

## · 共 识 ·

## 老年衰弱的运动康复干预专家共识

中国人民解放军总医院第二医学中心康复医学科,中国人民解放军总医院国家老年疾病临床医学研究中心

[关键词] 衰弱;老年综合征;多模式运动;干预

第七次人口普查数据显示,我国 60 岁及以上老年人已达 2.64 亿,这一数字预计在 2035 年突破 4 亿,进入重度老龄化社会<sup>[1]</sup>。与此同时,老年失能人口的增加也给医疗和照护带来巨大挑战。衰弱是一种与增龄相关的多系统、多脏器生理储备功能下降的老年综合征,增加了老年人跌倒、多病、失能、失智与死亡的风险<sup>[2-3]</sup>。衰弱是动态变化的,能够通过一定的干预方式改善甚至逆转。目前,衰弱的干预方式主要有运动、营养和药物干预等,其中运动被认为是衰弱最有效的干预方式之一,但国内外尚未制订相应的专家共识或指南。为了加强对衰弱的早筛查、早防控和早干预,本项目组邀请国内专家充分讨论,起草并制订了老年衰弱的运动康复干预专家共识。共识制订流程为:(1)对相关文献、共识、指南进行系统检索,提出我国老年衰弱人群运动康复的认识与发现的关键问题,形成条目;(2)邀请相关领域的专家成员成立共识制订工作组,组织会议进行交流和讨论,达成相关内容的共识全文,形成“推荐意见”;(3)进一步征求专家意见,进行同行评议与修订,最终达成共识内容。

## 1 衰弱的概述

推荐 1:衰弱是多维度的,不仅包括躯体衰弱,还需要关注认知、社会和心理衰弱。

1.1 衰弱的定义 目前,衰弱被认为是一种多维度的概念,包括躯体衰弱、认知衰弱、社会衰弱与心理衰弱<sup>[4]</sup>。(1)躯体衰弱:随着年龄增长,肌肉质量和力量下降。这与衰弱导致肌肉功能和活动能力减退有关,表现为易疲乏、行动迟缓和日常生活活动能力下降等<sup>[5]</sup>。(2)认知衰弱<sup>[6]</sup>:排除阿尔茨海默病或其他类型痴呆的个体,出现认知功能障碍合并躯体衰弱的临

床综合征。(3)社会衰弱:指社会联系减少,缺乏社会支持或情感上有价值的社会联系<sup>[7]</sup>。(4)心理衰弱:包括心理、精神、社会和躯体衰弱等多方面,抑郁和焦虑为其核心内容<sup>[8]</sup>。

推荐 2:衰弱患病率随增龄升高,女性衰弱患病率高于男性,养老机构衰弱患病率高于社区和住院人群。

1.2 衰弱的流行病学 衰弱的患病率受年龄、研究人群和评估工具等影响(4%~59%),女性患病率高于男性,少数民族、教育水平和经济收入低者患病率较高<sup>[9]</sup>。我国社区人群的衰弱患病率约为 12.8%,住院人群约为 22.6%,养老机构约为 44.3%<sup>[10]</sup>。随着我国老龄化程度日益加剧,早期识别衰弱患者对实现健康老龄化至关重要。

推荐 3:老年慢病患者合并衰弱会增加并发症、重症率和死亡等不良事件的发生。因此,对于衰弱患者进行药物治疗、手术与各种检查等决策时需格外慎重。

1.3 衰弱的危害 老年衰弱是导致各种不良事件的重要因素,如跌倒、失能、认知能力下降、住院治疗、尿失禁、住院时间延长和死亡率增加等,可影响手术预后、慢病治疗效果等方面。研究<sup>[11]</sup>显示,非衰弱的老年新冠患者重症率仅为 10.3%,而合并衰弱前期者重症率为 38.5%,合并衰弱者重症率可高达 66.7%。此外,衰弱前期(34.7%)和衰弱期(47.4%)的术后并发症发生率均高于非衰弱期(27.5%)<sup>[12]</sup>。衰弱被认为是老年心血管疾病和慢性阻塞性肺疾病患者死亡率的可靠预测指标,是慢性治疗风险和益处的调节因素<sup>[13-15]</sup>。在临床实践中,建议对高龄患者进行常规评估,降低并发症等不良事件的发生风险。

推荐 4:衰弱的发病机制尚未明确,目前认为主要包括慢性低度炎症、免疫失调、内分泌改变、合成代谢抵抗、线粒体功能障碍和肠道菌群失调等。

基金项目:国家重点研发计划“主动健康与老龄化科技应对”重点专项(2018YFC2002004,2018YFC2002000)

通信作者:彭楠,电子信箱:pengnan301@163.com

1.4 衰弱的发病机制 衰弱的发病机制尚不清楚。老年人免疫系统失调会导致慢性炎症状态,可通过各种信号通路影响肌肉中的蛋白质合成代谢,导致肌肉质量、力量和功能下降<sup>[16-17]</sup>。肌肉能量代谢异常是全身生理衰退和衰弱的潜在特征,线粒体自噬失调是肌肉退化的主要致病机制<sup>[18-19]</sup>。此外,下丘脑-垂体-肾上腺轴通过异常调节糖皮质激素分泌、胰岛素样生长因子信号传导和雄激素水平导致衰弱<sup>[20]</sup>。

推荐 5: 在具备测试设备、场地的条件下,推荐使用 Fried 衰弱表型量表进行评估;基层单位和社区推荐使用问卷式 FRAIL 量表;对于卧床患者推荐使用临床衰弱量表,该量表对临床结局预测效果好。

1.5 衰弱的筛查和评估 由于发病机制不明,现有衰弱筛查和评估工具多达几十种。应根据具体需求和条件选择不同筛查和评估工具。见表 1。

1.5.1 衰弱的筛查工具 主要包括 FRAIL 量表(Frailty Scale, FS)<sup>[21]</sup>、临床衰弱量表(Clinical Frailty Scale, CFS)<sup>[22]</sup>和埃德蒙顿衰弱量表(Edmonton Frailty Scale, EFS)<sup>[23]</sup>等。

1.5.2 衰弱的评估工具 目前应用最多的衰弱评估工具是 Fried 衰弱表型(Fried Frailty Phenotype, FFP)<sup>[5]</sup>量表和衰弱指数(Frailty index, FI)<sup>[24]</sup>,两者都被证实可以预测临床重要结局(如住院和死亡率)。

## 2 老年衰弱的运动康复干预措施

推荐 6: 目前运动康复被认为是衰弱最有效的干预方式之一,主张多模式运动康复方案,包括抗阻运动、有

氧运动、平衡和柔韧性运动。

2.1 运动康复干预对衰弱的疗效 缺乏运动是罹患慢性疾病的危险因素,有规律的运动已成为预防慢病和功能障碍的关键措施之一。与久坐相比,经常运动会延缓衰老,降低失能的风险,即使 85 岁开始运动,也可延长预期寿命 3 年<sup>[25]</sup>。在规律、有监护的运动干预下,重度衰弱患者也可部分恢复肌肉质量和功能,改善线粒体质量,减少促炎性细胞因子分泌,增加抗炎因子释放<sup>[26]</sup>。

2.2 运动干预衰弱的机制 运动干预可以减少与年龄相关的氧化损伤和慢性炎症,增加自噬,促进蛋白质合成<sup>[27]</sup>;同时增加游离睾酮和生长激素水平,促进骨骼肌中胰岛素样生长因子-1 表达<sup>[28]</sup>。多模式运动干预 3 个月后,衰弱老年人的握力、起立-行走时间和平衡功能都得到改善,白细胞介素-6 和 C 反应蛋白水平降低<sup>[29]</sup>。

### 2.3 衰弱的运动康复方案

2.3.1 国外干预方案 对于衰弱或衰弱前期人群,相比于单一运动方式,抗阻、有氧、平衡和柔韧性训练的多模式训练是最有效的选择。西班牙的 VIVI-frail 多模式运动方案<sup>[30]</sup>是社区/医院干预和预防老年人衰弱与跌倒相关研究较为系统、临床证据较多的方案;新西兰 Otago 运动方案是预防老年人跌倒的多模式运动方案,可以改善认知衰弱、躯体功能和心理健康,避免跌倒和衰弱的发生<sup>[31]</sup>。另有较多国外研究<sup>[29,32]</sup>的运动康复方案也都能改善衰弱老年人躯体功能、认知功能和焦虑抑郁情绪等。

表 1 老年衰弱的常用筛查和评估工具

工具	评估条目	评判标准	优缺点
FI	涵盖了疾病的症状、体征、情绪、认知、生活能力和营养等 70 项指标。	(1) 非衰弱 < 0.12; (2) 衰弱前期 0.12 ~ 0.24; (3) 衰弱 ≥ 0.25。	用于诊断,评估范围全面,耗时久,内容繁琐。
FFP	(1) 不明原因体重下降; (2) 疲乏; (3) 握力下降; (4) 行走速度下降; (5) 体力活动下降。	(1) 非衰弱 0 分; (2) 衰弱前期 1 ~ 2 分; (3) 衰弱期 ≥ 3 分。	用于诊断,需要定量工具,不同人群异质性大。
FS	(1) 疲劳感; (2) 阻力感(上 1 层楼梯即感困难); (3) 自由活动下降(不能行走 1 个街区); (4) 多种疾病共存(≥ 5 个); (5) 体重减轻。	(1) 非衰弱 0 分; (2) 衰弱前期 1 ~ 2 分; (3) 衰弱期 ≥ 3 分。	用于筛查,耗时短,操作便捷。
CFS	根据衰弱程度将患者由高到低分为 9 个等级,通过对共病、日常活动能力和认知能力的评估进行综合判断。	(1) 健康 1 ~ 3 级; (2) 衰弱中期 4 ~ 5 级; (3) 衰弱 6 级及以上。	用于筛查,耗时短,评判具有一定主观性。
EFS	(1) 认知(画钟); (2) 一般健康状况; (3) 功能独立性; (4) 社会支持; (5) 多重用药; (6) 营养; (7) 情绪; (8) 失禁; (9) 功能(起立-行走计时测试)。	(1) 非衰弱 0 ~ 4 分; (2) ≥ 5 分提示衰弱。总分 0 ~ 17 分,分数越高,越衰弱。	简单易评,未经培训的人员可以使用。

2.3.2 国内干预方案 刘遂心团队编制的循环训练操(X-CircuiT)是时长46 min的中等强度运动方案,主要包括有氧、抗阻、平衡柔韧和中医穴位拍打。3个月后,X-CircuiT能使衰弱前期老年人的绝对风险比下降82%<sup>[33]</sup>。另有学者发现,通过八段锦或简式太极拳等干预衰弱可增强下肢肌力,改善平衡功能和认知<sup>[34-35]</sup>。

推荐7:运动方案的制订应包括运动方式、运动强度、运动时间、运动频次,并应遵循总量控制、循序渐进和个体化等原则。

2.4 运动康复干预方案的制订 根据美国运动医学学院《ACSM运动测试与运动处方指南》的基本原则,运动处方的制订依据FITT-VP原则。反映了个性化运动计划中的运动频率(frequency, F)即每周锻炼的频率;运动强度(intensity, I)指运动的难度;运动时间(time, T)指每轮运动持续的时间;运动方式(type, T)包括抗阻、有氧、平衡及柔韧性运动等;运动总量(volume, V)即每周的运动总量;运动进阶(progression, P)即运动的递增量<sup>[36]</sup>。运动强度和运动进阶必须根据个人躯体功能、训练目标和运动后反应适时进行调整<sup>[37]</sup>。

推荐8:建议进行上肢和下肢的大肌群抗阻训练,初次练习、体弱的老年人建议使用弹力带,坐姿训练是较为安全的方式。

2.5 抗阻运动 抗阻运动能促进肌肉蛋白质合成代谢,使肌肉对抗外力收缩从而维持肌肉力量与肌肉功能,因此常被推荐用于对抗与年龄相关的肌量减少和肌肉质量下降。

2.5.1 运动方式 通过自身重力或哑铃、弹力带等器械给予肌肉一定负荷量,诱导肌肉收缩。自身重力的抗阻运动包括坐-站训练、蹲起训练、俯卧撑等,也可采用弹力带、哑铃、沙袋等进行屈臂、推胸、直腿抬高等抗阻运动。主要针对肱二头肌、肱三头肌、胸大肌和股四头肌等大肌群进行抗阻训练,增强肌肉质量、力量和爆发力。对于力量较差的老年人,使用弹力带是较为安全的抗阻运动方式。肌力3级及以上、能独立行走、不需要辅具者可采取站姿进行训练,对于衰弱、失能或需要辅具行走的老年人可以采取坐姿训练<sup>[38]</sup>。

2.5.2 运动强度 通常用1RM(one-repetition maximum, 1RM)表示强度,指单一肌肉1次收缩所产生的最大肌力,可利用哑铃、弹力带、卧推或专业的工

具测量。建议衰弱老年人进行抗阻训练时先从低强度(20%~30% 1RM)开始,之后逐渐增加至高强度(80% 1RM)<sup>[39]</sup>。

2.5.3 运动频率及时间 建议根据衰弱老年人的不同功能水平进行练习。每周至少2次,每次1~3组,每组重复8~12次,组间间歇0.5~1 min,根据负荷重量调整重复次数<sup>[40]</sup>。对于老年体弱者可在人工监督下进行或选择坐式抗阻训练,其中坐-站训练对于功能受损的衰弱老年人功能恢复有较大益处。

推荐9:长期规律的中等强度有氧运动可以增加心肺耐力,改善线粒体功能。运动方式可根据个人喜好和运动能力选择行走、踏步、慢跑、健身操和太极拳等。衰弱老年人每周可进行有氧运动5~7次,每次从5~10 min开始,逐渐增加至15~30 min。

2.6 有氧运动 随着年龄增长,肺活量和心肺耐力都会有所下降,衰弱老年人线粒体功能障碍,氧气交换受限,肌肉利用氧气的能力也随之下落。有氧运动可以帮助老年人增强心肺耐力,提高摄氧量,改善人体代谢功能等。

2.6.1 运动类型 对于能独立行走或衰弱前期的老年人,可以进行踏步、快走、慢跑、游泳、登山、健身操、八段锦、太极拳和广场舞等运动<sup>[41]</sup>。对于需辅具行走的老年人,建议进行坐位踏步、蹬车或手摇车运动。为了提高运动的协调能力和认知功能等,鼓励老年人进行双重任务训练,如踏步的同时进行扩胸、拍腿和出拳等。运动模式可根据个人喜好、可及性、认知水平、慢病以及肌肉骨骼疾病等方面来决定。

2.6.2 运动强度 建议从30%~40%最大心率开始,逐渐增加至70%~75%是安全且有效的。但以心率作为运动强度观察指标时,应考虑一些药物对心率的影响。运动强度还可使用Borg 6~20级的主观疲劳程度量表进行评估,对于衰弱老年人建议11(轻松)~13(稍累)为最佳强度,表现为身体微微出汗、与周围人说话不断断断续续。

2.6.3 运动频率及时间 衰弱老年人在自身允许的范围进行适度有规律的有氧耐力运动,可以提高机体的有氧能力、抗疲劳能力和肌肉耐力,从而改善衰弱。建议衰弱老年人每周进行有氧耐力训练5~7次,每次可以从5~10 min开始,逐渐增加至15~30 min<sup>[42]</sup>。

推荐10:平衡运动能降低跌倒的发生风险,衰弱老年人应在有人监督的情况下进行练习。

2.7 平衡运动 平衡能力是人体肌肉、骨骼、关节、神经心理等综合机能的体现。随着年龄的增长,这些系统都会退化,从而增加跌倒的风险<sup>[43]</sup>。证据表明,平衡功能锻炼可将跌倒率降低 24%,多模式锻炼计划可将跌倒率降低 34%<sup>[44]</sup>。因此,改善老年人平衡功能有助于预防跌倒的发生。

2.7.1 训练方式 包括太极拳、八段锦、站立瑜伽、单腿站立、足跟或足尖站立(在柔软的表面行走,如泡沫床垫)和直线行走等<sup>[41-42]</sup>。部分动作(如特定的命令、音乐或双重任务练习)可通过闭眼锻炼本体感觉或改善认知。

2.7.2 训练频率及时间 建议每周进行平衡练习 3 次,其中至少有 2 次在监督下进行<sup>[45]</sup>。为避免跌倒,建议衰弱老年人在安全环境下由照护人员陪同练习。

2.8 柔韧性训练 旨在提高关节活动度与肌肉、肌腱、韧带、皮肤和其他组织的弹性与伸展能力。热身时柔韧性运动可以增加关节、韧带的活动度,减少运动损伤的风险,防止肌肉僵硬,增强肢体灵活性。训练方式包括动力性或静力性拉伸、慢动作拉伸、瑜伽等。在运动中要求伸展至感到紧绷或轻微不适。

2.9 运动总量 运动总量由运动时间、运动频率和运动强度决定,建议衰弱老年人每周进行 3~5 次中等强度训练。对于衰弱前期老年人,最佳运动时间为 45~60 min/次,衰弱老年人为 30~45 min/次<sup>[46-47]</sup>。推荐 11: 运动要循序渐进,量力而行。结合自身实际情况,调整运动方式、运动强度和运动时间。

2.10 运动进阶 运动过程中强调循序渐进。对于开始阶段,尤其是无规律运动习惯的高龄、衰弱老年人通常采取“低起点、缓慢加”的策略,逐渐增加运动量,才能提高老年人的运动依从性,从而更好地坚持锻炼,减少运动相关的心血管损伤风险<sup>[48]</sup>。

2.11 运动注意事项 (1) 运动前进行安全性评估,包括老年人的疾病情况、生理状态和运动能力等,重点是心肺系统和运动能力的评估。(2) 运动前请康复科医师评估姿势、关节力线、运动模式和原有疾病对运动的影响,避免运动后发生关节疼痛和损伤。(3) 运动过程中注意呼吸方式。呼气用力,吸气放松,不要憋气。(4) 运动后若出汗过多,可补充电解质。(5) 运动在于坚持,养成良好的运动习惯有助于维持老年人躯体功能,保持运动效果。(6) 一旦出现不良事件应立刻停止运动,及时进行处理。(7) 不断监测健康状况和运动效果,根据个体

反馈调整运动计划。(8) 运动要循序渐进,初始运动量应适度,逐渐增加运动强度和运动时间,给身体充分的适应时间。(9) 对于衰弱人群,特别是有慢性疾病或其他健康问题的人群,建议在专业人士的指导下进行运动,以确保运动的安全性和有效性。

推荐 12: 智能化可穿戴设备可作为干预辅助措施,用于老年人运动健康评估和监测。

2.12 智能化可穿戴设备 随着科技进步,可穿戴设备越来越多的应用于老年人运动健康管理中,可作为运动锻炼评估和监测的工具(如平衡智能评估训练仪、无线三轴体动记录仪等),促进老年人高质量干预并科学评估运动锻炼效果<sup>[49]</sup>。在国外,可穿戴式的运动传感设备作为一种医疗辅助工具越来越多的应用于衰弱的筛查、干预和管理中。运动传感设备可进行日常随身监测,识别衰弱的潜在风险因素,监测衰弱的进展。目前,我国的科技部重点专项也越来越关注穿戴式健康检测技术、运动健康随身监控技术等方面的研究,有助于可穿戴设备更好地应用于衰弱老年人的运动健康管理。

### 3 总结

随着人口老龄化程度日益加剧,衰弱在老年人中也日益普遍。衰弱老年人面临更多的不良后果,包括跌倒、住院、失能、失智甚至死亡等,严重影响老年人的终末期生活质量和健康预期寿命。但衰弱是动态可逆的,积极预防和控制衰弱是防治失能的关键。本共识有助于早期筛查衰弱,制订预防和干预衰弱发生、发展的运动康复方案,提高老年人的身体功能和生活质量,实现健康老龄化。

执笔专家 彭楠,陈洁,保志军,陈国兵,高俊岭

专家组成员(按姓名汉语拼音排序,排名不分先后):

保志军(复旦大学附属华东医院)  
陈国兵(暨南大学基础医学与公共卫生学院)  
陈洁(复旦大学附属华东医院)  
陈亚平(首都医科大学附属北京同仁医院)  
范永前(复旦大学附属华东医院)  
高俊岭(复旦大学公共卫生学院)  
胡坚(江西省人民医院)  
黄鹏(北京大学民航总医院)

黄一沁 ( 复旦大学附属华东医院)  
姜 丽 ( 中山大学附属第六医院)  
李祥晨 ( 国家体育总局体育科学研究所)  
彭 楠 ( 中国人民解放军总医院第二医学中心)  
孙 丹 ( 北京大学第一医院)  
王姣锋 ( 复旦大学附属华东医院)  
王惠芳 ( 同济大学附属养志康复医院)  
姚新苗 ( 浙江中医药大学附属第三医院)  
张安仁 ( 同济大学附属上海市第四人民医院)  
张立宁 ( 中国人民解放军总医院第一医学中心)  
赵 超 ( 复旦大学老年基础医学研究所)  
郑洁皎 ( 复旦大学附属华东医院)

共识撰写秘书组 徐率轩,曹梦宇,刘金炜 ( 中国人民解放军总医院第二医学中心)

#### 参考文献

- [ 1 ] 宁吉喆. 第七次全国人口普查主要数据情况[J]. 中国统计, 2021 ( 5 ): 4-5.
- [ 2 ] Buckinx F, Rolland Y, Reginster JY, *et al.* Burden of frailty in the elderly population: perspectives for a public health challenge[J]. Archives of Public Health, 2015, 73 ( 1 ): 19.
- [ 3 ] Kojima G, Liljas AEM, Iliffe S. Frailty syndrome: implications and challenges for health care policy [J]. Risk Manag Healthc Policy, 2019, 12: 23-30.
- [ 4 ] Rockwood K, Mitnitski A. Frailty in relation to the accumulation of deficits[J]. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2007, 62 ( 7 ): 722-727.
- [ 5 ] Fried LP, Tangen CM, Walston J, *et al.* Frailty in older adults: evidence for a phenotype[J]. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2001, 56 ( 3 ): M146-M156.
- [ 6 ] Kelaiditi E, Cesari M, Canevelli M, *et al.* Cognitive frailty: rationale and definition from an ( I. A. N. A. /I. A. G. G. ) international consensus group [J]. J Nutr Health Aging, 2013, 17 ( 9 ): 726-734.
- [ 7 ] Gobbens RJJ, van Assen MALM, Luijckx KG, *et al.* The predictive validity of the Tilburg Frailty Indicator: disability, health care utilization, and quality of Life in a population at risk [J]. Gerontologist, 2012, 52 ( 5 ): 619-631.
- [ 8 ] Zhao JL, Liu YWJ, Tyrovolas S, *et al.* Exploring the concept of psychological frailty in older adults: a systematic scoping review [J]. J Clin Epidemiol, 2023, 159: 300-308.
- [ 9 ] Hoogendijk EO, Afilalo J, Ensrud KE, *et al.* Frailty: implications for clinical practice and public health[J]. Lancet, 2019, 394 ( 10206 ): 1365-1375.
- [10] 田鹏,杨宁,郝秋奎,等. 中国老年衰弱患病率的系统评价[J]. 中国循证医学杂志, 2019, 19 ( 6 ): 656-664.
- [11] Ma Y, Hou LS, Yang XF, *et al.* The association between frailty and severe disease among COVID-19 patients aged over 60 years in China: a prospective cohort study [J]. BMC Med, 2020, 18 ( 1 ): 274.
- [12] Birkelbach O, Mörgeli R, Spies C, *et al.* Routine frailty assessment predicts postoperative complications in elderly patients across surgical disciplines—a retrospective observational study [J]. BMC Anesthesiol, 2019, 19 ( 1 ): 204.
- [13] Ko D, Bostrom JA, Qazi S, *et al.* Frailty and cardiovascular mortality: a narrative review [J]. Curr Cardiol Rep, 2023, 25 ( 4 ): 249-259.
- [14] Tarazona-Santabalbina FJ, Naval E, De la Cámara-de Las Heras JM, *et al.* Is frailty diagnosis important in patients with COPD? A narrative review of the literature [J]. Int J Environ Res Public Health, 2023, 20 ( 3 ): 1678.
- [15] Bielecka-Dabrowa A, Ebner N, Dos Santos MR, *et al.* Cachexia, muscle wasting, and frailty in cardiovascular disease [J]. Eur J Heart Fail, 2020, 22 ( 12 ): 2314-2326.
- [16] Li HF, Manwani B, Leng SX. Frailty, inflammation, and immunity [J]. Aging Dis, 2011, 2 ( 6 ): 466-473.
- [17] Ferrucci L, Fabbri E. Inflammageing: chronic inflammation in ageing, cardiovascular disease, and frailty [J]. Nat Rev Cardiol, 2018, 15 ( 9 ): 505-522.
- [18] Marzetti E, Calvani R, Cesari M, *et al.* Mitochondrial dysfunction and sarcopenia of aging: from signaling pathways to clinical trials [J]. Int J Biochem Cell Biol, 2013, 45 ( 10 ): 2288-2301.
- [19] Taylor JA, Greenhaff PL, Bartlett DB, *et al.* Multisystem physiological perspective of human frailty and its modulation by physical activity [J]. Physiol Rev, 2023, 103 ( 2 ): 1137-1191.
- [20] Clegg A, Hassan-Smith Z. Frailty and the endocrine system [J]. Lancet Diabetes Endocrinol, 2018, 6 ( 9 ): 743-752.
- [21] Abellan van Kan G, Rolland Y, Bergman H, *et al.* The I. A. N. A task force on frailty assessment of older People in clinical practice [J]. J Nutr Health Aging, 2008, 12 ( 1 ): 29-37.
- [22] Rockwood K, Song XW, MacKnight C, *et al.* A global clinical measure of fitness and frailty in elderly People [J]. CMAJ, 2005, 173 ( 5 ): 489-495.
- [23] Rolfson DB, Majumdar SR, Tsuyuki RT, *et al.* Validity and reliability of the Edmonton Frail Scale [J]. Age Ageing, 2006, 35 ( 5 ): 526-529.
- [24] Rockwood K, Mitnitski A. Frailty defined by deficit accumulation and geriatric medicine defined by frailty [J]. Clin Geriatr Med, 2011, 27 ( 1 ): 17-26.

- [25] Wen CP , Wai JPM , Tsai MK , *et al.* Minimum amount of physical activity for reduced mortality and extended Life expectancy: a prospective cohort study [J]. *Lancet* , 2011 , 378 ( 9798 ) : 1244-1253.
- [26] Monteiro-Junior RS , de Tarso Maciel-Pinheiro P , da Matta Mello Portugal E , *et al.* Effect of exercise on inflammatory profile of older persons: systematic review and Meta-Analyses [J]. *J Phys Act Health* , 2018 , 15 ( 1 ) : 64-71.
- [27] Angulo J , El Assar M , Álvarez-Bustos A , *et al.* Physical activity and exercise: Strategies to manage frailty [J]. *Redox Biol* , 2020 , 35 : 101513.
- [28] de Alcántara Borba D , da Silva Alves E , Rosa JPP , *et al.* Can IGF-I serum levels really be changed by acute physical exercise? a systematic review and Meta-Analysis [J]. *J Phys Act Health* , 2020 , 17 ( 5 ) : 575-584.
- [29] Sadjapong U , Yodkeeree S , Sungkarat S , *et al.* Multicomponent exercise program reduces frailty and inflammatory biomarkers and improves physical performance in Community-Dwelling older adults: a randomized controlled trial [J]. *Int J Environ Res Public Health* , 2020 , 17 ( 11 ) : 3760.
- [30] Casas-Herrero Á , Sáez de Asteasu ML , Antón-Rodrigo I , *et al.* Effects of vivifrail multicomponent intervention on functional capacity: a multicentre , randomized controlled trial [J]. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* , 2022 , 13 ( 2 ) : 884-893.
- [31] Jahanpeyma P , Kayhan Koçak FÖ , Yıldırım Y , *et al.* Effects of the otago exercise program on falls , balance , and physical performance in older nursing home residents with high fall risk: a randomized controlled trial [J]. *Eur Geriatr Med* , 2021 , 12 ( 1 ) : 107-115.
- [32] Tarazona-Santabalbina FJ , Gómez-Cabrera MC , Pérez-Ros P , *et al.* A multicomponent exercise intervention that reverses frailty and improves cognition , emotion , and social networking in the Community-Dwelling frail elderly: a randomized clinical trial [J]. *J Am Med Dir Assoc* , 2016 , 17 ( 5 ) : 426-433.
- [33] Dun YS , Hu P , Ripley-Gonzalez JW , *et al.* Effectiveness of a multicomponent exercise program to reverse pre-frailty in community-dwelling Chinese older adults: a randomised controlled trial [J]. *Age Ageing* , 2022 , 51 ( 3 ) : afac026.
- [34] 张靖婷 , 傅映平 , 尹玲. 八段锦对老年人衰弱影响的系统评价 [J]. *中国老年保健医学* , 2022 , 20 ( 4 ) : 22-24 , 28.
- [35] Huang CY , Mayer PK , Wu MY , *et al.* The effect of Tai Chi in elderly individuals with sarcopenia and frailty: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Ageing Res Rev* , 2022 , 82 : 101747.
- [36] 《运动处方中国专家共识 ( 2023 ) 》专家组. 运动处方中国专家共识 ( 2023 ) [J]. *中国运动医学杂志* , 2023 , 42 ( 1 ) : 3-13.
- [37] Nelson ME , Rejeski WJ , Blair SN , *et al.* Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association [J]. *Circulation* , 2007 , 116 ( 9 ) : 1094-1105.
- [38] Xu SX , Gong ZY , Wang F , *et al.* Intervention of muscle-building and antifrailty exercise combined with Baduanjin for frailty of different functional levels: study protocol for a randomised controlled trial [J]. *BMJ Open* , 2023 , 13 ( 12 ) : e074827.
- [39] Jadcak AD , Makwana N , Luscombe-Marsh N , *et al.* Effectiveness of exercise interventions on physical function in community-dwelling frail older People: an umbrella review protocol [J]. *JBI Database System Rev Implement Rep* , 2018 , 16 ( 3 ) : 752-775.
- [40] Lopez P , Pinto RS , Radaelli R , *et al.* Benefits of resistance training in physically frail elderly: a systematic review [J]. *Ageing Clin Exp Res* , 2018 , 30 ( 8 ) : 889-899.
- [41] Izquierdo M , Merchant RA , Morley JE , *et al.* International exercise recommendations in older adults ( ICFSR ) : expert consensus guidelines [J]. *J Nutr Health Aging* , 2021 , 25 ( 7 ) : 824-853.
- [42] Cadore EL , Rodríguez-Mañas L , Sinclair A , *et al.* Effects of different exercise interventions on risk of falls , gait ability , and balance in physically frail older adults: a systematic review [J]. *Rejuvenation Res* , 2013 , 16 ( 2 ) : 105-114.
- [43] Dunskey A. The effect of balance and coordination exercises on quality of Life in older adults: a Mini-Review [J]. *Front Aging Neurosci* , 2019 , 11 : 318.
- [44] Sherrington C , Fairhall NJ , Wallbank GK , *et al.* Exercise for preventing falls in older People living in the community [J]. *Cochrane Database Syst Rev* , 2019 , 1 ( 1 ) : CD012424.
- [45] Lacroix A , Hortobágyi T , Beurskens R , *et al.* Effects of supervised vs. unsupervised training programs on balance and muscle strength in older adults: a systematic review and Meta-Analysis [J]. *Sports Med* , 2017 , 47 ( 11 ) : 2341-2361.
- [46] Theou O , Stathokostas L , Roland KP , *et al.* The effectiveness of exercise interventions for the management of frailty: a systematic review [J]. *J Aging Res* , 2011 , 2011 : 569194.
- [47] Bray NW , Smart RR , Jakobi JM , *et al.* Exercise prescription to reverse frailty [J]. *Appl Physiol Nutr Metab* , 2016 , 41 ( 10 ) : 1112-1116.
- [48] Chen FT , Hopman RJ , Huang CJ , *et al.* The effect of exercise training on brain structure and function in older adults: a systematic review based on evidence from randomized control trials [J]. *J Clin Med* , 2020 , 9 ( 4 ) : 914.
- [49] Chen CR , Ding SC , Wang J. Digital health for aging populations [J]. *Nat Med* , 2023 , 29 ( 7 ) : 1623-1630.

( 收稿日期: 2024-05-11 )

( 本文编辑: 朱音 )