



老年人力量测评研究进展

——基于“健康老龄化”背景下的功能发挥视角

王晶晶

摘要:“健康老龄化”是从健康和医疗角度应对人口老龄化的有效路径。在“健康老龄化”概念框架下,维持老年人的功能发挥应该是老年人健康促进的最终目标,因而,老年人的健康评估也应基于功能发挥视角展开。本研究基于世界卫生组织提出的“健康老龄化”概念框架下的功能发挥视角,对肌肉力量与老年人功能发挥、老年人主要功能评估工具的研究进展进行了概述,并对基于功能视角开发的,在老年人力量测评中被广泛使用的握力、手臂弯举和坐站测试3项测试指标的测试意义、测试方法,以及和健康的关系等研究进行了综述和展望。

关键词:老年;健康老龄化;肌力测评;功能发挥

中图分类号:G804 文献标志码:A 文章编号:1006-1207(2021)02-0068-10

DOI:10.12064/ssr.20210208

Research Progress on the Muscle Strength Assessment in Older Adults: on the basis of the perspective of functional ability under healthy aging

WANG Jingjing

(Shanghai Research Institute of Sport Science& Shanghai Anti-Doping Agency, Shanghai 200030, China)

Abstract: Healthy aging is an effective public health approach to deal with population aging. Within the conceptual framework of healthy aging, maintaining the functional ability is the ultimate goal of promoting wellbeing in older adults. Therefore, the health assessment of older adults should be conducted based on the perspective of functional ability. On the basis of the perspective of functional ability within the conceptual framework of healthy aging proposed by the World Health Organization, this study reviewed the research progresses on muscle strength and functional ability in older adults, as well as muscle strength assessments of older adults. Grip strength test, arm curl test and chair stand test are three assessments developed under the perspective of functional ability, which are widely used in the muscle strength assessment in older adults. Additionally, this study also reviewed and prospected the research on the measurement significance, measurement methods and health-related relationships of grip strength test, arm curl test and chair stand test.

Key Words: aged; Healthy Aging; muscle strength assessment; functional ability

人口老龄化是当前社会普遍关注的焦点问题之一。我国是世界上老龄人口规模最大的国家,老龄化程度日益加深加快,正面临严峻的人口“又多又老”的新国情^[1]。“健康老龄化”是从健康和医疗角度应对人口老龄化的有效路径,其终极目标是改善老年人的功能发挥。因而,“健康老龄化”概念框架下,老年人健康测评的核心应该是老年人功能状态的测量与评价^[2]。

肌肉力量是维持老年人日常生活能力的重要要素,足够的肌肉力量储备有助于延长老年人独立生活时间^[3],并有效维持老年人的功能发挥水平。随年龄增长,老年人肌肉力量可能因运动单位的流失而出现下降^[4],而力量练习已经被证实可以有效改善或延缓老年人肌肉质量和力量的增龄性下降^[5],是一种有效的非医疗干预手段。科学的体育锻炼应该是

收稿日期:2020-11-01

基金项目:2020年上海市体育科技“全民健身计划”项目(20Q007)。

作者简介:王晶晶,女,在读博士研究生,副研究员。主要研究方向:体质研究,运动与适应。E-mail:linzs912@163.com。

作者单位:上海体育科学研究所(上海市反兴奋剂中心),上海 200030。



以包括力量评估在内的运动与健康评估为前提的,定期对老年人的肌力进行评估,有利于及时了解老年人肌肉力量的衰退程度,尽早识别出老年群体中因肌力衰退所致的功能受限人群,并及时采取针对性的干预措施以延缓老年人肌力衰退、改善身体功能,保证其稳定的功能发挥。本研究在概述健康老龄化概念框架、肌肉力量与功能发挥以及老年人功能评估研究进展的基础上,基于“健康老龄化”背景下的功能发挥视角,系统总结国内外老年人力量测评方法,为老年人肌肉力量和功能评估的应用,以及老年人科学健身指导的实践提供理论依据。

1 背景:“健康老龄化”概念框架

1.1 老年阶段的老化轨迹存在异质性

老年和老化是两个不同的概念。人口统计学中的“老年”,是基于生命自然属性形成的社会规范,通常指日历年龄 60 岁或 65 岁以上的人群^[6]。本质上,老年只是一个相对的概念,是人为划定的年龄界限,老龄化这一定义本身并无好坏之分。随着现代社会的不断发展进步,人民生活、医疗技术和社会服务水平不断提高,日历年龄定义下的全球老年人口规模不断扩大,人口老龄化已经成为现代社会发展的人口新常态^[7]。

生理学上的老化或衰老是一种正常的生理机制,是从生命伊始就在发生的动态过程^[8],可以说生命和老化是同步进行的。个体的老化在老年后开始进入显化阶段,这种增龄性的机体功能下降、内环境稳态失衡、结构中心组分退行性变化、趋向死亡的不可逆状态,是病理生理学上定义的“老化”^[9]。机体的老化是一个复杂的过程,微观层面的细胞衰老和机体老化密切关联。随着年龄不断增长,机体细胞老化加速、老化细胞的清除减慢并在体内逐渐累积,造成整体细胞水平的老化和损伤。这种整体细胞水平的老化被认为是机体老化的基础^[10]。

从生命历程视角来看,不论健康还是老化都是一个终生发展的过程。随年龄增长,机体的老化过程在生命各个阶段受到不同因素的影响而出现累积,进而发生分化^[11],老年期的健康水平和老化程度是个人、文化(地理)、历史时间和社会结构/制度等多因素共同作用的结果^[12],是成年以后异质性分化程度最高的时期^[13]。由于老年阶段老化轨迹的异质性,人在进入老年阶段后,不一定会出现明显的老化显性化状态,老年人也可以表现如年轻人的活力和健康水平;反之,老化的显性状态也不一定到老年阶段才会出现,有些年轻人身体机能和健康水平已经出现明显的老化,如不及时采取措施,发展至老年阶

段,他们的身体机能和健康水平可能会衰退到丧失活动能力的失能阶段。

由于老年人的健康水平、老化程度具有复杂的多样性,日历年龄并不是足以反映老年人老化程度、健康水平和死亡风险的可靠代理变量^[14],单纯使用日历年龄对老年人健康和社会参与状态等进行定义显然存在局限,因而相继有研究者们提出了主观年龄、生理年龄等概念。相较日历年龄,老年人更加认同其自我感知到的主观年龄。研究发现,老年人报告的主观年龄大多低于其日历年龄,更年轻的主观年龄与身体健康状况和积极的老化态度密切相关,并进而影响老年人的社会参与^[15]。除了自我感知的主观年龄外,客观的基于个体关键生理特征推导出的生理年龄概念也被较多使用^[16]。也有研究者认为,老年的定义应该是动态的,这一定义应该考虑从“年轻”到“健康”再到“自理”的层次递进体系^[17],这一定义似乎更加贴近“健康老龄化”中以最大化老年人功能发挥为目标的理念。

1.2 从功能发挥的视角看待老年人的健康问题

随着近几十年研究的不断发展深入,老化的过程被认为是可以与疾病共存的^[18]。现代社会,人口老龄化已经成为人类社会发展的必然态势和严峻挑战,作为从卫生和健康角度应对全球人口老龄化的行动策略,“健康老龄化”最初由世界卫生组织(World Health Organization, WHO)在 1987 年的世界卫生大会上提出。经过二十余年不断的发展创新,在 2015 年《关于老龄化与健康的全球报告》中,“健康老龄化”被定义为“发展和维护老年健康生活所需的功能发挥的过程”^[19]。

“健康老龄化”将最大化老年人的“功能发挥”作为其终极目标,基于功能发挥的视角看待老年人的健康问题,并将老化过程划分为功能完好(能力强而稳定)、能力衰退和失能 3 个连续的阶段。与传统的基于疾病严重程度和共病情况评价老年健康的视角不同,“健康老龄化”认为老化与健康关系不大,健康也并不是指没有疾病,在疾病控制良好的情况下,疾病对功能发挥的影响甚微^[20]。因而,只要老年人有能力维持良好的功能发挥水平,不论他们是否患有一种或多种疾病,都属于高水平的健康状态。

1.3 “功能”的概念辨析

广义的“功能”定义,源自 WHO 在 2001 年提出的国际功能、残疾与健康分类(International Classification of Functioning, Disability and Health, ICF),包



括了身体功能与结构 (body functions and body structures)、活动 (activity) 和参与 (participation) 3 个维度^[21]。“功能发挥”是 WHO《关于老龄化与健康》中文报告中对原文“functional ability”的译法,被定义为“使个体能够按照自身观念和偏好来生活与行动的健康相关因素”,是个体内在能力与其相关环境共同作用的结果。其中,内在能力是“个体在任何时候都能动用的全部身体机能和脑力的组合”;而环境则包括组成个体生活背景的所有微观到宏观层面的外界因素。总体来讲,WHO 的“健康老龄化”框架,关注人与环境相互作用中的表现,是一种基于整合模型的综合性观点。这种综合性观点被广泛应用于社会科学、公共卫生和心理学等领域的研究中,有利于实现从理论研究到综合性保健和服务的转化,使人在现实环境中的实际表现最佳化。例如,对于身体功能缺损或活动已经受限的老年人,可能因为合理使用助行器、轮椅等辅助器具和周围友好、宜居的环境,依旧维持良好的功能发挥水平。

相较上述社科类应用研究中的广义功能概念,自然科学的方法大多关注人的能力本身^[22],包括系统、器官、分子甚至更小单元水平的身体功能和结构,因而老年医学、康复医学等领域常提及的“功能”的概念,更贴近 ICF 的广义“功能”定义下关于“身体功能”的描述,指包括身体功能和心理功能在内的生理功能。在随着年龄增长的老化进程中,微观层面的分子和细胞老化与损伤的日积月累,逐渐外显为身体上渐进而广泛的功能损伤,进而影响老年人的功能发挥。WHO 认为,随着年龄不断增长、老化不断累积,普遍可能发生的健康基本变化,包括运动功能 (movement functions)、感官功能 (sensory functions)、认知功能 (cognitive functions)、性行为 (sexuality, 研究大多侧重于性功能方面)、免疫功能 (immune function)、和皮肤功能 (function of the skin)。其中,肌肉质量的增龄性下降导致的肌肉力量和运动功能的下降,往往在成年早期的峰值之后就会发生^[19]。

2 肌肉力量与老年人的功能发挥

2.1 肌肉与老化

老化可能表现为不同的临床类型,与年龄有关的老化表型大致可以分为:身体成分的变化(包括骨骼和肌肉质量下降、腹部脂肪增加),生物力学和组织结构的改变,增龄相关的疾病和虚弱等,这其中包括肌肉质量、力量的流失在内的增龄性身体成分变化可能最早发生^[23]。研究发现,骨骼肌质量的增龄性流失会在 60 岁后不断加速^[24],60~70 岁肌肉质量丢失约 40%^[25],80~90 岁肌肉质量的流失可达 50%^[26]。伴随肌肉质量

的流失,肌肉力量随之下降^[25]。老年人肌肉质量和力量的增龄性流失,与神经肌肉系统老化、运动神经元数量减少导致的运动单位数量的减少有关^[27]。这种运动单位的增龄性减少,导致肌肉质量减少、肌肉力量衰退、肌肉生理功能减弱,最终可能发展为肌少症^[28]。

大约 50% 的肌肉增龄性流失发生在四肢骨骼肌^[29],这种发生在四肢肌肉的质量和力量的下降会影响老年人的运动功能,进而影响其日常活动能力,降低其生活质量,并进一步成为导致老年人失能的关键原因^[30]。衰老、疾病和废用都可能使肌肉质量、力量下降和肌肉功能减退^[31]。另外,关于肌少症的研究认为,营养缺乏、运动神经元退化、激素水平变化、炎症、遗传等因素也可能成为导致肌肉老化并继而发展为肌少症的可能机制^[32]。实际上,骨骼肌是高度可塑性的组织^[33]。由于缺乏体力活动的废用可能会导致肌肉质量、力量和功能衰退,目前普遍被认同的是,科学的力量训练可以有效延缓或对抗骨骼肌的增龄性质量流失和力量下降^[34]。

2.2 肌肉力量与功能发挥

包括肌肉和骨骼系统功能在内的运动系统功能是维持老年人身体功能正常发挥的重要条件^[35],与老年人日常生活中的从椅子上站起、走路、上下楼梯、抓取物品等日常活动密切相关。在完成这些活动时存在障碍的老年人的功能水平就可能已经处于严重衰退甚至失能的阶段。有关疾病负担的研究发现,肌肉骨骼系统疾病 (Musculoskeletal Diseases, MSK) 是导致残疾的主要因素,2000—2015 年,肌肉骨骼系统疾病始终位列造成伤残调整寿命年 (Disability-Adjusted Life Years, DALYs) 损失的前十位主要疾病,并且是导致伤残损失寿命年 (Years Lived with Disability, YLDs) 的第二位主要疾病^[36]。残疾老年人生活质量严重下降,功能发挥水平因此受到影响。

骨骼肌参与身体的所有随意运动,骨骼肌健康因此成为维持良好身体功能的关键要素,任何骨骼肌结构或生理上的变化,如运动单位的减少、肌纤维类型的改变、肌纤维萎缩和神经肌肉传导受阻等都会影响身体活动的速度、力量和强度,使身体表现下降,甚至导致身体功能受限^[37]。对老年人而言,肌肉质量的流失和力量的下降会影响老年人的身体功能^[38],进而可能对老年人维持独立生活能力和稳定的功能发挥产生负面影响。因而,定期的测量老年人的肌肉质量和力量,有助于了解老年人的运动功能水平,并有效预测老年人未来的日常活动能力^[39]。除了肌肉本身的健康对于维持老年人身体功能至关重要外,



肌肉还参与骨骼健康的调控:一方面,骨骼肌在收缩时产生的机械力作用会对骨骼形成应力刺激,进而维持骨骼系统稳定,预防骨量流失;另一方面肌肉和骨骼的内分泌调控机制紧密相关,肌肉分泌的因子会对骨骼的生长、发育、发展和维持产生影响^[40]。

实际上,肌肉质量和力量的增龄性变化并不完全一致,相较肌肉质量,足够的肌肉力量可能对维持老年人身体功能具有更为重要的作用。有研究认为,与年龄相关的肌肉质量流失对身体功能衰退的影响主要是通过肌肉力量的减少来中介调节的^[34]。在对骨骼的调控作用中,肌肉收缩的力量是决定骨量和骨强度的重要因素,肌肉力量比肌肉质量对骨密度的影响作用更为显著^[41]。在认知功能方面,有研究认为包括肌肉力量测评在内的老人身体功能测试可以作为识别老年人认知功能下降的有效指标^[42]。在抗跌倒能力方面,下肢肌肉力量也是重要影响因素,下肢肌力的减退和步行功能异常是导致老年人跌倒、因跌伤而伤残甚至死亡的第二大原因^[43]。另外,肌肉力量对老年人增龄相关的健康结局至关重要,肌肉力量偏低是导致老年人全因死亡率增加的独立风险因素^[44]。

3 老年人功能评估研究进展

3.1 老年人功能的量表评估

从功能完好发展到失能是长期逐渐累积的个体老化与环境相互作用的结果^[45]。随着年龄逐渐增长,老年人失能的比例随之增加。我国失能老年人口规模庞大^[46],据估计,我国老年人的失能率已达 10.48%~13.31%^[47]。失能老年人的身体功能受损、活动能力受限,医疗和照护的需求增高。因此,目前我国已有的医养结合政策的重点在于满足失能老年人群的医疗和照护需求,但对于功能衰退和功能完好的老年人关注不多,无法起到从源头上预防和降低失能发生的作用^[48]。系统地进行老年人功能测量评估有利于尽早发现失能高风险人群,及时采取延缓失能的有效措施^[49],并且可以作为预测老年人长期照料负担的关键环节^[50]。

在评价老年人身体功能时,独立生活能力和认知能力是保持功能健康的两个重要着力点^[51]。目前,大多数关于内在能力与功能发挥的研究资料,重点关注于已出现明显功能缺损的失能或者失能前期的老年人,最常采用的评估指标体系是基于日常生活场景的日常生活活动(Activities of Daily Living, ADL)或工具性日常生活活动(Instrumental Activity of Daily Living, IADL)评估^[17]。早期的 ADL 评估大多采用量表形式^[52],最常用的量表是 Barthel 指数和改良 Barthel 指数评定量表^[53]。美国康复医学会使用

的功能独立性评测(Functional Independence Measure, FIM)量表因同时涉及运动功能和认知功能两方面的评估及良好的测量信效度,也较常在老年人功能评估时被使用^[54]。

上述评估量表大多关注的是吃饭、洗澡等生活场景中的活动能力,用于识别功能严重衰退和失能人群。但随着社会生活环境的不断发展便利,日常生活对老年人生活自理能力的要求可能因工具的不断便利而进一步降低,换言之,不同环境下相同自理能力的老年人其内在能力或是身体素质可能并不相同。另外,这类量表在评价老年人功能时还存在以下缺陷:对于未发展为失能或轻度失能的人群具有明显的天花板效应;量表使用时可能会有一定的主观倾向;仅能定性测量,很难客观、定量地反应身体结构和功能方面的具体变化^[55]。

3.2 老年人功能的客观评估

由于主观量表评估具有诸多缺陷,近年来基于客观操作的评估方法(要求老年人完成一些日常生活场景的任务,如坐站、步行等)越来越广泛的得以应用^[56]。这类测试在项目的选择上更贴近日常生活活动,更有甚者将日常生活中的动作直接改进,并量化为具体的测试评估方法(例如坐站测试、起立行走测试等)^[57]。有学者对比了已发表的 12 种老年人客观功能评估方法后认为,简易身体表现评估组合(Short Physical Performance Battery, SPPB)信效度最高、最为推荐,其次是身体功能测试(Physical Performance Test, PPT)和身体功能连续测量量表(Continuous Scale Physical Functional Performance, CS-PFP)^[58]。

上述客观的功能评估测试的设计初衷与量表一样,同样是尝试基于日常生活场景的常见任务,识别功能严重衰退甚至失能人群。但这些测评通常不适合检测早期细微的功能减退和功能完好的年轻老年人(60~79 岁)^[59]。1999 年, Rikli 等^[60]基于功能视角开发了功能性体适能测评(Senior Fitness Test, SFT)体系,并将其推广应用于美国老年人功能性体适能的客观评估,通过测量上肢力量、下肢力量、有氧能力、上肢柔韧性、下肢柔韧性和灵活性/动态平衡 6 个维度,评价老年人功能健康。目前, SFT 体系因其良好的信效度和广泛的适用性^[61],被各国学者应用于老年人的功能测评。在日本,针对 65~79 岁老年人的功能评估主要是基于日本文部科学省组织开展的“体力和运动能力调查”,该调查选择了握力、仰卧起坐、改良坐位体前屈、睁眼单脚站立、10 m 障碍物步行、6 min 步行和一份 ADL 自编量表^[62]。我国对于社



区老年人的功能评估目前大多基于国民体质监测指标体系,评估内容包括握力、闭眼单脚站立、坐位体前屈和选择反应时,这一指标体系显然在评估老年人功能健康时在敏感性和鉴别能力方面尚有不足^[63]。2020年下半年开展的第五次国民体质监测首次纳入了30 s坐站测试和2 min原地高抬腿两个客观测试项目用于评估60~79岁老年人的下肢肌肉力量和有氧能力,但具体评估标准尚未制定。

关于老年人功能客观评估中的力量维度,最为常用的评估方法是握力和坐站测试,二者具有测试操作简便、信效度佳、适用人群广泛的特点,不论被单独使用还是纳入ADL测评体系,握力和坐站测试均已被证实是有效的老年人的肌肉力量和功能评估工具^[64],并作为简易测试工具被纳入肌少症(Sarcopenia)的评估诊断^[65]和全因死亡的风险预测等^[66]。此外,SFT测评体系中上肢肌力的测量指标30 s手臂弯举测试,也常与坐站测试一起作为老年人功能与健康研究中肌肉力量维度的评估指标。

4 基于功能视角的老年人力量测评研究进展

4.1 握力测试

握力,即手用力抓握时产生的力量,是手部用力的主要方式。握力测量的是前臂外侧肌群和手内侧肌群的最大肌肉力量,可以反映前臂和手部执行动作的功能能力。日常生活中的许多功能性动作,如洗衣服、抱小孩、购物拿取商品等扔、抓、爬、捡动作,都需要一定水平的握力才能完成,因而握力早期主要被用于手部和上肢功能评估,应用领域包括上肢损伤、手部受伤者的工作能力,以及其他损伤和残疾功能的评估等^[67]。从测量原理上来讲,目前用于握力测量的仪器主要分为液压式、气压式、机械式和电子式4类^[68]。其中,基于气压式原理的Jamar手持式测力计因测量信效度高为美国手治疗协会所推荐,被认为是握力测量的金标准,并在医学领域被广泛使用^[69-70]。国内关于握力的研究多与体质研究有关^[71],因而方便大样本人群数据采集的电子握力器也较常见于国内研究。从测量姿势上,常见的握力测量姿势有坐位、站位和卧位3种,其中坐位是美国手治疗协会推荐的握力测量标准体位,因而是使用最广泛的一种测量姿势;站位是我国《国民体质测定标准》推荐的握力测试体位,国内研究多采用此姿势;卧位则可用于长期卧床老年人手握力的测量。尽管握力已经被证实是经济简易的指标,但实际上不同研究采

用的具体测量评估方法具有很大的不一致性,3种测量姿势中,以站立位测得的握力值更大^[72]。除了测量姿势外,测试者的手型、是否使用有利手、握柄的握距(握宽)等诸多因素都可能对握力测量的结果产生影响^[73]。

由于具有难度小、经济省时、操作简便等优点,握力测试被纳入各国各年龄段人群的体质健康测评体系中,是使用最广泛、最通用的力量测评指标。在我国,握力同样被纳入了国民体质监测指标体系中,是成老年人力量素质的主要评价指标,并具有明显的增龄性变化趋势:表现为男性35岁以后、女性40岁以后握力开始下降,并在50岁后进入下降明显的阶段^[74]。握力水平与身体其他部位的力量水平有中等程度的统计学相关性^[65],握力的持续下降可以反映老年人全身肌肉力量的整体衰退,并可能影响老年人的日常生活,因而在老年医学领域,握力被作为有效的肌肉功能评估指标,推荐用于肌少症和衰弱的诊断。在肌少症诊断中,要同时测定肌肉质量、肌肉力量和躯体功能,参与2019肌少症亚洲工作组的更新版建议,应用于诊断肌少症的肌肉力量界值为:男性握力低于28 kg,女性低于18 kg^[75]。随年龄增长和多种因素的作用,老年人生理储备下降,可能进入抗应激能力(如抗跌倒、急性疾病、药物等刺激的能力)减退的衰弱状态^[76]。在评估和识别衰弱时,Fried衰弱表型评分是使用和推荐最广泛的评估工具之一,握力下降是Fried衰弱表型评分的一个重要维度^[77],握力差者发生衰弱的概率是握力正常者的6倍^[78]。近年来开展的基于WHO“健康老龄化”概念框架的内在能力与功能发挥研究中,握力已经被证实与老年人内在能力有关,低握力水平是可以反映老年人内在能力受损,进而影响老年人功能发挥的有效指标^[79]。此外,由于营养不良会对肌肉功能产生影响,握力也因此可作为营养状态评估的敏感指标^[80]。

握力的老化轨迹相较于步速、认知功能等指标出现衰退的时间更早,换言之,握力的老化更易在老化早期被识别^[81]。加之握力测试的简便经济,握力对健康结局的预测价值逐渐显现。研究发现,相较于肌肉质量,肌肉力量在预测死亡风险时具有更重要的价值,而上肢的握力对于死亡风险的预测价值与下肢的股四头肌肌力相同^[82]。良好的握力水平已经被证实有利于降低全因死亡率、心血管死亡率和心血管疾病发生风险^[83],是有效预测心血管疾病风险和全因死亡率的简易指标^[84]。握力与死亡率的关系一方面可以解释为握力下降与心血管疾病等其他多种代谢类疾病发生风险的增加有关,另一方面也可能



与握力对 ADL 的影响有关。研究发现,握力每降低 5 kg,ADL 多维度(如进食、步行、洗澡等)受限的风险均可能增加,进而增加死亡风险^[85]。另一项长达 25 年的长期追踪研究显示,握力是功能受限和残疾的强有力预测指标,中年时期良好的握力水平可以成为预防老年残疾的有力保护因素^[86]。握力对于认知能力下降同样具有良好的预测价值,研究已经证实握力可以作为增龄性认知能力下降的早期预测指标^[87]。有研究认为,握力与认知功能的明显联系主要发生在 65 岁以后,这可能与退休等其他因素加剧了老化的进程有关^[88]。此外,握力作为一个简易客观的指标可以用于预测健康相关生活质量^[89]、心血管疾病、某些癌症发生和死亡率^[90]等多种健康结局。由于握力已经被纳入肌少症的评估诊断中,并被作为有效预测多种健康结局的简易指标^[91],因而有学者提出,在使用握力进行老年人肌肉力量评估时,仍需制定一种标准化的通用握力测试方法以便于规范诊断和研究间的比较^[68]。

4.2 手臂弯举测试

日常生活中除了需要用力抓握的动作外,许多功能性动作如拎购物袋、搬运杂物、抱小孩等都需要肌肉较长时间的发力,即需要具备一定的肌肉耐力水平。当上肢肌肉耐力衰退到无法长时间维持某个姿势或完成某项活动时,日常生活中一些简单的,如端水杯、拿碗筷等生活动作的完成就会受到影响。目前关于老年人上肢肌肉耐力的功能性测试方法主要是上文提及的 SFT 体系^[92]中推荐的 30 s 手臂弯举测试。该项目改良自美国健康、体育、休闲与舞蹈协会(The American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance, AAHPERD) 早先提出的 60 岁以上老年人功能性测试方案,并将 AAHPERD 方案中女性哑铃和弯举的手臂位置进行了调整,测量 30 s 内男性手握 8 磅(约 3.6 kg)、女性手握 5 磅(约 2.3 kg)重的哑铃进行手臂弯举的次数。作为 SFT 体系中的上肢肌肉耐力的测量指标,30 s 手臂弯举测试已经被证明具有良好的重测信度和效度^[61]。由于手功能依赖于手部自身相关肌群和外部肌群的共同作用,30 s 手臂弯举也可作为一个良好的衡量外部肌群作用下手功能的独立指标^[93]。

在实际应用中,30 s 手臂弯举测试多与 SFT 体系中其他指标一起,联合评估老年人功能性体适能水平。与 SFT 体系中其他功能性测评指标相同,良好的 30 s 手臂弯举成绩与维持老年人功能独立^[94]、降低衰弱风险^[95]、维持认知功能^[96]等均有关联。在实

际应用 30 s 手臂弯举测试评价老年人上肢肌肉力量时,也有学者会针对研究对象的实际情况对弯举的测试动作以及哑铃重量等进行相应的调整^[97]。

4.3 坐站测试

下肢参与完成人体日常活动中站立、走、跑、跳等活动,下肢肌肉力量对于维持日常生活中的功能性独立具有重要意义^[98]。老年人随年龄增长下肢肌力逐渐下降、肌肉流失,跌倒风险增加,并最终可能导致老年人身体活动能力受限,无法完成站、走、跑、跳等下肢活动,并引发一系列健康问题,严重影响老年人的功能发挥。尽管握力可以较好地反映上肢和整体肌力水平,但随年龄增长的股四头肌的力量流失要比握力更快^[99]。加之下肢肌群的肌肉力量在维持老年人身体活动能力和生活质量中发挥着重要作用^[100],因而对老年人下肢肌肉力量进行评估显得尤为必要。

由坐到站是日常生活中最重要的功能性动作,股四头肌的肌力在完成从坐到站的过程中发挥着关键作用^[101]。从椅子上站起离开、较长距离步行、上下楼梯、进出汽车等都需要一定的下肢肌力完成,下肢肌力下降可能导致老年人在完成这些动作时发生跌倒的概率增加,严重者无法完成此类动作,生活质量下降甚至失能。坐站测试就是基于从椅子上站起、坐下这一功能动作设计的简易下肢肌力评价指标^[102]。目前最多被采用的坐站测试主要是 5 次坐站测试和 30 s 坐站测试。

5 次坐站测试就是记录受试者尽快完成 5 次重复坐站所需的时间,是 SPPB 体系中用于测量下肢肌力的主要指标^[103]。在老年人身体功能评估中,5 次坐站测试具有良好的重测信度^[104]。与握力和步速指标一样,5 次坐站测试是可以有效预测 65~75 岁老年人日常生活活动能力下降的简易指标^[105],并可作为预测老年人跌倒风险的功能性测试工具^[106]。在肌少症的筛查中,也可作为步速的替代指标使用^[107]。5 次坐站测试的操作方法在不同研究中报告的结果并不一致,为了便于多研究结果间的比较和筛查诊断,有学者提出应该对 5 次坐站测试的测试流程和操作细节制定统一规范^[108]。

在实际应用时,一方面对于身体功能维持良好的老年人,5 次重复坐站测得的时间无法进一步细致区分他们的下肢肌肉功能能力;另一方面对于功能严重衰退或受损的老年人,根本无法完成 5 次的重复坐站测试。因而,在重复坐站测试中,测量重复次数无疑比时间适应范围更广、测量结果更精确^[109]。SFT 体系中,用于测量下肢力量的 30 s 坐站测试,就



是基于上述背景对5次坐站测试进行改良的测试方案,该测试记录受试者30 s内连续完成重复坐站的次数。SFT开发团队通过实验验证了30 s坐站测试的良好信效度,是可以作为老年人下肢力量评价的有效指标。相较5次坐站测试,30 s坐站测试在70岁以上各年龄组老年人群中完成率高出3.3%~10%^[110]。关于30 s坐站测试的研究大多将其与SFT其他指标联合使用,良好的30 s坐站测试成绩与低跌倒风险^[111]、低衰弱程度^[95]和良好的生活质量^[112]相关。

坐站测试在实际应用时可能受多因素的影响。研究发现,坐站测试的成绩可能受到座椅高度、是否有扶手及测试时脚放置位置的影响^[113]。另外,许多生理和心理因素,如疼痛、情绪等都可能影响老年人在坐站测试中的表现^[114]。因而在进行研究间比较时,不同测试方案、流程和座椅类型等对测试成绩可能产生的影响也应被纳入考量。

5 小结

在“健康老龄化”概念框架下,老年人的功能发挥水平应该是老年人健康测评的重点。因而,老年人力量测评也应从功能发挥的角度出发,测量老年人与日常生活活动能力相关的肌肉力量。目前使用较多的老年人肌肉力量客观评估指标主要有握力测试、手臂弯举测试和坐站测试,这些测试均具有经济、简便、可用于大样本人群测试等优点。但由于测试容易受诸多因素影响,后续仍需:(1)通过实证研究对现有测试的方法、仪器和流程进行规范统一,以便用于研究间的对比,并保证肌少症等疾病诊断结果的规范统一;(2)对现有测试方法进行改良,以消除对测试结果产生较大影响的外界因素的作用;(3)开发新的基于功能发挥视角的老年人肌肉力量客观测量方法,用于评估老年人更多功能相关肌群的肌肉力量与功能,并为老年人肌肉力量与健康的关系研究提供有效的力量维度评估指标。

参考文献:

- [1] 陆杰华,郭冉.从新国情到新国策:积极应对人口老龄化的战略思考[J].国家行政学院学报,2016(05):27-34.
- [2] 翟振武,刘雯莉.从功能发挥的角度定义老年:对老年定义与健康测量的反思与探讨[J].中国体育科技,2019,55(10):3-9.
- [3] Aoyagi Y., Shephard R. J. Aging and muscle function[J]. Sports Medicine, 1992, 14(6):376-396.
- [4] Oomen N. M., van Dieën J. H. Effects of age on force steadiness: A literature review and meta-analysis[J]. Age-

ing Res. Rev., 2017, 35:312-321.

- [5] 田野.力量练习与老年人骨骼肌量—效应关系研究:最新进展与展望[J].中国体育科技,2020,56(09):3-13.
- [6] 罗淳.关于人口年龄组的重新划分及其蕴意[J].人口研究,2017,41(05):16-25.
- [7] 卢敏,彭希哲.老年人口死亡概率时代变迁与老年定义的新思考[J].人口与经济,2017(2):1-10.
- [8] 陈孟毅,孟爱民.细胞衰老与老龄化疾病[J].生命科学,2017,29(05):485-488.
- [9] 彭艳华,王跃.细胞衰老与机体老化关系的研究进展[J].中国老年学杂志,2008,28(9):932-934.
- [10] 赵欢,周斌.细胞衰老研究现状[J].中国细胞生物学学报,2017,39(06):687-694.
- [11] 胡薇.累积的异质性——生命历程视角下的老年人分化[J].社会,2009,29(02):112-130.
- [12] Stowe J. D., Cooney T. M. Examining Rowe and Kahn's concept of successful aging: Importance of taking a life course perspective[J]. Gerontologist, 2015, 55(1): 43-50.
- [13] 张建国,山崎秀夫,阪部创一.老年体质的异质性及生命历程中累积的影响[J].体育与科学,2012,33(02):24-28.
- [14] 李婷.中国老年人生理年龄的测量[J].人口研究,2017,41(6):3-15.
- [15] 柴一凡,郭森.主观年龄对老年人公益活动参与的影响——基于CLASS2014年数据分析[J].西北大学学报(哲学社会科学版),2020,50(03):167-178.
- [16] 吴剑锋,李成敏,唐智川,等.生理年龄概念辨析及研究进展[J].中国老年学杂志,2019,39(10):2549-2552.
- [17] 翟振武,李龙.老年标准和定义的再探讨[J].人口研究,2014,38(06):57-63.
- [18] Young Y., Frick K. D., Phelan E. A. Can successful aging and chronic illness coexist in the same individual? A multidimensional concept of successful aging[J]. Journal of the American Medical Directors Association, 2009, 10(2):87-92.
- [19] 世界卫生组织.关于老龄化与健康的全球报告[R]. 2016.
- [20] 顾耀华,谭晓东.健康老龄化对中国启示[J].中国公共卫生,2019,35(8):941-945.
- [21] World Health Organization. International Classification of Functioning, Disability and health (ICF)[R]. Geneva: WHO, 2001.
- [22] 邱卓英,陈迪,陈艳.构建基于《国际功能、残疾和健康分类》的现代康复学科和康复教育知识体系[J].中国康复理论与实践,2009,15(12):1193-1195.
- [23] Partridge L., Deelen J., Slagboom P. E. Facing up to the global challenges of ageing[J]. Nature, 2018, 561(7721): 45-56.
- [24] Bonewald L. Use it or lose it to age: A review of bone and muscle communication[J]. Bone, 2019, 120:212-218.



- [25] Rogers M. A., Evans W. J. Changes in skeletal muscle with aging: Effects of exercise training[J]. Exercise and sport sciences reviews, 1993, 21(1):65-102.
- [26] Wilkinson D. J., Piasecki M., Atherton P. J. The age-related loss of skeletal muscle mass and function: Measurement and physiology of muscle fibre atrophy and muscle fibre loss in humans[J]. Ageing Research Reviews, 2018, 47:123-132.
- [27] 刘宇,彭千华,田石榴.老年人肌力流失与肌肉疲劳的肌电图研究[J].体育科学,2007,27(5):57-64.
- [28] 中华医学会骨质疏松和骨矿盐疾病分会.肌少症共识[J].中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志,2016,9(3):215-227.
- [29] Faulkner J. A., Larkin L. M., Claflin D. R., et al. Age-related changes in the structure and function of skeletal muscles[J]. Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology, 2007, 34(11):1091-1096.
- [30] 刘娟,丁国宪.老年人肌少症与失能[J].中华老年医学杂志,2019,38(10):1091-1093.
- [31] Miller M. S., Callahan D. M., Toth M. J. Skeletal muscle myofibrillar adaptations to aging, disease, and disuse and their effects on whole muscle performance in older adult humans[J]. Frontiers in Physiology, 2014, 5:369.
- [32] 陈玲燕,高鑫.肌少症的现状调查及发病机制研究进展[J].复旦学报(医学版),2016,43(06):751-756.
- [33] Degens H., Alway S. E. Control of muscle size during disuse, disease, and aging[J]. International Journal of Sports Medicine, 2006, 27(2):94-99.
- [34] Fragala M. S., Cadore E. L., Dorgo S., et al. Resistance training for older adults: Position statement from the national strength and conditioning association[J]. Journal of strength and conditioning research, 2019, 33(8):2019-2052.
- [35] 夏维波, Cyrus Cooper, 李梅, 等. 东方遇见西方: 增龄性骨骼肌肉疾病的临床实践和策略[J]. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志, 2019, 12(05):432-455.
- [36] Sebbag E., Felten R., Sagez F., et al. The world-wide burden of musculoskeletal diseases: A systematic analysis of the World Health Organization Burden of Diseases Database[J]. Annals of the Rheumatic Diseases, 2019, 78(6):844-848.
- [37] Tieland M., Trouwborst I., Clark B. C. Skeletal muscle performance and ageing[J]. Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle, 2018, 9(1):3-19.
- [38] Papa E. V., Dong X., Hassan M. Skeletal muscle function deficits in the elderly: Current perspectives on resistance training[J]. J. Nat. Sci., 2017, 3(1): e272.
- [39] Wang D. X. M., Yao J., Zirek Y., et al. Muscle mass, strength, and physical performance predicting activities of daily living: A meta-analysis[J]. Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle, 2019, 11(1):3-25.
- [40] 杨丽君,吴永华,张俐.肌少症、骨质疏松症的关系及研究进展[J].中国骨质疏松杂志,2017,23(08):1112-1116.
- [41] 黄宏兴,吴青,李跃华,等.肌肉、骨骼与骨质疏松专家共识[J].中国骨质疏松杂志,2016,22(10):1221-1229.
- [42] Narazaki K., Matsuo E., Honda T., et al. Physical fitness measures as potential markers of low cognitive function in Japanese community-dwelling older adults without apparent cognitive problems[J]. Journal of Sports Science & Medicine, 2014, 13(3):590-596.
- [43] 刘元标,励建安.老年人跌倒与平衡及步态异常[J].中国康复理论与实践,2012,18(01):5-8.
- [44] Li R., Xia J., Zhang X. I., et al. Associations of muscle mass and strength with all-cause mortality among US older adults[J]. Medicine & Science in Sports & Exercise, 2018, 50(3):458-467.
- [45] 于普林,高超,雷平,等.预防老年人失能核心信息中国专家共识(2019)[J].中华老年医学杂志,2019(10):1073-1074.
- [46] 总报告起草组.国家应对人口老龄化战略研究总报告[J].老龄科学研究,2015,3(03):4-38.
- [47] 张文娟,魏蒙.中国老年人的失能水平到底有多高?——多个数据来源的比较[J].人口研究,2015,39(03):34-47.
- [48] 孙鹏娟,田佳音.新健康老龄化视域下的中国医养结合政策分析[J].中国体育科技,2020,56(9):58-65.
- [49] 王雪辉.中国老年失能的理论再思考及测量模型构想[J].宁夏社会科学,2020(05):147-155.
- [50] 张文娟,王东京.中国老年人临终前生活自理能力的衰退轨迹[J].人口学刊,2020,42(01):70-84.
- [51] 穆光宗.不分年龄、人人健康:增龄视角下的健康老龄化[J].人口与发展,2018,24(01):11-13.
- [52] 燕铁斌.日常生活活动评估及临床应用进展[J].中国康复医学杂志,1993(05):235-237.
- [53] 李奎成,唐丹,刘晓艳,等.国内 Barthel 指数和改良 Barthel 指数应用的回顾性研究[J].中国康复医学杂志,2009,24(08):737-740.
- [54] 范晓华,南登昆,刘燧.功能独立性评测的信度与效度的初步研究[J].中华物理医学杂志,1998(03):3-5.
- [55] 段子才,王蕾,徐琪.基于表现的老年人身体功能测评方法研究进展[J].中国老年学杂志,2017,37(14):3630-3633.
- [56] 彭希哲,宋靓璐,茅泽希.中国失能老人问题探究——兼论失能评估工具在中国长期照护服务中的发展方向[J].新疆师范大学学报(哲学社会科学版),2018,39(05):102-118.
- [57] 张建国,张盼铖,施雪琴,等.ADL 在老年人体质测评中的应用[J].中国体育科技,2010,46(5):129-133.
- [58] Freiburger E., de Vreede P., Schoene D., et al. Performance-based physical function in older community-dwe-



- ling persons: A systematic review of instruments[J]. *Age and Ageing*, 2012, 41(6):712-721.
- [59] Mount S., Lara J., Schols A. M. W. J., et al. Towards a multidimensional healthy ageing phenotype[J]. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 2016, 19(6):418-426.
- [60] Rikli R. E., Jones C. J. Functional fitness normative scores for community-residing older adults, ages 60-94[J]. *Journal of aging and physical activity*, 1999, 7(2): 162-181.
- [61] Mobily K. E., Mobily P. R. Reliability of the 60+ functional fitness test battery for older adults[J]. *Journal of aging and physical activity*, 1997, 5(2):150-162.
- [62] 刘新华.日本体力监测系统的建立与实施[J].*体育科学*,2005(10):47-52.
- [63] 江崇民,张一民.中国体质研究的进程与发展趋势[J].*体育科学*,2008,28(9):25-32, 88.
- [64] Mijnaerends D. M., Meijers J. M. M., Halfens R. J. G., et al. Validity and reliability of tools to measure muscle mass, strength, and physical performance in community-dwelling older people: A systematic review[J]. *Journal of the American Medical Directors Association*, 2013,14(3):170-178.
- [65] Alfonso J., Cruz-Jentoft G. B. J. B. Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis[J]. *Age and Ageing*, 2019, 48(1):16-31.
- [66] Cooper R., Kuh D., Hardy R. Objectively measured physical capability levels and mortality: Systematic review and meta-analysis[J]. *BMJ*, 2010, 341: 4467.
- [67] Innes E. Handgrip strength testing: A review of the literature[J]. *Australian occupational therapy journal*, 1999, 46(3):120-140.
- [68] Roberts H. C., Denison H. J., Martin H. J., et al. A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: Towards a standardised approach[J]. *Age and Ageing*, 2011, 40(4):423-429.
- [69] 瓮长水,侯惠如,王娜,等.Jamar 握力器对老年男性的重测信度和测量误差[J].*中国康复理论与实践*,2010, 16(1):3-5.
- [70] Shechtman O., Gestewitz L., Kimble C. Reliability and validity of the dynex dynamometer[J]. *Journal of Hand Therapy*, 2005, 18(3):339-347.
- [71] 吕金凤,王竹影.基于 Cite SpaceV 的国内握力研究热点与演进特征的可视化分析[J].*中国学校体育(高等教育)*,2018,5(01):75-79.
- [72] 王娜,瓮长水.老年人握力研究进展[J].*中国康复理论与实践*,2010,16(01):1-2.
- [73] 肖娜,徐纳新,孙会芳,等.握力测试影响因素的研究进展[J].*中国康复理论与实践*,2013,19(09):839-842.
- [74] 武东明.我国 20~69 岁人群握力增龄性变化趋势分析[J].*中国体育科技*,2018,54(02):111-116.
- [75] Chen L., Woo J., Assantachai P., et al. Asian working group for sarcopenia: 2019 consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment[J]. *Journal of the American Medical Directors Association*, 2020,21(3):300-307.
- [76] 韩旭,侯沃霖,倪秀石.老年衰弱评估在临床应用中的困惑与思考[J].*老年医学与保健*,2020,26(04):515-518.
- [77] 张玉莲,牛亚琦,王丹,等.2019 年 ICFSR 国际临床实践指南解读及对我国老年人衰弱识别及管理的启示[J].*护理研究*,2020,34(14):2433-2436.
- [78] 欧阳敏,蹇在金.老年衰弱评估研究进展[J].*中国实用内科杂志*,2017,37(4):317-321.
- [79] Ramírez Vélez R., Correa Bautista J. E., García Hermoso A., et al. Reference values for handgrip strength and their association with intrinsic capacity domains among older adults[J]. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 2019, 10(2):278-286.
- [80] Norman K., Stobäus N., Gonzalez M. C., et al. Hand grip strength: Outcome predictor and marker of nutritional status[J]. *Clinical Nutrition*, 2011, 30(2):135-142.
- [81] Newman A. B., Sanders J. L., Kizer J. R., et al. Trajectories of function and biomarkers with age: The CHS all stars study[J]. *International Journal of Epidemiology*, 2016,45(4):1135-1145.
- [82] Newman A. B., Kupelian V., Visser M., et al. Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort[J]. *J. Gerontol A. Biol. Sci. Med. Sci.*, 2006,61(1):72-77.
- [83] Leong D. P., Teo K. K., Rangarajan S., et al. Prognostic value of grip strength: Findings from the prospective urban rural epidemiology (PURE) study[J]. *The Lancet*, 2015, 386(9990):266-273.
- [84] Soysal P., Hurst C., Demurtas J., et al. Handgrip strength and health outcomes: Umbrella review of systematic reviews with meta-analyses of observational studies[J]. *Journal of Sport and Health Science*, 2020,7(19): 9.
- [85] Mcgrath R. P., Vincent B. M., Lee I., et al. Handgrip strength, function, and mortality in older adults[J]. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2018, 50(11): 2259-2266.
- [86] Rantanen T., Guralnik J. M., Foley D., et al. Midlife hand grip strength as a predictor of old age disability[J]. *JAMA*, 1999, 281(6):558-560.
- [87] Fritz N. E., McCarthy C. J., Adamo D. E. Handgrip strength as a means of monitoring progression of cognitive decline: A scoping review[J]. *Ageing Research Reviews*, 2017, 35:112-123.



- [88] Sternäng O., Reynolds C. A., Finkel D., et al. Grip strength and cognitive abilities: Associations in old age[J]. The Journals of Gerontology: Series B, 2016, 71(5): 841-848.
- [89] Sayer A. A., Syddall H. E., Martin H. J., et al. Is grip strength associated with health-related quality of life? Findings from the hertfordshire cohort study[J]. Age and Ageing, 2006, 35(4):409-415.
- [90] Celis-Morales C. A., Welsh P., Lyall D. M., et al. Associations of grip strength with cardiovascular, respiratory, and cancer outcomes and all cause mortality: Prospective cohort study of half a million UK Biobank participants [J]. BMJ, 2018, 361:1651.
- [91] Bohannon R. W. Grip strength: An indispensable biomarker for older adults [J]. 2019, 14:1681-1691.
- [92] Rikli R. E., Jones C. J. Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults[J]. Journal of Aging and Physical Activity, 1999, 2(5):150-162.
- [93] Liu C., Marie D., Fredrick A., et al. Predicting hand function in older adults: Evaluations of grip strength, arm curl strength, and manual dexterity[J]. Aging Clinical and Experimental Research, 2017, 29(4):753-760.
- [94] Sardinha L. B., Cyrino E. S., Santos L. D., et al. Fitness but not weight status is associated with projected physical independence in older adults[J]. Age, 2016, 38(3):1-12.
- [95] Jeoung B. J., Lee Y. C. A Study of relationship between frailty and physical performance in elderly women[J]. Journal of Exercise Rehabilitation, 2015, 11(4):215-219.
- [96] Guo Y., Yang M., Yan Y., et al. Sex differentials in relationships between functional fitness and cognitive performance in older adults: A canonical correlation analysis[J]. Scientific Reports, 2018, 8(1):4146.
- [97] Jantunen H., Wasenius N., Salonen M. K., et al. Objectively measured physical activity and physical performance in old age[J]. Age & Ageing, 2017, 46(2): 232-237.
- [98] 范洪彬,孙有平,季浏.体质测试中力量素质评价指标与测试方法的国际比较与启示[J].体育科学,2015,35(01):80-87.
- [99] Samuel D., Wilson K., Martin H. J., et al. Age-associated changes in hand grip and quadriceps muscle strength ratios in healthy adults[J]. Aging clinical and experimental research, 2012, 24(3):245-250.
- [100] 刘珊珊,谭思洁.老年人肌力评定和锻炼方法的研究进展[J].中国康复医学杂志,2012,27(1):96-98.
- [101] 谭思洁,张瑜,刘珊珊.老年人下肢肌力简易测试方法[J].中国老年学杂志,2012,17(32):3739-3742.
- [102] Csuka M., McCarty D. J. Simple method for measurement of lower extremity muscle strength[J]. The American Journal of Medicine, 1985, 78(1):77-81.
- [103] Guralnik J. M., Simonsick E. M., Ferrucci L., et al. A short physical performance battery assessing lower extremity function: Association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission [J]. Journal of gerontology (Kirkwood), 1994, 49(2):M85.
- [104] 刘立明,瓮长水,王娜,等.5次坐立试验对老年人运动功能的评估价值[J].中国康复理论与实践,2010,16(4):359-361.
- [105] Jonkman N. H., Colpo M., Klenk J., et al. Development of a clinical prediction model for the onset of functional decline in people aged 65-75 years: Pooled analysis of four European cohort studies[J]. BMC Geriatrics, 2019, 19(1):179.
- [106] 瓮长水,王娜,刘立明,等.5次坐立试验用于预测老年人跌倒危险的有效性[J].中国康复医学杂志,2012,27(10):908-912.
- [107] Nishimura T., Arima K., Okabe T., et al. Usefulness of chair stand time as a surrogate of gait speed in diagnosing sarcopenia[J]. Geriatrics & Gerontology International, 2017, 17(4):659-661.
- [108] Mehmet H., Yang A. W. H., Robinson S. R. What is the optimal chair stand test protocol for older adults? A systematic review[J]. Disability and rehabilitation, 2019, 42(20):1-8.
- [109] Jones C. J., Rikli R. E., Beam W. C. A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults[J]. Research quarterly for exercise and sport, 1999, 70(2):113-119.
- [110] 王红雨.70岁以上高龄老人健康体适能评价指标体系的构建与应用研究[D].苏州:苏州大学,2015.
- [111] Applebaum E. V., Breton D., Feng Z. W., et al. Modified 30-second Sit to Stand test predicts falls in a cohort of institutionalized older veterans[J]. PLoS One, 2017, 12(5):e176946.
- [112] Olivares P. R., Gusi N., Prieto J., et al. Fitness and health-related quality of life dimensions in community-dwelling middle aged and older adults[J]. Health Qual Life Outcomes, 2011, 9:117.
- [113] Janssen W. G., Bussmann H. B., Stam H. J. Determinants of the sit-to-stand movement: A review[J]. Physical therapy, 2002, 82(9):866-879.
- [114] Lord S. R., Murray S. M., Chapman K., et al. Sit-to-stand performance depends on sensation, speed, balance, and psychological status in addition to strength in older people[J]. J. Gerontol A. Biol. Sci. Med. Sci., 2002, 57(8):539-543.

(责任编辑:刘畅)