引用本文:张小春,陈鑫,舒婷,等.肌少症性肥胖与高血压的研究进展[J].安徽医药,2026,30(2):259-263.DOI:10.3969/j.issn.1009-6469.2026.02.009.

◇综述◇

# 肌少症性肥胖与高血压的研究进展

张小春[1],陈鑫[1],舒婷[1],兰莉[1,2]

作者单位:[1]川北医学院临床医学院,四川 南充 637000;

[2]绵阳市第三人民医院、四川省精神卫生中心心血管内科,四川 绵阳 621054

通信作者:兰莉,女,主任医师,硕士生导师,研究方向为高血压、心力衰竭,Email:jia616819@sina.com

基金项目:四川省医学会科研课题(SHD14-14);绵阳市应用技术研究与开发项目(15S-01-7)

**摘要** 随着社会、经济的发展以及人口老龄化,高血压的发病率越来越高,给社会、家庭带来了沉重的经济负担。吸烟、饮酒、肥胖、缺乏体育活动、不健康的饮食及社会心理压力可能是高血压的危险因素。最新研究表明肌少症性肥胖为高血压的新危险因素,其较单纯肌少症或肥胖者发生高血压的风险更高。目前关于肌少症性肥胖导致高血压的机制尚不明确,该综述从国内外研究现状出发,对肌少症和肌少症性肥胖的概念、诊断标准及流行病学进行阐述,然后对肌少症和肌少症性肥胖与高血压的相关性进行分析,并论述肌少症性肥胖的治疗方法,旨在探索高血压新危险因素,并采取有效的干预措施。

**关键词** 高血压; 肌少症; 肥胖; 肌少症性肥胖; 因果律

## Research progress of sarcopenic obesity and hypertension

ZHANG Xiaochun[1],CHEN Xin[1],SHU Ting[1],LAN Li[1,2]

*Author Affiliations:*[1]*School of Clinical Medicine, North Sichuan Medical College,Nanchong,Sichuan* 637100*, China;*

[2]*Department of Cardiology, The Third Hospital of Mianyang, Sichuan Mental Health Center, Mianyang, Sichuan* 621054*, China*

**Abstract** With the development of society and economy and the aging of the population, the incidence of hypertension is getting higher and higher, which brings a heavy economic burden to the society and family. Smoking, alcohol consumption, obesity, physical inactivity, unhealthy diet, and psychosocial stress may be risk factors for hypertension. New studies suggest that sarcopenic obesity is a new risk factor for hypertension, with a higher risk of hypertension than people with sarcopenia or obesity. At present about the mechanism of sarcopenia obesity lead to hypertension is not clear, the study from the domestic and abroad, the concept of sarcopenia and sarcopenia obesity, diagnostic criteria and epidemiology, and then analyzes the correlation of sarcopenia and sarcopenia obesity and hypertension, and discusses the treatment of sarcopenia obesity, aiming to explore new risk factors of hypertension and take effective intervention measures.

**Keywords** Hypertension; Sarcopenia; Obesity; Sarcopenic obesity; Causality

原发性高血压是一种慢性疾病,也是心血管疾病的危险因素,中国成年人和老年人中高血压患病率分别高达37.2%和50.0%,而高血压知晓率、治疗率和控制率仅为36.0%、22.9%和5.7%[1-2]。高血压是导致全世界人口死亡或残疾的主要原因[3]。据估计每年有770万~1 040万人死于高血压[4]。吸烟、饮酒、肥胖、缺乏体育活动、不健康的饮食及社会心理压力可能是高血压的危险因素[5-6]。2022年欧洲临床营养与代谢学会(ESPEN)联合欧洲肥胖研究学会(EASO)指出,肌少症性肥胖(sarcopenic obesity,SO)是过度肥胖和肌肉减少症(以下简称肌少症)并存的一种慢性疾病,其中肌少症是一种骨骼肌运动系统疾病,其主要特征是肌肉质量、肌肉力量和肌肉功能的下降[7-8]。Quan等[9]研究表明,肌少症是高血压的独立危险,SO明显增加高血压患病风险。然而,Costa等[10]研究表明,肌少症和SO不增加高血压患病风险,仅肥胖与高血压相关。可见,目前关于肌少症和SO与高血压之间的相关性仍待更深层次地挖掘和研究。本综述从国内外研究现状出发,对肌少症和肌少症性肥胖的概念、诊断标准及流行病学进行阐述,然后对肌少症和肌少症性肥胖与高血压的相关性进行分析,并论述肌少症性肥胖的治疗方法,旨在探索高血压新危险因素,并采取有效的干预措施。

## 1 肌少症

肌少症(sarcopenia)是一种骨骼肌运动系统疾

病,其主要特征是肌肉质量、肌肉力量和肌肉功能的下降[7]。据统计,肌肉质量在40岁左右开始逐渐下降,50岁后肌肉质量每年下降1%~2%[11]。肌少症目前尚没有的统一的诊断标准。除了只评价肌肉质量的Baumgartner诊断标准,所有的标准均综合评估肌肉质量、肌肉力量和肌肉功能(表1)。

肌肉质量可以通过双能X射线吸收法(DXA)、计算机断层扫描(CT)、磁共振成像(MRI)、生物电阻抗分析(BIA)等方法进行测量,目前最常用的是DXA或BIA[7-8]。2019年亚洲肌少症工作组(Asian working group for sarcopen,AWGS)重新定义了肌少症,包括可能的肌少症(肌力下降或5次椅子站立测试≥12 s)、肌少症(低肌肉质量合并肌力下降或低体能)和严重肌少症(低肌肉质量合并肌力下降和低体能)[12]。由于缺乏统一的诊断标准,故难以确定肌少症的患病率。Petermann等[13]在一项纳入151项研究,包括692 056例研究对象的Meta分析表明,全球肌少症的患病率为10%~27%。2019年亚洲肌少症工作组回顾性分析亚洲国家流行病学调查研究发现,肌少症在总人群中的患病率为5.5%~25.7%,其中男性为5.1%~21.0%,女性为4.1%~6.3%[12]。由于研究人群和诊断标准的差异,难以确定肌少症准确的患病率。所以未来的研究应遵循当前指南,提高研究的质量,以了解肌少症的患病率。

## 2 肥胖

世界卫生组织(WHO)将肥胖定义为可能损害健康的异常或过多脂肪堆积。肥胖的国际诊断指标主要包括身体质量指数(BMI)、腰围(WC)、腰臀比(WHR)、体脂率(BF%)[20]。WHO指出BMI≥30.0 kg/m$^2$或者BF%≥25%(男性)、BF%≥35%(女性)为肥胖;肥胖是一种慢性疾病,患病率不断上升,在过去几十年中已达到大流行。自1980年以来,全球超重和肥胖的患病率增加了一倍多,全球约30%的人口超重或肥胖[21]。据统计,与BMI正常的个体比,肥胖病人增加30%医疗费用[22]。它会增加各种疾病发病率,如2型糖尿病、心血管疾病、癌症、痴呆和抑郁症等,这些疾病都可能导致生活质量显著下降,甚至导致早死亡。在早死亡的危险因素分析中,肥胖已取代吸烟成为最重要的危险因素[22]。一项纳入200 000例Meta荟萃分析表明,BMI低于23 kg/m$^2$和高于33 kg/m$^2$的病人心血管疾病的病死率的明显增加,即存在"U型"变化[23]。由于存在"肥胖悖论",肥胖对心血管疾病的影响仍不清楚。Liu等[24]指出"肥胖悖论"可能取决于较高的肌肉质量和力量,所以需要将肌少症合并肥胖进行研究,并对其亚表型人群进行更多的研究,以进行个性化治疗。

## 3 肌少症性肥胖

SO是过度肥胖和肌少症并存的一种慢性疾病,其诊断标准是肌少症和肥胖诊断标准的结合,所以

**表1** 不同肌少症诊断标准比较

| 诊断标准 | 肌肉质量 | 肌肉力量 | 肌肉功能 |
|---|---|---|---|
| Baumgartner[14] | ASM/Ht$^2$≤同性别健康青年人的2个标准差 | | |
| EWGSOP[15] | DXA:ASM/Ht$^2$≤7.26 kg/m$^2$(M) | 握力<30 kg(M) | 步速<0.8 m/s(4m)或<1.0 m/s (6m) |
| | DXA:ASM/Ht$^2$≤5.44 kg/m$^2$(F) | 握力<20 kg(F) | |
| IWGS[16] | DXA:ASM/Ht$^2$≤7.23 kg/m$^2$(M) | 不能从椅子上站起来 | 步速<1.0 m/s(6m) |
| | DXA:ASM/Ht$^2$≤5.67 kg/m$^2$(F) | | |
| 2014AWGS[17] | DXA:ASM/Ht$^2$<7.0 kg/m$^2$(M) | 握力<26 kg(M) | 步速<1.0 m/s(6m) |
| | DXA:ASM/Ht$^{22}$<5.4 kg/m$^2$(F) | 握力<18 kg(F) | |
| | BIA:ASM/Ht$^2$<7.0 kg/m$^2$(M) | | |
| | BIA:ASM/Ht$^2$<5.7 kg/m$^2$(F) | | |
| FNIHSP[18] | ALM/BMI<0.789(M) | 握力<26 kg(M) | 步速≤0.8 m/s(4m) |
| | ALM/BMI<0.512(F) | 握力<16 kg(F) | |
| EWGSOP2[19] | DXA/BIA:ASM/Ht$^2$<7.0 kg/m$^2$(M) | 握力<27 kg(M) | 步速≤0.8 m/s(4m) |
| | DXA/BIA:ASM/Ht$^2$<5.5 kg/m$^2$(F) | 握力<16 kg(F) | |
| 2019AWGS[12] | DXA:ASM/Ht$^2$<7.0 kg/m$^2$(M) | 握力<28 kg(M) | 步速<1.0 m/s(6 m)或5次椅子站立测试≥12 s或短身体性能能量评分(SPPB)≤9分 |
| | DXA:ASM/Ht$^2$<5.4 kg/m$^2$(F) | 握力<18 kg(F) | |
| | DXA:ASM/Ht$^2$<7.0 kg/m$^2$(M) | | |
| | DXA:ASM/Ht$^2$<5.7 kg/m$^2$(F) | | |

注:Baumgartner为首次提出肌少症诊断标准的学者,EWGSOP为欧洲老年人肌少症工作组,IWGS为国际肌少症工作组;AWGS为亚洲肌少症工作组,FNIHSP为美国国立卫生研究院肌少症项目组,DXA为双能X射线吸收法,BIA为生物电阻抗分析,M为男性,F为女性,BMI为身体质量指数,ASM为四肢骨骼肌肉量,Ht$^2$为身高(m)的平方;ALM/BMI为根据身体质量指数调整的四肢骨骼肌肉质量。

SO的诊断标准随着肌少症和肥胖的诊断标准而变化。韩国的一项前瞻性队列研究发现,在20~80岁的健康人群中,SO在女性中的患病率为0.8%~22.3%,男性为1.3%~15.4%[25]。荷兰一项队列研究表明,SO在女性和男性中的患病率分别为1.4%和0.9%,亚组分析发现在80~89岁年龄组的患病率高达16.7%[26]。一项纳入50项研究的荟萃分析表明,SO在老年人中的患病率为11%[27]。由于缺乏统一诊断标准,肌少症性肥胖流行病学估计仍不准确,其患病率因所使用的定义而异。SO比单独肥胖和肌少症更为严重,其明显增加心血管疾病、代谢紊乱、认知障碍、关节炎、功能障碍和肺部疾病的患病率[24]。因此,早期筛查肌少症和肥胖,预防高血压在内的心血管疾病,对公共卫生健康的促进具有重要意义。

## 4 肌少症与高血压的相关性

Coelho等[28]研究发现,肌少症病人较非肌少症者脉压高,其风险增加3.1倍[*OR*=3.1,95%*CI*:(1.32,7.51),*P*<0.05]。韩国的队列研究同样发现肌少症为高血压的危险因素,其明显增加高血压的患病风险[29]。肌少症与高血压存在一定相关性,可能与肌肉质量减少增加炎症反应和胰岛素抵抗有关。骨骼肌是摄取、储存糖原和肌因子的主要场所,其产生的肌因子(IL-6)和抗炎因子(IL-15)可以维持血压的稳定,骨骼肌质量减少,使IL-6、IL-15生成减少,从而导致高血压的发生[30]。同时,骨骼肌质量减少使摄取和存储糖原的场所不足,从而导致胰岛素抵抗,最终导致高血压、肥胖等疾病发生[29]。然而,Liu等[24]在一项纳入106项临床研究,包括167 151例老年人的荟萃分析结果表明,肌少症与高血压无明显相关性[*OR*=0.71,95%*CI*:(0.41,1.24),*P*=0.231]。Costa等[10]同样发现肌少症与高血压无明显相关性。目前肌少症与高血压相关性的研究结论尚不统一,这可能与肌肉质量测量方法和肌少症诊断标准差异以及研究人群不同有关。

## 5 肌少症性肥胖与高血压相关性

肌少症是高血压的独立危险,其中肌少症性肥胖明显增加高血压患病风险[9]。Park等[31]研究发现,肌少症性肥胖病人患高血压的风险较正常人群高6.5倍。Liu等[24]研究同样发现,肌少症性肥胖者患高血压风险是正常人群的1.99倍,其发生心血管疾病、代谢综合征、高脂血症等疾病风险明显高于正常对照组。韩国[29]和美国[32]进行的队列研究同样表明,肌少症合并肥胖显著增加高血压患病风险。肌少症性肥胖是肌少症和肥胖的并存的状态,是一种特殊的肥胖,其与高血压存在明显相关性。

发病机制可能与肌少症性肥胖介导的胰岛素抵抗(IR)促进慢性炎症和氧化应激、肥胖导致脂肪细胞功能障碍、肌少症与肥胖相互作用有关。(1)SO介导的胰岛素抵抗(IR)促进慢性炎症和氧化应激发生,从而引起血管平滑肌生长和血管内皮损伤,导致动脉粥样硬化和心血管疾病[33]。Bellanti等[34]研究发现,SO病人较非肌少症非肥胖者的颈动脉内膜中层厚度(mantid intima-mediathick,IMT)和氧化应激标志物更高。(2)肥胖病人脂肪细胞功能障碍,导致血管损伤(内皮功能障碍和动脉硬化)、胰岛素抵抗、激活交感神经系统(SNS)和肾素-血管紧张素-醛固酮系统(RAAS),最终导致高血压等心血管疾病的发生[35]。Gruzdeva等[36]在心肌梗死病人发现,内脏肥胖病人的促炎细胞因子(TNF-α、IL-1β、IL-6、IL-8、IL-12、CRP)水平较非肥胖病人高。内脏脂肪增加还直接压迫肾血管系统,激活RAAS系统,使肾脏重吸收水钠增加,导致血压升高[37]。(3)肌力下降和(或)低体能,通过减少能量消耗直接增加脂肪积累,腹部脂肪分解代谢的促炎细胞因子,又刺激骨骼肌中的蛋白质分解代谢,导致肌肉丢失和脂肪增加形成恶性循环,二者协同促进高血压的发生[38]。

然而,Costa等[10]研究发现肌少症性肥胖与高血压无关,仅肥胖与高血压相关。肌少症性肥胖与高血压关系复杂,目前研究尚未得出统一结论,这可能是因为肌肉质量测量方法和肌少症诊断标准的差异。因此,还需高质量前瞻性队列研究进一步研究其相关性,揭示其潜在的机制。

## 6 肌少症性肥胖的管理

目前,尚无SO的特效治疗药物,主要通过生活方式干预(如低热量饮食、运动训练或物理治疗)和新型药物治疗,改善身体成分(增肌和减脂),从而改善老年病人的功能状态,提高生活质量。(1)生活方式干预:生活方式干预是治疗和预防SO的重要基石,主要包括控制饮食和运动训练。2022年欧洲临床营养与代谢学会(ESPEN)联合欧洲肥胖研究学会(EASO)建议肌少症性肥胖病人低热量、高蛋白饮食,同时补充微量元素;但要避免极低热量饮食和快速限制热量饮食,导致的肌肉质量、肌肉力量和骨密度下降。每天的摄入量应控制在200~750 kJ,其中老年人和合并其他慢性疾病或确诊肌少症的病人建议每天摄入蛋白质分别为1~1.2 g/kg、1.2~1.5 g/kg[39]。运动训练(有氧运动、抗阻运动和联合训练)是对抗SO的一种或多种生物效应的强大治疗策略,已被证明可提高胰岛素敏感性,减少氧化应激,诱导线粒体生物合成,改善炎症,消除肌肉细胞凋亡等作用[39]。Park等[31]研究表明,增加体育活动

后，肌少症合并肥胖病人患高血压风险降低了30%，所以增加肌力和改善体能是心血管疾病重要的防御手段。(2)药物治疗：尽管已经研究了许多新型药物治疗，如补充睾酮[40]、选择性雄激素受体调节剂[41]、肌生长抑制素抑制剂[42]和减肥药物[43]。目前研究表明，上述药物可以增加肌肉的质量，改善身体成分，但关于其长期疗效仍存在争议，故上述药物还未获得药监局批准进入临床应用。最近的一项研究表明，腺苷A2B受体(A2B)在肌肉组织和棕色脂肪组织中高度表达，可能是SO的靶点[44]。但目前关于腺苷/A2B信号传导作用的证据仅限于动物研究，还需要更多的研究来验证这种信号传导途径在人类中的作用。(3)其他：全身振动疗法、增强型体外反搏可以激活骨骼肌肉系统，模拟身体活动。Zhu等[45]研究表明，全身振动治疗显著提高了老年人的肌肉力量和身体功能。上述疗法可能取代传统疗法治疗SO，因为它具有更好的耐受性，并减少脂肪量(FM)增加肌肉力量。由于缺乏高质量临床研究，其疗效存在争议，仍需要高质量前瞻性队列研究明确其疗效。

## 7 结论

肌少症性肥胖与高血压的相关性日益引起专家学者的关注，但仍处于初步探索阶段，且相关研究较少。由于缺乏统一的诊断方法和定义标准，无法对流行病学进行准确的估计，患病率仍被低估。高血压是导致全世界人口死亡或残疾的主要原因。肌少症性肥胖是高血压的独立危险因素，其较单纯肌少症或肥胖者发生高血压的风险更高。因此，对于公共卫生健康促进而言，临床医生应该同时关注病人的疾病情况和功能状态，并通过健康宣教、生活方式指导、运动训练等手段进行早期干预与预防，从而降低中老年人群高血压的患病率，这对防治高血压有重要意义。

## 参考文献


[1] LIN HQ, WU YT, WU JY, et al. Prevalence of hypertension and 10-year cardiovascular disease risk among older adults living in quanzhou, a coastal region of southeast China[J]. Risk Manag Healthc Policy, 2022, 15: 1045-1053.

[2] LU JP, LU Y, WANG XC, et al. Prevalence, awareness, treatment, and control of hypertension in China: data from 1.7 million adults in a population-based screening study (China PEACE million persons project)[J]. Lancet, 2017, 390(10112): 2549-2558.

[3] PADWAL RS, BIENEK A, MCALISTER FA, et al. Epidemiology of hypertension in Canada: an update[J]. Can J Cardiol, 2016, 32(5): 687-694.

[4] ZHOU B, PEREL P, MENSAH GA, et al. Global epidemiology, health burden and effective interventions for elevated blood pressure and hypertension[J]. Nat Rev Cardiol, 2021, 18(11): 785-802.

[5] SACKS FM, CAMPOS H. Dietary therapy in hypertension[J]. N Engl J Med, 2010, 362(22): 2102-2112.

[6] MILLS KT, STEFANESCU A, HE J. The global epidemiology of hypertension[J]. Nat Rev Nephrol, 2020, 16(4): 223-237.

[7] DONINI LM, BUSETTO L, BISCHOFF SC, et al. Definition and diagnostic criteria for sarcopenic obesity: ESPEN and EASO consensus statement[J]. Clin Nutr, 2022, 41(4): 990-1000.

[8] 刘妍慧，陈树春. 2022年欧洲临床营养与代谢学会和欧洲肥胖研究学会《肌肉减少性肥胖的定义和诊断标准共识》解读及启示[J]. 中国全科医学, 2023, 26(12): 1422-1428.

[9] QUAN YW, WANG C, WANG LF, et al. Geriatric sarcopenia is associated with hypertension: a systematic review and meta-analysis[J]. J Clin Hypertens (Greenwich), 2023, 25(9): 808-816.

[10] COSTA M, PONTES K, GUEDES MR, et al. Association of habitual coffee consumption with obesity, sarcopenia, bone mineral density and cardiovascular risk factors: a two-year follow-up study in kidney transplant recipients[J]. Clin Nutr, 2023, 42(10): 1889-1900.

[11] MITCHELL WK, WILLIAMS J, ATHERTON P, et al. Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review[J]. Front Physiol, 2012, 3: 260.

[12] CHEN LK, WOO J, ASSANTACHAI P, et al. Asian working group for sarcopenia: 2019 consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment[J]. J Am Med Dir Assoc, 2020, 21(3): 300-307.

[13] PETERMANN-ROCHA F, BALNTZI V, GRAY SR, et al. Global prevalence of sarcopenia and severe sarcopenia: a systematic review and meta-analysis[J]. J Cachexia Sarcopenia Muscle, 2022, 13(1): 86-99.

[14] BAUMGARTNER RN, KOEHLER KM, GALLAGHER D, et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico[J]. Am J Epidemiol, 1998, 147(8): 755-763.

[15] CRUZ-JENTOFT AJ, BAEYENS JP, BAUER JM, et al. Sarcopenia: european consensus on definition and diagnosis: report of the european working group on sarcopenia in older people[J]. Age Ageing, 2010, 39(4): 412-423.

[16] CHUMLEA WC, CESARI M, EVANS WJ, et al. Sarcopenia: designing phase Ⅱ B trials[J]. J Nutr Health Aging, 2011, 15(6): 450-455.

[17] CHEN LK, LIU LK, WOO J, et al. Sarcopenia in Asia: consensus report of the Asian working group for sarcopenia[J]. J Am Med Dir Assoc, 2014, 15(2): 95-101.

[18] STUDENSKI SA, PETERS KW, ALLEY DE, et al. The FNIH sarcopenia project: rationale, study description, conference recommendations, and final estimates[J]. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2014, 69(5): 547-558.

[19] CRUZ-JENTOFT AJ, BAHAT G, BAUER J, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis[J]. Age Ageing, 2019, 48(4): 601.

[20] HEBEBRAND J, HOLM JC, WOODWARD E, et al. A proposal of the European association for the study of obesity to Improve the

ICD-11 diagnostic criteria for obesity based on the three dimensions etiology, degree of adiposity and health risk[J]. Obes Facts, 2017,10(4): 284-307.

[21] WEI SB, NGUYEN TT, ZHANG Y, et al.Sarcopenic obesity: epidemiology, pathophysiology, cardiovascular disease, mortality, and management[J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2023, 14: 1185221.DOI: 10.3389/fendo.2023.1185221.

[22] van den BROEK-ALTENBURG E, ATHERLY A, HOLLADAY E. Changes in healthcare spending attributable to obesity and overweight: payer- and service-specific estimates[J]. BMC Public Health, 2022,22(1): 962.

[23] ALLISON DB, ZHU SK, PLANKEY M, et al. Differential associations of body mass index and adiposity with all-cause mortality among men in the first and second national health and nutrition examination surveys (NHANES Ⅰ and NHANES Ⅱ) follow-up studies[J]. Int J Obes Relat Metab Disord, 2002, 26(3): 410-416.

[24] LIU CR, WONG PY, CHUNG YL, et al.Deciphering the "obesity paradox" in the elderly: a systematic review and meta-analysis of sarcopenic obesity[J/OL]. Obes Rev, 2023, 24(2): e13534. DOI: 10.1111/obr.13534.

[25] KIM TN, YANG SJ, YOO HJ, et al. Prevalence of sarcopenia and sarcopenic obesity in Korean adults: the Korean sarcopenic obesity study[J]. Int J Obes (Lond), 2009,33(8): 885-892.

[26] WAGENAAR CA, DEKKER LH, NAVIS GJ.Prevalence of sarcopenic obesity and sarcopenic overweight in the general population: the lifelines cohort study[J]. Clin Nutr, 2021, 40(6): 4422-4429.

[27] GAO QQ, MEI F, SHANG Y, et al. Global prevalence of sarcopenic obesity in older adults: a systematic review and meta-analysis[J]. Clin Nutr, 2021,40(7): 4633-4641.

[28] COELHO JÚNIOR HJ, AGUIAR SDA S, GONÇALVES IDE O, et al. Sarcopenia is associated with high pulse pressure in older women[J]. J Aging Res, 2015, 2015: 109824. DOI: 10.1155/2015/109824.

[29] HAN K, PARK YM, KWON HS, et al. Sarcopenia as a determinant of blood pressure in older Koreans: findings from the Korea national health and nutrition examination surveys (KNHANES) 2008-2010[J/OL]. PLoS One, 2014, 9(1): e86902. DOI: 10.1371/journal.pone.0086902.

[30] JURDANA M, ZIBERNA L. Sarcopenic obesity and hypertension in elderly patients: a narrative review of pathophysiology and management strategies[J]. Ann Ist Super Sanita, 2023, 59(3): 231-239.

[31] PARK SH, PARK JH, SONG PS, et al. Sarcopenic obesity as an independent risk factor of hypertension[J].J Am Soc Hypertens, 2013,7(6): 420-425.

[32] MA JT, HWANG SJ, MCMAHON GM, et al.Mid-adulthood cardiometabolic risk factor profiles of sarcopenic obesity[J]. Obesity (Silver Spring), 2016,24(2): 526-534.

[33] KIM TN, CHOI KM. The implications of sarcopenia and sarcopenic obesity on cardiometabolic disease[J].J Cell Biochem, 2015, 116(7): 1171-1178.

[34] BELLANTI F, ROMANO AD, BALO, et al. Oxidative stress is increased in sarcopenia and associated with cardiovascular disease risk in sarcopenic obesity[J]. Maturitas, 2018,109: 6-12.

[35] DEMARCO VG, AROOR AR, SOWERS JR. The pathophysiology of hypertension in patients with obesity[J].Nat Rev Endocrinol, 2014,10(6): 364-376.

[36] GRUZDEVA O, UCHASOVA E, DYLEVA Y, et al. Relationship key factor of inflammation and the development of complications in the late period of myocardial infarction in patients with visceral obesity[J]. BMC Cardiovasc Disord, 2017,17(1): 36.

[37] TUTOR AW, LAVIE CJ, KACHUR S, et al. Updates on obesity and the obesity paradox in cardiovascular diseases[J].Prog Cardiovasc Dis, 2023,78: 2-10.

[38] BIOLO G, Di GIROLAMO FG, BREGLIA A, et al. Inverse relationship between "a body shape index" (ABSI) and fat-free mass in women and men: insights into mechanisms of sarcopenic obesity[J]. Clin Nutr, 2015,34(2): 323-327.

[39] JI T, LI Y, MA LN. Sarcopenic obesity: an emerging public health problem[J]. Aging Dis, 2022,13(2): 379-388.

[40] NETO WK, GAMA EF, ROCHA LY, et al. Effects of testosterone on lean mass gain in elderly men: systematic review with meta-analysis of controlled and randomized studies[J]. Age (Dordr), 2015,37(1): 9742.

[41] PAPANICOLAOU DA, ATHER SN, ZHU H, et al. A phase ⅡA randomized, placebo-controlled clinical trial to study the efficacy and safety of the selective androgen receptor modulator (SARM), MK-0773 in female participants with sarcopenia[J]. J Nutr Health Aging, 2013,17(6): 533-543.

[42] CAMPOREZ JP, PETERSEN MC, ABUDUKADIER A, et al. Anti-myostatin antibody increases muscle mass and strength and improves insulin sensitivity in old mice[J]. Proc Natl Acad Sci USA, 2016,113(8): 2212-2217.

[43] KOLIAKI C, LIATIS S, DALAMAGA M, et al.Sarcopenic obesity: epidemiologic evidence, pathophysiology, and therapeutic perspectives[J].Curr Obes Rep,2019,8(4): 458-471.

[44] GNAD T, NAVARRO G, LAHESMAA M, et al. Adenosine/A2B receptor signaling ameliorates the effects of aging and counteracts obesity[J]. Cell Metab, 2020,32(1): 56-70.

[45] ZHU YQ, PENG N, ZHOU M, et al.Tai chi and whole-body vibrating therapy in sarcopenic men in advanced old age: a clinical randomized controlled trial[J]. Eur J Ageing, 2019, 16(3): 273-282.

(收稿日期:2024-03-04,修回日期:2024-04-27)