肥胖患者的心血管结局有明显的改善效果,而药物治疗、改善生活饮食习惯等治疗周期长、减重效果以及对相关并发症的改善不显著。同时,这些研究仍存在一定的局限性,如研究纳入的样本量较小、随访时间较短、多为单中心研究,这使其研究结果可能出现数量或者地区的偏倚。对于心脏结构和功能的检查,不同医院的设备种类、精度,进行诊断医生的主观性也会对研究结果存在一定的影响。

五、总结

众所周知,肥胖是增加心血管疾病发病率与死亡率的独立危险因素,尤其对心脏的结构和功能有显著影响。近年来,多学科的联合诊疗、医学技术的快速发展和肥胖与心血管疾病之间的关系逐渐清晰,使得通过肥胖减重治疗来改善心血管结局成为可能。临床的应用证实减重代谢手术有较高的安全性与较低的风险发生率,其是改善和治愈肥胖导致心血管疾病的有效方法,对肥胖患者的心血管结局有明显的改善效果。

参 考 文 献

- [1] Poirier P, Giles TD, Bray GA, et al. Obesity and cardiovascular disease: pathophysiology, evaluation, and effect of weight loss; an update of the 1997 American Heart Association Scientific Statement on Obesity and Heart Disease from the Obesity Committee of the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism[J]. *Circulation*, 2006, 113(6): 898-918.
- [2] Sjostrom L, Peltonen M, Jacobson P, et al. Bariatric surgery and long-term cardiovascular events[J]. *JAMA*, 2012, 307(1): 56-65.
- [3] Pories WJ, Dohm LG, Mansfield CJ. Beyond the BMI: the search for better guidelines for bariatric surgery[J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2010, 18(5): 865-871.
- [4] 中华人民共和国国家卫生健康委员会医政司. 肥胖症诊疗指南(2024 年版)[EB/OL]. (2024-10-12)[2024-12-07]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202410/content_6981734.html.
- [5] Sandoval DA. Mechanisms for the metabolic success of bariatric surgery[J]. *J Neuroendocrinology*, 2019, 31(5): e12708.
- [6] Driscoll S, Gregory DM, Fardy JM, et al. Long-term health-related quality of life in bariatric surgery patients: A systematic review and meta-analysis[J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2016, 24(1): 60-70.
- [7] Rebibo L, Maréchal V, De Lameth I, et al. Compliance with a multidisciplinary teammeeting's decision prior to bariatric surgery protects a-

- gainst major postoperative complications[J]. *Surg Obes Relat Dis*, 2017, 13(9): 1537-1543.
- [8] Flum DR, Belle SH, King WC, et al. Perioperative safety in the longitudinal assessment of bariatric surgery[J]. *N Engl J Med*, 2019, 361(5): 445-454.
- [9] Roger VL. Epidemiology of Heart Failure: A Contemporary Perspective[J]. *Circ Res*, 2021, 128(10): 1421-1434.
- [10] Mahajan R, Stokes M, Elliott A, et al. Complex interaction of obesity, intentional weight loss and heart failure: a systematic review and meta-analysis[J]. *Heart*, 2020, 106(1): 58-68.
- [11] Aune D, Sen A, Norat T, et al. Body mass index, abdominal fatness, and heart failure incidence and mortality: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies[J]. *Circulation*, 2016, 133(7): 639-649.
- [12] Kenchaiah S, Sesso HD, Gaziano JM. Body mass index and vigorous physical activity and the risk of heart failure among men[J]. *Circulation*, 2009, 119(1): 44-52.
- [13] Packer M, Zile MR, Kramer CM, et al. Tirzepatide for Heart Failure with Preserved Ejection Fraction and Obesity[J]. *N Engl J Med*, 2024. [Epub ahead of print]
- [14] 王勇, 王存川, 朱晒红, 等. 中国肥胖及 2 型糖尿病外科治疗指南(2019 版)[J]. *中国实用外科杂志*, 2019, 39(4): 301-306.
- [15] Datta T, Lee AJ, Cain R, et al. Weighing in on heart failure: the potential impact of bariatric surgery[J]. *Heart Fail Rev*, 2022, 27(3): 755-766.
- [16] Fonarow GC, Srikanthan P, Costanzo MR, et al. An obesity paradox in acute heart failure: Analysis of body mass index and in-hospital mortality for 108 927 patients in the acute decompensated heart failure 3 ational registry[J]. *Am Heart J*, 2007, 153(1): 74-81.
- [17] Poirier P, Giles TD, Bray GA, et al. Obesity and Cardiovascular Disease: Pathophysiology, Evaluation, and Effect of Weight Loss[J]. *Circulation*, 2006, 113(6): 898-918.
- [18] Gadde KM, Martin CK, Berthoud HR, et al. Obesity: Pathophysiology and Management[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2018, 71(1): 69-84.
- [19] Lauer MS, Anderson KM, Kannel WB, et al. The impact of obesity on left ventricular mass and geometry. The Framingham Heart Study[J]. *JAMA*, 1991, 266(2): 231-236.
- [20] Dzenkeviciute V, Petrulioniene Z, Sapoka V, et al. The effect of weight loss on the cariac structure and function after laparoscopic adjustable gastric banding surgery in morbidly obese individuals[J]. *Obes Surg*, 2014, 24(11): 1961-1968.
- [21] Wilson PW, D'Agostino RB, Sullivan L, et al. Overweight and obesity as determinants of cardiovascular risk: the Framingham experience[J]. *Arch Intern Med*, 2002, 162(16): 1867-1872.
- [22] Aggarwal R, Harling L, Efthimiou E, et al. The Effects of Bariatric Surgery on Cardiac Structure and Function: a Systematic Review of Cardiac Imaging Outcomes[J]. *Obes Surg*, 2016, 26(5): 1030-1040.
- [23] Middeldorp ME, Kamsani SH, Sanders P. Obesity and atrial fibrillation: Prevalence, pathogenesis, and prognosis[J]. *Prog Cardiovasc Dis*, 2023, 78: 34-42.
- [24] Guo Y, Lip GYH, Lane DA. Lifestyle and risk factor modification for reduction of atrial fibrillation: We could do more[J]. *Trends Cardiovasc Med*, 2020, 30(6): 387-388.
- [25] 彭荣刚, 张毅, 宛荣豪, 等. 肥胖症患者减重术后心脏结构功能变化及其机制的研究进展[J]. *中国心血管杂志*, 2020, 25(6): 588-590.
- [26] 刘文清, 熊昱鹏, 李丽华, 等. 肥胖引发心血管疾病的相关机制研究进展[J]. *临床医学进展*, 2023, 13(8): 12887-12893.
- [27] Verma S, Colhoun HM, Dicker D, et al. Semaglutide Effects on Cardiovascular Outcomes in People With Overweight or Obesity (SELECT): Outcome by Sex[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2024, 84(17): 1678-1682.

(收稿日期: 2024-12-07)

(本文编辑: 高婷)