© 2026 国际老年医学杂志编辑部 © 2026 Editorial Office of *International Journal of Geriatrics*

运动零食改善代谢异常及老年人身体机能的研究进展*

郝 悦[1] 霍 晋[1**] 于 菁[2**]

[1]山西医科大学第三医院 山西白求恩医院（山西医学科学院） 同济山西医院老年医学科，山西 太原 030032；
[2]山西医科大学第三医院 山西白求恩医院（山西医学科学院） 同济山西医院麻醉科，山西 太原 030032

[摘 要] 老年人身体机能下降及缺乏运动导致代谢异常，可以通过运动锻炼来改善，但由于各方面条件限制，很多人难以实现规律的运动锻炼。运动零食是周期性、短时间、间歇性的剧烈运动，其强度灵活、操作便捷，可通过减少久坐行为来改善代谢异常及老年人身体机能。本文从运动零食对心血管疾病、血糖、身体脂肪量以及对老年人肌肉力量和认知功能的改善五个方面进行综述，以期为运动零食的推广应用提供依据。

[关键词] 运动零食；代谢异常；老年人；身体机能
doi：10.3969/j.issn.1674-7593.2026.06.018

Research advances of exercise snacks for the elderly with metabolic abnormalities and declined physical function

Hao Yue[1], Huo Jin [1**], Yu Jing [2**]

[1] Department of Geriatrics, the Third Hospital of Shanxi Medical University, Shanxi Bethune Hospital, Shanxi Academy of Medical Sciences, Tongji Shanxi Hospital, Taiyuan 030032, China; [2] Department of Anesthesiology, the Third Hospital of Shanxi Medical University, Shanxi Bethune Hospital, Shanxi Academy of Medical Sciences, Tongji Shanxi Hospital, Taiyuan 030032, China

[**] Corresponding author: Huo Jin, email: huojin@sxbqeh.com.cn; Yu Jing, email: yujing@sxbqeh.com.cn

[**Abstract**] Physical activity can alleviate metabolic abnormalities and declined physical function in the elderly induced by insufficient exercise. However, many seniors fail to maintain regular exercise due to various practical constraints. Exercise snacks refer to periodic, short-duration and intermittent high-intensity exercise. With flexible intensity and easy operation, this exercise pattern helps reduce sedentary behavior, thereby improving metabolic conditions and physical function among the elderly. This paper reviews the effects of exercise snacks on cardiovascular diseases, blood glucose and body fat, as well as its efficacy in enhancing muscle strength and cognitive function. It aims to provide evidence for the application of exercise snacks.

[**Key words**] Exercise snacks; Metabolic abnormalities; Elderly; Physical function

缺乏运动会导致各种健康问题，包括肥胖、肌肉无力和心肺功能下降，继发各种慢性疾病，如糖尿病、高血压、血栓栓塞症等。定期运动对身体健康具有积极影响，但由于时间、基础健康状况以及体育设施的限制，许多人难以进行规律的运动锻炼。世界卫生组织估计，全球约有 18 亿成年人因缺乏足够的运动而面临疾病风险[1]。如何将安全有效的运动融入不同年龄、不同人群的日常生活中已成为亟待解决的课题。特别是在人口老龄化加剧的背景下，如何通过运动改善老年人的身体机能，以期实现健康老龄化，应受到重点关注。

运动零食是一种短周期运动，与传统运动模式相比，特点是运动时间更短，频率更高，而且没有特殊场地要求，有效解决运动受时间和资源限制而产生的依从性难题[2]。这种新型运动方式对健康的促进作用以及其与传统运动模式的对比，日益受到广泛关注。本文通过综述运动零食对代谢异常和老年人身体机能的改善影响，以期为运动零食的推广应用提供依据。

1 运动零食模式概述

1.1 运动零食的定义及分类

运动零食一词最早在 2007 年被提出，2014 年第 1 次出现在学术论文中[3]。运动零食的定义是：全天、周期性进行的、间断的、每次运动时长 < 1 min 的剧烈运动。“剧烈”是指强度≥64%的最大摄氧量（Maximal oxygen uptake，$VO_{2\,max}$）峰值、≥77%的最大心率和（或）基于博格 6-20 量表引起至少 14 的主观用力评分（Rating of perceived exertion，RPE）的运动[4]。实际操作中，通常要求

收稿日期：2026-03-27 修回日期：2026-04-28 录用日期：2026-04-29
*国家自然科学基金（82500133）
**通信作者：霍 晋，电子邮箱 huojin@sxbqeh.com.cn；于 菁，电子邮箱 yujing@sxbqeh.com.cn

每组运动间隔时间>1 h，如：3×30 s 的“全力”爬楼梯（6 段楼梯，每段 21 阶，总高度 18.9 m），间隔时间>1 h[5]。由于 1 min 以内的运动过于短暂，导致基于包括最大心率的百分比、VO_{2max} 的大多数传统指标的测量强度不够敏感，无法准确反映短期剧烈活动期间心脏或骨骼肌的生理变化，而且，运动零食的意义在于方便人群进行无门槛的简单运动，用主观自我感知努力程度（如“尽最大力”）更具有实用性，同时确保安全性与有效性。

运动零食按强度可以分为两类：剧烈的间歇性运动和适度的间歇性运动。前者如爬楼梯或短距离冲刺跑，适合成年人，尤其是肥胖或糖尿病患者，运动强度约为最大心率的 76%～90%，RPE 的平均等级表示“强”或“非常强”；后者的具体参数没有限制，适合老年人[6-7]。

1.2 与运动零食相关或相近的具体运动方式

与运动零食相关或相近的具体运动方式，包括高强度间歇训练（High-intensity interval training，HIIT）、冲刺间歇训练（Sprint interval training，SIT）、阻力运动休息（Resistance exercise breaks，REB）、剧烈间歇性生活方式体力活动（Vigorous intermittent lifestyle physical activity，VILPA）等。

HIIT 属于广义运动零食范畴，常见的 HIIT 包括短跑冲刺、跳绳、深蹲跳跃、快速爬楼梯等。与在工作场所完成的传统高强度 HIIT 爬楼梯锻炼相比，爬楼梯运动零食能够减轻疲劳感，情感反应更积极，参与者更喜欢该运动零食[8]。

SIT 包括 30 s 全力骑行、4×4 min 间歇跑等，通常需要专门的设备和区域，如无氧测力计等，不如运动零食简单易行，对于办公室久坐的人员来说是不现实的。

REB 包括 1 min 内体重下蹲、高膝臀肌收缩和小腿抬高。REB 可降低心血管疾病的发病率[9]。

VILPA 强调剧烈的强度活动，一般在生活中自发进行，如搬重物上楼，不是有意识有计划的锻炼。绝对量表上大于 6 代谢当量或感知相对劳累量表的博格评级> 14～15（最大值为 20）[10]。VILPA 可降低全因心血管疾病和癌症死亡风险[11]。VILPA 每组持续时间大约 3～4min，而运动零食持续时间一般<1 min。

这些短时运动都有利于身体健康，并且由于时间短暂更易于执行，具有较高的运动积极性和参与度。这些运动零食的概念相似，而且在内容上有部分重合，说明运动零食的概念并不完全独立，而是不同研究者在不同背景下提出的运动方式的替代和迭代。

2 运动零食对代谢异常的影响

2.1 运动零食对心血管疾病的影响

流行病学数据表明，长期不活动会增加患心血管疾病的风险[12]。长时间持续久坐已被确定为心血管疾病全因死亡率增加的独立危险因素。久坐还会减少腿部血管血流量和剪切应力，与血管内皮功能障碍和心血管疾病发病机制相关。运动零食可以显著改善血管健康，降低发生心血管疾病的长期风险。相关运动形式包括进行体重深蹲、高抬腿以及一天中周期性地抬起小腿，减少心血管疾病风险，提高注意力和决策能力，促进工作效率的提升[13]。

运动零食通过改善心肺功能和减少久坐行为对心脏产生积极影响。在一项研究中，运动零食组运动干预为 3 次/d 剧烈爬楼梯，60 个台阶/次，每次间隔 1～4 h，3 d/周，持续 6 周，与对照组相比，运动零食组的心肺功能和峰值功率输出值分别比基线高 5%和 12%[14]。一项随机交叉研究进行了 8 h 的模拟工作日测试，旨在研究低强度运动零食与不间断久坐对超重/肥胖的年轻人身体状况和炎性因子的影响。参与者分为持续久坐、交替坐和站（总站立时间 2.5 h）、连续站立和连续步行（1.6 km/h）4 组，结果表明，与前 3 组相比，连续步行组用低强度运动零食打断持续久坐，对超重/肥胖年轻人的炎症和心脏代谢风险标志物，如白细胞介素-6、C 反应蛋白、总胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇以及甘油三酯水平产生积极影响[15]。

运动零食通过减缓动脉粥样硬化发生，降低心血管疾病的发展风险。一项荟萃分析共纳入 12 项随机对照试验和 2 项非随机对照试验，共 483 例成人受试者。与对照组相比，运动零食显著改善 VO_{2max} 和峰值功率输出值，降低总胆固醇及低密度脂蛋白胆固醇，改善心脏代谢，尤其对缺乏身体活动的成年人有益[16]。一项随机试验将 60 例患者分为两组，运动零食组每周在 85%～95%的峰值心率下进行 2 次运动零食，6 个月后运动零食组的动脉粥样硬化体积百分比和标准化体积显著降低，说明运动零食可以延缓冠状动脉粥样硬化的进展[17]。

2.2 运动零食对血糖的影响

久坐是加重胰岛素抵抗、导致血糖紊乱的重要诱因，运动零食可有效打破久坐状态，显著改善血糖受损（包括确诊糖尿病与糖尿病前期）人群的代谢状态[18]。

一项对照试验包含 14 例截瘫患者，分为不间断久坐组和 2 min 中等强度手臂曲柄测力计体力活动中断久坐组。与不间断久坐组相比，后者午餐后血糖曲线下面积显著降低，说明运动零食对降低久坐人群的血糖具有积极意义[19]。一项随机试验表明，与久坐对照组相比，每 60 min 进行中等强度步行 1 min 的运动零食显著降低收缩压，另一组每 30 min 进行中等强度步行 1 min 的运动零食的血糖水平也下降，且与其他强度和频率的组别（如每 30 min 进行 5 min 的中等强度步行）相比下

降最为明显[20]。一项针对久坐人群的对照试验包含 16 例，分为运动零食干预组和对照组，运动零食方案为每天进行 8 次爬楼梯运动，每次 4 层。与对照组相比，运动零食干预组总胆固醇、非高密度脂蛋白显著降低，空腹血糖显著改善[21]。一项随机交叉试验包含 30 例参与者，进行每组 20 s、共 3 min 的阻力训练（椅子深蹲、小腿抬高、站立膝盖抬高、直腿髋关节伸展），结果表明，通过在晚上定期进行抗阻运动零食来中断久坐，可以使研究人群的餐后血糖和胰岛素反应分别降低 32% 和 26%[22]。一项独立随机交叉研究将 11 例超重/肥胖的成年人在餐食相同的条件下分为久坐组和爬楼梯运动零食组，结果显示，爬楼梯运动零食组的总胰岛素曲线下面积相比久坐组显著降低。长时间静坐被短暂剧烈的爬楼梯运动零食打断，超重/肥胖者一天中的胰岛素水平降低[23]。由此可见，针对血糖受损人群的干预建议为避免久坐不动，运动零食可以有效改善胰岛素抵抗和维持血糖水平稳定，未来的研究应关注针对血糖受损不同阶段的运动零食的强度与频率等具体参数，制定个体化运动处方。

2.3 运动零食对身体脂肪量的影响

肥胖是一个全球性的健康问题，多种并发症与超重和肥胖有关。拥有减肥目标和坚持减肥的运动干预对于体质量管理至关重要[24]。因此运用运动零食控制体质量对于肥胖人群有积极意义。

一项荟萃分析显示，有氧训练和 HIIT 后，身体脂肪量显著降低，平均效应范围为−2.6～−1.3 kg。通过直接比较 HIIT 和中等强度持续训练（Moderate intensity continuous training，MICT），当能量消耗均衡时，HIIT 导致更明显的体质量减轻；当能量消耗不均衡时，MICT 导致更明显的体质量减轻。在两种情况下，平均差异≤700 g。无论能量消耗是否均衡，MICT 与 HIIT 的脂肪减少无显著差异，表明 HIIT 运动零食减少身体脂肪量有效[25]。

一项单盲随机对照试验招募了 27 例习惯性久坐不动、每日能量消耗低于 4 代谢当量、体质量指数（Body mass index，BMI）高于 25 kg/m^2 的成年志愿者，随机分配到运动零食组（爬楼梯冲刺运动，6 次/d，4 段/次，40 个台阶/段，间隔时间>1 h，4 d/周，持续 12 周）和对照组，通过 24 h 膳食回忆法评估参与者的每日能量消耗，通过 24 h 活动回忆法评估日常身体活动。结果显示，与对照组相比，运动零食组的 $VO_{2\,max}$ 在干预后显著增加，体质量、体脂率、总脂肪量、躯干脂肪量显著改善，说明运动零食有利于减少身体脂肪量，并提升机体 $VO_{2\,max}$ 以达到促进久坐人群健康的目的[26]。

3 运动零食对老年人身体机能的改善

运动是保持老年人健康的关键因素，老年人锻炼的最常见障碍包括：缺乏时间、缺乏专业知识、难以获得设施、害怕受伤等，而运动零食具有良好的可行性和可接受性，大多数老年参与者认为运动零食可以产生积极感受，并表示愿意继续坚持。运动零食的坚持率高于传统的运动干预，并且很少有与运动零食有关的不良事件[27]。

3.1 运动零食对肌肉力量的改善

肌少症是与增龄相关的骨骼肌质量、肌肉力量和（或）躯体功能下降，是常见的老年综合征之一。全球 60 岁及以上人群中，肌少症的患病率为 10%～27%。该病起病隐匿，可导致机体功能障碍，显著增加老年人跌倒、失能及死亡风险，严重损害其生活质量和健康[28-29]。通过运动增强肌肉力量是预防跌倒的关键。一项单臂研究招募 15 例参与者（平均年龄 70.3 岁），参与者遵循为期 12 周的个性化家庭运动零食计划，比较所有参与者从第 1 周到第 12 周测量值的变化。结果观察到在第 4 周的 60 s 坐立运动中，下肢肌肉功能有显著改善，证实运动零食增加老年人肌肉力量[30]。此项研究中的运动零食包括锻炼上下肢的 5 种运动，例如原地踏步、坐立、小腿抬高、推墙、串联行走，没有报告与干预相关的不良事件。

3.2 运动零食对认知功能的改善

有认知障碍的老年人更有可能出现身体功能和力量下降，导致更大的跌倒风险。一项研究招募了 21 例有轻度认知障碍的患者，患者年龄均>65 岁，完成了为期 28 d，2 次/ d 的运动零食干预。干预结束后 18 例参与者提供了随访数据，显示 85%的人坚持进行运动零食。定量评分显示，参与者对干预的评价是高度接受的。60 s 坐立试验结果在干预前后发生明显变化，锻炼前后两次评估，左腿的单腿站立平衡时间等身体指标在锻炼后显著改善，说明短期的简单的运动零食计划可以改善老年轻度认知障碍患者的身体机能[31]。

3.3 运动零食对老年人的可行性

出于老年人身体素质限制及运动安全性的考虑，研究多采用低强度的运动零食项目，如 1 min 椅子坐立、1 min 侧弓步保持等，有助于兼顾身体锻炼和关节肌肉保护。

一项四臂、前后随机对照试验探究老年人在家中进行运动零食的可行性。38 例老年人（女性 24 例），年龄（69.8±3.8）岁，进行 5 种不同方式的抗阻运动零食，包括椅子坐立、椅子支撑单腿四分之一蹲、侧弓步、椅子支撑小腿抬高、椅子支撑时钟步进。每运动 1 min 休息 1 min，每次训练总时长为 9 min，分成 4 组，分别为每次训练 1 次、2 次、3 次和对照组，持续 4 周。结果显示前 3 组对运动零食具有高依从性（97%、82% 和 81%）；且 82%的参与者表示计划在家中继续坚持类似的锻炼；该试验仅报告 1 例足底筋膜炎和 1 例椎间盘相关的腰痛和下肢疼痛的不良事件[32]。

另一项四臂随机对照试验调查了老年人对运

动零食的接受度，63 例参与者（65 岁及以上且未进行传统锻炼）被随机分配到运动零食组、太极组、组合运动组（运动零食和太极运动交替进行）和对照组，4 周内完成所有规定的干预练习的平均百分比，运动零食组为 90%，太极组为 84%，联合组为 83%，运动零食组的完成率最高，由此可见运动零食是最可接受的形式，运动零食组中仅观察到 1 例与干预相关的不良事件[33]。

一项荟萃分析通过检索数据库，对多项结果进行评估及整合后发现，运动零食在以下 3 个方面对老年人有益处：①提升老年人的运动能力（包括健康相关运动障碍的影响、学习和掌握技能的能力以及健康素养）；②实现运动零食的可能性（包括灵活自由、轻松快捷、融入生活、社会与家庭支持、移动健康技术的应用）；③参与运动零食的动机（包括愉悦体验、获得身心益处、有效地提醒、激励和反馈、个性化需求、自信心）[34]。由此可见，运动零食对老年人身体机能改善有帮助。

4 运动零食的局限性及展望

尽管大多数研究中运动零食的运动强度被描述为中度至剧烈，但运动零食的持续时间和频率差异很大。身体机能是决定可以参与的运动零食种类和强度的基础，由于不同年龄、不同人群的身体状况差异很大，可以耐受的运动强度和种类需要根据具体情况而定，未来需要对运动零食的参数进行明确和一致的定义，特别是关于持续时间、强度和频率，以便将这种干预有效而安全地转化为临床实践。

关于老年人运动零食的有效性，目前缺乏深入研究，尤其是运动零食导致身体机能适应性变化的机制研究。可移动的电子健康设备为推行运动零食计划提供更多机会，例如在浴室、厨房、客厅等日常场所使用带有压力感受器的垫子，通过移动的健康监测设备，可以实现在家里独立设定运动目标，以可视化的方式鼓励坚持运动，并更直观地获取运动数据[35]。已有随机研究运用特定的在线平台记录每人每天的运动情况及运动后的自我感觉强度评估和享受程度，与对照组相比，运动零食组的 RPE 在整个干预过程中更高[36]。

未来的运动零食规划有望根据不同个体制定不同锻炼计划，尤其是在老年人群体中，利用电子设备进行记录和督促，并根据各项指标及时调整运动零食的频率、强度、持续时间，以达到有效并且安全的锻炼效果。

参考文献

[1] Strain T, Flaxman S, Guthold R, et al. National, regional, and global trends in insufficient physical activity among adults from 2000 to 2022: a pooled analysis of 507 population-based surveys with 5.7 million participants [J]. Lancet Glob Health, 2024, 12(8): e1232-e1243.

[2] Yin M, Zheng H, Bai M, et al. Effects of integrating stair climbing-based exercise snacks into the campus on feasibility, perceived efficacy, and participation perspectives in inactive young adults: a randomized mixed-methods pilot study[J]. Scandinavian Med Sci Sports, 2024, 34(12): e14771.

[3] Francois M E, Baldi J C, Manning P J, et al. "Exercise snacks" before meals: a novel strategy to improve glycaemic control in individuals with insulin resistance[J]. Diabetologia, 2014, 57(7): 1437-1445.

[4] Garber C E, Blissmer B, Deschenes M R, et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise[J]. Med Sci Phys Exerc, 2011, 43(7): 1334-1359.

[5] Yin M, Deng S, Chen Z, et al. Exercise snacks are a time-efficient alternative to moderate-intensity continuous training for improving cardiorespiratory fitness but not maximal fat oxidation in inactive adults: a randomized controlled trial[J]. Appl Physiol Nutr Metab, 2024, 49(7): 920-932.

[6] Wang T, Laher I, Li S. Exercise snacks and physical fitness in sedentary populations[J]. Phys Med Health Sci, 2025, 7(1): 1-7.

[7] Brown N I, Henderson J, Stern M, et al. Health-related benefits and adherence for multiple short bouts of aerobic physical activity among adults[J]. Am J Lifestyle Med, 2025, 19(1): 58-72.

[8] Stork M J, Marcotte-Chénard A, et al. Exercise in the workplace: examining the receptivity of practical and time-efficient stair-climbing "exercise snacks"[J]. Appl Physiol Nutr Metab, 2024, 49(1): 30-40.

[9] Rogers E M, Banks N F, Trachta E R, et al. Acceptability of performing resistance exercise breaks in the workplace to break up prolonged sedentary time: a randomized control trial in U. S. office workers and students[J]. Workplace Health Saf, 2024, 72(6): 234-243.

[10] Jones M D, Clifford B K, Stamatakis E, et al. Exercise snacks and other forms of intermittent physical activity for improving health in adults and older adults: a scoping review of epidemiological, experimental and qualitative studies[J]. Phys Med, 2024, 54(4): 813-835.

[11] Stamatakis E, Ahmadi M N, Gill J M R, et al. Association of wearable device-measured vigorous intermittent lifestyle physical activity with mortality[J]. Nat Med, 2022, 28(12): 2521-2529.

[12] Patterson R, McNamara E, Tainio M, et al. Sedentary behaviour and risk of all-cause, cardiovascular and cancer mortality, and incident type 2 diabetes: a systematic review and dose response meta-analysis[J]. Eur J Epidemiol, 2018, 33(9): 811-829.

[13] Soto-Rodríguez F J, Cabañas E I, Pérez-Múrmol J M. Impact of prolonged sitting interruption strategies on shear rate, flow-mediated dilation and blood flow in adults: a

systematic review and meta-analysis of randomized crossover trials[J]. J Phys Sci, 2022, 40(14): 1558-1567.

[14] Islam H, Gibala M J, Little J P. Exercise snacks: a novel strategy to improve cardiometabolic health[J]. Exerc Sport Sci Rev, 2022, 50(1): 31-37.

[15] Hoffmann S W, Schierbauer J, Zimmermann P, et al. Effects of interrupting prolonged sitting with light-intensity physical activity on inflammatory and cardiometabolic risk markers in young adults with overweight and obesity: secondary outcome analyses of the SED-ACT randomized controlled crossover trial[J]. Biomolecules, 2024, 14(8): 1029.

[16] Wan K W, Dai Z H, Wong P S, et al. Effects of exercise snacks on cardiometabolic health and body composition in adults: a systematic review and meta-analysis[J]. Scand J Med Sci Sports, 2025, 35(8): e70114.

[17] Vesterbekkmo E K, Aksetøy I A, Follestad T, et al. High-intensity interval training induces beneficial effects on coronary atheromatous plaques: a randomized trial[J]. Eur J Prev Cardiol, 2023, 30(5): 384-392.

[18] Loh R, Stamatakis E, Folkerts D, et al. Effects of interrupting prolonged sitting with physical activity breaks on blood glucose, insulin and triacylglycerol measures: a systematic review and meta-analysis[J]. Phys Med, 2020, 50(2): 295-330.

[19] Bailey D P, Withers T M, Goosey-Tolfrey V L, et al. Acute effects of breaking up prolonged sedentary time on cardiovascular disease risk markers in adults with paraplegia[J]. Scandinavian Med Sci Sports, 2020, 30(8): 1398-1408.

[20] Duran A T, Friel C P, Serafini M A, et al. Breaking up prolonged sitting to improve cardiometabolic risk: dose-response analysis of a randomized crossover trial[J]. Med Sci Phys Exerc, 2023, 55(5): 847-855.

[21] Mat Azmi I S M, Wallis G A, White M J, et al. Desk based prompts to replace workplace sitting with stair climbing; a pilot study of acceptability, effects on behaviour and disease risk factors[J]. BMC Public Health, 2022, 22(1): 1985.

[22] Gale J T, Wei D L, Haszard J J, et al. Breaking up evening sitting with resistance activity improves postprandial glycemic response: a randomized crossover study[J]. Med Sci Phys Exerc, 2023, 55(8): 1471-1480.

[23] Rafiei H, Omidian K, Myette-Côté É, et al. Metabolic effect of breaking up prolonged sitting with stair climbing exercise snacks[J]. Med Sci Phys Exerc, 2021, 53(1): 150-158.

[24] Dicker D, Alfadda A A, Coutinho W, et al. Patient motivation to lose weight: importance of healthcare professional support, goals and self-efficacy[J]. Eur J Intern Med, 2021, 91: 10-16.

[25] Bellicha A, van Baak M A, Battista F, et al. Effect of exercise training on weight loss, body composition changes, and weight maintenance in adults with overweight or obesity: an overview of 12 systematic reviews and 149 studies[J]. Obes Rev, 2021, 22(S4): e13256.

[26] Zhou J, Gao X, Zhang D, et al. Effects of breaking up prolonged sitting via exercise snacks intervention on the body composition and plasma metabolomics of sedentary obese adults: a randomized controlled trial[J]. Endocr J, 2025, 72(2): 183-192.

[27] Jansons P, Fyfe J J, Dalla Via J, et al. Barriers and enablers associated with participation in a home-based pragmatic exercise snacking program in older adults delivered and monitored by Amazon Alexa: a qualitative study[J]. Aging Clin Exp Res, 2023, 35(3): 561-569.

[28] 尹叶新，于琪，夏尔雯，等. 2 型糖尿病患者肌少性肥胖研究进展[J]. 国际老年医学杂志, 2026, 47(2): 129-135.
Yin Y X, Yu Q, Xia E W, et al. Progress in sarcopenic obesity research among type 2 diabetes mellitus patients[J]. Int J Geriatr, 2026, 47(2): 129-135.

[29] 夏文静，赵宇星，肖谦. 老年人共病和肌少症的研究进展[J]. 国际老年医学杂志,2024, 45(4): 469-472.
Xia W J, Zhao Y X, Xiao Q. Recent advances in understanding multimorbidity and sarcopenia in the elderly[J]. Int J Geriatr, 2024, 45(4): 469-472.

[30] Jansons P, Dalla Via J, Daly R M, et al. Delivery of home-based exercise interventions in older adults facilitated by Amazon alexa: a 12-week feasibility trial[J]. J Nutr Health Aging, 2022, 26(1): 96-102.

[31] Western M J, Welsh T, Keen K, et al. Exercise snacking to improve physical function in pre-frail older adult memory clinic patients: a 28-day pilot study[J]. BMC Geriatr, 2023, 23(1): 471.

[32] Fyfe J J, Dalla Via J, Jansons P, et al. Feasibility and acceptability of a remotely delivered, home-based, pragmatic resistance "exercise snacking" intervention in community-dwelling older adults: a pilot randomised controlled trial[J]. BMC Geriatr, 2022, 22(1): 521.

[33] Liang I J, Perkin O J, McGuigan P M, et al. Feasibility and acceptability of home-based exercise snacking and Tai Chi snacking delivered remotely to self-isolating older adults during COVID-19[J]. J Aging Phys Act, 2022, 30(1): 33-43.

[34] Du Y, Peng R, Wan X, et al. Perceptions and experiences of exercise snacks among middle-aged and older adults: a systematic review and meta-synthesis[J]. Public Health Nurs, 2025, 42(2): 1031-1046.

[35] Stawarz K, Liang I J, Alexander L, et al. Exploring the potential of technology to promote exercise snacking for older adults who are prefrail in the home setting: user-centered design study[J]. JMIR Aging, 2023, 6: e41810.

[36] Babir F J, Islam H, McCreary S, et al. Technology-enabled exercise "snacks" are feasible to perform in a real-world setting: a randomized controlled trial[J]. Scandinavian Med Sci Sports, 2025, 35(8): e70117.