



国外老年人抗阻训练“大事记”的启示

朱为模, 秦 雄

摘要: 抗阻训练通常被认为是运动员或健身房中“少男俊女”的“专属”,是如何与老年人联系在一起? 抗阻训练如何从不被人接受到今天走进医学临床实践,成为众多老年人生活中不可缺少的一部分? 文章通过对国外老年人抗阻训练“大事记”的回顾和反思,为未来老年健康的研究和实践提供借鉴,也为国内老年人抗阻训练的普及带来启示和帮助,同时为开展中国传统抗阻训练方法的探索和研究提供借鉴。

关键词: 抗阻训练;老年人;身体活动;体适能

中图分类号:G804 文献标志码:A 文章编号:1006-1207(2021)02-0050-10

DOI:10.12064/ssr.20210206

Inspiration from the "Memorabilia" of the Elderly's Resistance Training Overseas

ZHU Weimo, QIN Xiong

(University of Illinois, Illinois 61801, USA)

Abstract: Resistance training is often regarded as the "preserve" of athletes or "young men and women". How does it relate to the elderly? How has resistance training changed from an issue never being accepted to a medical clinical practice today and an indispensable part in many elderly people's lives? By reviewing and reflecting on the "memorabilia" of resistance training for the overseas elderly, this paper provides a reference for the research and practice of the elderly's health. It is also beneficial for the popularization of resistance training among the elderly in China. Simultaneously, it also provides a reference for the exploration and research of traditional resistance training methods in China.

Key Words: resistance training; the elderly; physical activity; physical fitness

抗阻训练也称力量训练,是指通过抗阻力训练达到肌肉收缩,从而使肌肉体积和力量增大,同时提高无氧能力的训练。抗阻训练通常是通过对抗重量阻力来完成的,因此也叫做“举重”。提到抗阻训练,通常会联想到专业运动员或健身房里的少男俊女,那么老年人是如何与抗阻训练联系在一起的呢?为何国外权威运动医学、力量和体能学会还专门以此为主题发表指南和声明?本文旨在通过对国外老年人抗阻训练“大事记”的回顾来回答这些问题,通过反思这些“大事记”带来的启示,为未来老年健康的研究和实践提供借鉴。

1 1900—2000年:人口老龄化和带来的相关健康问题

20世纪工业革命带来了科学、公共卫生和经济的进步,给人类带来最大的收获之一就是预期寿命的明显增加。以美国为例,20世纪初男性的预期寿命只有46岁,女性为48岁。到了20世纪50年代,

男性和女性的预期寿命分别增加到66岁和71岁。近几年男性的预期寿命已延长至76岁,女性延长至81岁。除了婴儿死亡率明显下降(90%以上)外,老年人寿命的增加也是预期寿命增加的一个重要因素。20世纪末,一个15岁年轻人可能还可以再活46.8年,一个60岁的人还可以再活14.8年,而到了21世纪,一个15岁年轻人则可能再活62.6年,一个60岁的人则可以再活21.6年^[1]。而这“一降”(婴儿死亡率)和“一升”(老年人寿命)让全世界老年人口尤其是85岁以上的人口急剧增加。美国的两组统计数据示:(1)2012年65岁以上的人口为4310万,预计到2050年,65岁以上的人口将达到8370万,几乎是2012年的两倍,这一增长主要和“婴儿潮”出生的人群(指出生在1946—1964年的人)有关,他们中的一部分在2011年已开始年满65岁,到2050年,还活着的“婴儿潮”人群将超过85岁;(2)预计85岁及以上的人数将从2012年的590万增加到2030年的890万,到了2050年,这一人群将达到1800万,

收稿日期:2020-12-18

第一作者简介:朱为模,男,院士/教授。主要研究方向:测量与评价,运动健康。E-mail:weimozhu@uiuc.edu。

作者单位:美国伊利诺伊大学,伊利诺伊州 61801,美国。



将占美国人口的 4.5%,比 2030 年的 2.5%多了近 1 倍。美国洛克菲勒大学和哥伦比亚大学人口学教授 Joel Cohen 在 2001 年对人口变化趋势的描述最为震撼:“在余下的人类历史里,老年人将比年轻人多!”

人类长寿的一个“副作用”就是和老年有关的疾病明显增加。据美国疾病控制预防中心 (Centers for Disease Control and Prevention, CDC)统计,85%的美国老年人至少患有一项慢病(关节炎、高血压、糖尿病、心脏病等),60%老人患有两项,而和运动机能关系最大的是衰老,即肌肉萎缩。从 30 岁起,肌肉就会开始“走下坡路”,如果不锻炼,50 岁时的肌肉体积即已萎缩 10%,60~70 岁之间大约又会萎缩 15%,80 岁后每 10 年会萎缩 30%,平均下来,40 岁以后每 10 年肌肉萎缩量约为 2.5 kg,而同期脂肪增加量约 5 kg。肌肉可以帮助身体清理多余的血糖,其体积的增加可以提高基础代谢率,增加力量,老年人也会敢于参加运动,进而间接提高有氧能力。

力量的大小与肌肉量的多少直接相关,研究表明,人的力量 40 岁后开始走下坡路^[24]。50~70 岁之间,每年下降 1%~1.5%,70 岁之后每年下降 3%^[5]。老年人力量下降的主要原因是肌肉萎缩,快肌纤维减少,肌肉神经元功能下降和肌肉供血功能低下。第一,肌肉萎缩。肌肉力量直接与肌肉大小有关。McArdle 等^[6]的研究表明,不论男女,每平方厘米肌肉可产生 16~30 N 的力。如果不进行力量训练,30 岁后肌肉力量开始下降,到 60 岁时萎缩程度可达 20%~40%。肌肉的质量也随萎缩发生质的变化:青壮年时 70%的肌肉是肌纤维,到了老年人这个比例只有 50%。第二,快肌纤维减少。随着年龄增长,快

肌纤维逐步减少,有研究报道下降百分比可达 60%^[6]。第三,肌肉神经元功能下降。有研究显示,肌肉神经元 30 岁以后就以每年 1%的速度下降,60 岁后下降更快,肌肉神经元少了,调动大量肌纤维同时参加工作的能力也自然下降^[7]。第四,肌肉供血功能下降。随着年龄的增加,老年人尤其是久坐不动的老年人,肌肉毛细血管供血供氧能力下降。“营养不良”的肌纤维工作起来自然不能达到其应有的功能。

2 20 世纪后期

2.1 抗阻训练变“良药”——科学先行

早期研究抗阻训练对老年人肌肉体积、力量和功能的影响非常有限,而且在运动强度上非常保守。Frontera 等^[8]首先开始对老年人进行高强度抗阻训练做了探索。12 位年龄在 60~72 岁之间的健康男性参加了他们的研究,研究人员用 80%一次重复最大值 (One Repetition Maximum, 1RM)强度训练对膝盖伸展和屈腿动作进行了干预。每周 3 d,每天 3 组,每组 8 次重复,结果发现肌肉体积增加了约 10%、力量增加了约 150%,颠覆了抗阻训练对老年人肌肉体积和力量干预无效的观念。在之后的三十多年中上千项与老年人有关的抗阻训练研究得以完成,更重要的是研究人员开始用随机对照实验(注:随机对照实验是检验某一干预是否有效最科学的实验方法)对抗阻训练像研究药一样进行研究。表 1 总结了几篇早期随机对照实验的研究,严谨的实验设计开始为抗阻训练的积极抗衰老作用提供科学的证据。

表1 早期老年人随机对照的研究展示

Table1 Early Study on Random Control of the Elderly

研究	实验对象	研究设计/干预周期	干预方案	干预环境	显著性结果*
Nelson 等 ^[9] (1994)	女性; 年龄:50~70 岁; N=40	随机对照实验; 1 年; 对照组及力量训练组	力量训练:3 组; 8 次/组; 80%1RM; 5 个练习; 2 次/周	实验室	● 力量 ↑ 35%~76% ● 骨密度 ↑ 1% ● 平衡 ↑ 14% ● TBMM ↑ 1.2 kg
McCartney 等 ^[10] (1995)	男性,女性; 年龄:60~80 岁; N=142	随机对照实验; 42 周; 对照组及力量训练组	力量训练:3 组; 10~12 次/组; 80%1RM; 7 个练习; 2 次/周	实验室	● 力量 ↑ 20%~65% ● MTMA ↑ 5.5% ● 跑台耐力 ↑ 18%
Skelton 等 ^[11] (1995)	女性; 年龄 ≥ 75 岁; N=52	随机对照实验; 12 周; 对照组及力量训练组	力量训练:3 组; 4~8 次/组; 80%1RM; 7 个练习; 2 次/周; 渐进性,8 个上身和下 肢的练习,用自身体 重,米袋及弹力带	实验室小组课程 1 次/周 + 家中练习 2 次/周	● 力量 ↑ 4%~27% ● 爆发力 ↑ 18% ● 运动功能没有改变



续表 1

研究	实验对象	研究设计/干预周期	干预方案	干预环境	显著性结果*
Singh 等 ^[12-13] (1997)	男性,女性; 年龄:60~84岁; 患抑郁症; N=32	随机对照实验; 10周; 力量训练及健康教育	力量训练:3组; 8次/组; 80%1RM; 5个练习; 3次/周	实验室	● 力量 ↑ 33% ● 抑郁症状 ↓ ● 睡眠改善
Taaffe 等 ^[14] (1999)	男性,女性; 年龄:65~79岁; N=46	随机对照实验;24周; 对照组及运动组(共3个运动组分别为每周训练1~3d)	力量训练:3组; 10次/组; 80%1RM; 8个练习(具体根据各运动组做不同的安排)	实验室	● 3个运动组的力量都 ↑ 37%~42% ● 全部3个运动组的坐起测验时间都 ↓
Baker 等 ^[15] (2001)	男性,女性; 年龄:55~82岁; 患膝部骨关节炎; N=46	随机对照实验;16周; 定期家访;对照组及运动组;对照组进行营养教育计划	力量训练:2组; 12次/组; 递增负荷,80%1RM; 6个练习(2个功能训练; 4个膝盖负重训练); 3次/周	家中进行	● 力量 ↑ 71% ● 疼痛 ↓ 43% ● 身体机能 ↑ 44% ● 抑郁症状 ↓
Thomas 等 ^[16] (2002)	男性,女性; 年龄 ≥ 45岁(平均年龄62岁); 患膝部骨关节炎; N=786	随机对照实验;2年;受试者分为4组:对照组(不进行干预),力量训练+定期家访,力量训练+定期家访+电话随访,力量训练+电话随访	1组; 20次; 总运动时间30min/d; 应用弹力带进行多种下肢运动	家中进行	● 力量 ↑ ● 疼痛 ↓ 12% ● 身体机能改善 ● 膝盖僵硬感 ↓

注:*表示与非运动对照组受试者比较;MTMA为大腿中部肌肉面积(Mid-Thigh Muscle Area);TBMM为全身肌肉重量(Total Body Muscle Mass)。

2.2 抗阻训练研究——急临床实践所急

老年人抗阻训练之所以能在过去几十年间迅速走进医学殿堂,除了采用最严谨的科学研究方法之外,急实践所急,扎扎实实为临床所面临的老年病提供了有效的解决方案也是重要的原因之一。以下是几个很有意义的用抗阻训练来解决老年病的“案例”。

2.2.1 肌少症

与年龄有关的肌肉体积减少被称为肌少症(Sarcopenia)^[17]。肌少症会因为某些疾病(例如糖尿病)而加重^[18],但是无论老年人是否患有慢性疾病,肌少症都是老龄人群应该关注的问题。大量研究表明,抗阻训练可以有效帮助老年人增加肌肉体积和质量^[19-27],同时增加他们的力量^[28-30]。

2.2.2 老年体弱与跌倒

老年人因体弱而发生的跌倒,往往是非常危险甚至致命的。有研究使用抗阻训练对90岁体弱老年人进行干预研究,以探究抗阻训练是否可以改变该人群的功能限制,减低因肌肉无力和行动不便带来的跌倒风险。通过仅仅8周的抗阻训练,除了平均获得174%的力量增长和9%的MTMA增大外,该群体

的步速提高了48%^[31]。肌肉力量、质量和步行速度的综合提升,对提高90岁以上老年人技能、降低跌倒和骨折风险有着极其重要的意义。Campbell等^[32-33]对体弱老年女性(>80岁)进行了简单易学(仅有4次的家访指导)的居家力量和平衡训练(包括鼓励增加步行)干预。跟踪两年后发现,运动组中的妇女跌倒次数减少了31%(因为跌落而导致中度或重度受伤的次数减少了37%)。这些都表明抗阻训练可以减少或延迟功能限制以及减少身体损伤和跌倒。

2.2.3 骨健康

众多的研究表明,抗阻训练可以改善老年人的骨密度^[34-36]。Nelson等^[34]的研究针对50~70岁女性进行了一项较长期的抗阻训练,观察一年以上的抗阻训练是否可以增加雌激素缺乏女性的骨密度,以降低骨质疏松性骨折的发生风险。结果发现,经过每周两天持续一年的力量训练,中老年妇女变得更强壮,增加了肌肉质量,改善了动态平衡,并且骨密度比对照组更高。Cussler等^[36]的一项研究发现,一年的抗阻训练(在干预中包括其他运动方式)所带来的骨密度变化与总的举重重量之间存在着线性关系,表明了抗阻训练对改善骨骼健康的重要性。



2.2.4 关节炎

Baker等^[97]对关节炎患者进行了抗阻训练干预研究,将55名55岁及以上的膝关节骨关节炎患者随机分为家庭抗阻训练干预组和营养教育对照组。结果发现抗阻训练组患者的疼痛明显减轻,肌肉力量、功能表现、身体能力、生活质量和自我效能也都得到改善。Thomas等^[16]的研究也得到类似的发现,研究将786名膝痛患者随机分为家庭抗阻训练组和对照组,结果发现与对照组相比,抗阻训练组在6个月、12个月和24个月3个时间点的疼痛和僵硬都明显减轻,身体功能得到改善。这些研究再次表明,基于家庭的抗阻训练简单、切实可行,即使因关节炎而功能上受限的老年人中也是如此。

2.2.5 心血管

研究表明,抗阻训练对多项心血管指标有改善效果,可降低收缩压和舒张压^[38],提高8%~21%的“好”胆固醇即高密度脂蛋白(HDL),降低13%~23%的“坏”胆固醇即低密度脂蛋白(LDL),降低11%~18%的甘油三酯水平^[39-43]。另外研究还发现,抗阻训练可以有效降低体内几种代表未来潜在心血管事件炎症分子的水平^[44-45]。

2.2.6 记忆力和认知功能

研究表明,抗阻训练可以帮助改善先前有记忆力受损或轻度认知障碍的人的记忆力和整体认知功能^[44-46]。即使是认知正常的老年人也可以通过抗阻训练改善记忆力^[46]。还有研究报道显示,与有氧运动干预效果一样,抗阻训练也能帮助人的情绪调节^[47]。且从整体改善认知功能上看,中高强度的抗阻训练比有氧运动的训练效果更佳,更显著^[48-49]。

3 20世纪90年代老年人抗阻训练的“第一事件”

3.1 1989年:第一个老年体适能测验

“You get what you measure!”(测什么,得什么!)是美国企业管理中的一句口头禅,与国内“高考指挥棒”同理。在老年人健康和体适能上也是如此。

20世纪80年代后期,敏锐的美国学者和协会意识到体适能对健康的重要性后,在1986年由当时最大的体育学会即美国健康、体育、休闲与舞蹈协会(American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance, AAHPERD),现称健康与体育教育者学会(Society of Health and Physical Educators, SHAPE)旗下的成年与老年生命全周期协会(Council on Aging and Adult Development)牵头,开

始创建第一个老年体适能测验。

经过论证,专家组决定以60岁以上老年人为目标人群,首次提出了功能体适能(Functional Fitness)的概念。即老年人的体适能测定应做到以下几点:(1)包括60岁以上各个年龄组;(2)以测评老年人的功能为目标;(3)无需医生批准;(4)不会带来比日常生活更多的危险性;(5)无需专门的仪器。

最后确定的测定项目包括:(1)身体成分,体格指数(Pandora Index,即身高除以体重的立方根);(2)柔韧性,测定躯干和腿部的柔韧性;(3)灵活性/平衡,按规定所做坐一起一走一坐的时间;(4)协调性,“苏打罐”(软饮料罐)来回摆放的时间;(5)力量,30s内举起4磅或8磅(1磅约0.45kg)装水或牛奶罐的次数;(6)耐力:880码(1码约0.91m)快走的时间。

经过3轮的策划,数据收集和修改,测验的科学报告在1989年发表^[50],测验在1990年推出^[51],成为最早的适用于社区、简单易行的老年体适能测验。

3.2 1993年:第一本老年运动专业期刊

任何一个领域的前进都离不开科学研究的支持。20世纪80年代末至20世纪90年代初,与老年运动有关的研究开始增加。全世界最大的体育出版社——美国人体运动出版社(Human Kinetics)的创始人,“下海”创业前曾是伊利诺伊大学终身教授的Rainer Martens博士意识到这可能是一个崭新的领域,他在全球范围内对当时做老年运动研究的学者进行问卷调查,了解是否有创办一个与老年运动有关研究期刊的需求。调查结果一致表示希望有一个支持老年运动研究成果发表和推广的专业期刊。于是《老年与体力活动期刊》(*Journal of Aging and Physical Activity*, JAPA)在1993年创刊,Wojtek Chodzko-Zajko博士为第一任主编。近三十年过去了,JAPA对推动老年运动研究、政策导向和实践发挥了积极的作用,例如:(1)1997年发表了世界卫生组织(World Health Organization, WHO)的《促进老年人参加运动的指南》(*The World Health Organization's Heidelberg Guidelines for Promoting Physical Activity Among Older Adults*);(2)2000年发表了一个介绍日本老年体育的专辑“Successful Aging in Japan”;(3)2002年发表了促进50岁以上人群参加运动的蓝皮书。

3.3 1995年:第一本老年运动教材的出版

1995年由美国著名老年体育研究学者德州大学的Waneen W. Spirduso教授撰写的第一本老年体



育教材 (*Physical Dimensions of Aging*)^[52] 问世, 代表着“老年体育”正式成为体育本科和研究生教育的一部分。该书共 5 个部分, 14 个章节 (表 2)。

表 2 老年运动教材章节目录

Table 2 Directory of *Physical Dimensions of Aging*

章节目录	
第一部分: 老年介绍	第一章: 生活的数量与质量 第二章: 个体差别 第三章: 身体机能的起与落
第二部分: 能量、功与效率	第四章: 心肺功能 第五章: 肌肉力量与耐力
第三部分: 运动控制、协调与技能	第六章: 平衡姿态与运动 第七章: 行为速度 第八章: 复杂运动中的协调与技能
第四部分: 身心关系	第九章: 运动健康和认知功能 第十章: 运动健康和情感功能 第十一章: 体适能健康和身心健康
第五部分: 运动表现与成就	第十二章: 老年和最老年人群的体能 第十三章: 老年员工的工作表现 第十四章: 老年运动员其他

2005 年, 该书更新了第二版^[53], 增加了两位年轻的作者, Karen L. Francis 和 Priscilla G. MacRae (均曾为 Spirduso 教授的博士生)。仍分为五部分, 不过章节缩减到十二章, 仍是目前老年体育最权威的教材。

4 老年人抗阻训练“大事记”

4.1 1996 年: 美国医务总监关于体力活动与健康报告

1996 年美国医务总监 (同国内卫生部发言人) 发布的关于体力活动与健康的报告 (*Physical Activity and Health: A Report of the Surgeon General*) 是探索运动与健康研究和实践一个具有历史里程碑的总结^[54], 由著名运动流行病学专家 Steven Blair 领衔, 近 100 位专家参加撰写, 在总结了近千篇研究后传递了两个重要的观点: 第一, 中等强度有氧运动 (每天 150 kcal 或每周 1 000 kcal 的运动, 约每天快走 30 min) 即可得到健康的受益; 第二, 虽然并非需要参加高强度运动受益, 但参加运动的总量直接与健康有关, 而且只要是中等强度的运动, 可以用累计的方式完成 (例如每天参加 3 个 10 min 的运动来满足每天 30 min 的要求), 也可以用不同的运动形式 (例如家务) 来完成。这篇报告的发表意味着参加体力运动对健康的益处和必要性被公共卫生和医学界正式认可。报告中也以较短篇幅提及了抗阻训练对老年人防止跌倒和骨折的积极作用。

4.2 1996 年: 世界卫生组织的促进老年人参加运动的指南

1996 年在德国海德堡市举办第四届“国际健康老年活动和体育大会”。一个专门的委员会在大会期间提交了促进老年人参加运动的指南。WHO 对指南做了改编、定稿后, 在同年发表了《世界卫生组织海德堡促进老年人参加运动指南》(*WHO The Heidelberg Guidelines for Physical Activity among Older Persons*)^[55], 共 6 个主要部分: (1) 科学证据; (2) 参加运动的益处; (3) 谁该参加? (4) 促进和支持老年人多运动; (5) 落实建议; (6) 运动类型。

在运动益处部分, 对老年人参加抗阻训练做了专门描述: “各年龄人群都可以从参加力量训练中受益。对老年人而言, 参加抗阻训练对他们保持自立至关重要。”虽然从运动处方的角度而言, 指南没有提供足够的细节。但因为是 WHO 的官方指南, 对全世界开始关注和促进老年人参加运动 (包括抗阻训练) 具有非常积极的意义。

4.3 1997 年: “强壮女性”系列专著畅销

美国早期研究老年抗阻训练女学者、Tufts 大学的 Miriam E. Nelson 教授在 1997 专门为女性写了一本关于抗阻训练与健康的通俗读物 (*Strong Women Stay Young*)^[56], 立即受到女性读者的青睐, 一跃登上美国《纽约时报》的畅销书榜。Nelson 教授乘胜追击, 以“Strong Women”为关键词, 又连续写了 8 本与女性运动健康相关的科普读物, 其中另外 4 本也登上了畅销书榜^[57-63]。这一系列科普读物的推出, 颠覆了传统的力量训练是男性“专利”的概念, 让抗阻训练走进了女性的生活, 为她们的健康实践指明了新的方向。

4.4 1999 年: 新一代老年功能体适能测验问世

1990 年 AAHPERD 出版的《60 岁以上老年功能体适能测验》因为没有后续的研究和更新, 渐渐不能满足蓬勃兴起的老年人运动健身的需求。曾担任过美国体育测量协会主席的 Roberta E. Rikli 和她的同事 C. Jessie Jones 教授创建了一个新的老年人功能体适能测验, 即“Senior Fitness Test”, 并在 1999 年发表了测验的信效度检验和常模评价^[64-65]。敏感的人体运动出版社看到了市场的需求, 在 2002 年正式出版这个测验, 包括相应的指导视频和打分软件^[66]。该测验包括 6 个测试项目, 其中两个与老年人力量有关, 坐起测试 (下肢力量) 与屈臂测试 (上肢力量)。2013 年, 作者们对测验做了更新^[67], 加入了标准评价 (Cri-



terion Referenced Evaluation),也称绝对标准,该测验是目前老年功能体适能最权威的测验,也已被北京市体育科学研究所安江红研究员等人在2017年翻译为中文。

4.5 2001年:促进50岁以上人群参加运动的蓝皮书

由美国运动医学学会牵头,美国46个跨学科、跨领域的组织参加,约翰逊基金会资助,在2001年问世的《国家蓝图:增加50岁以上人群的运动》(*The National Blueprint: Increasing Physical Activity Among Age 50 and Older*)^[68]是美国在公共健康政策制定层面上推动老年人参加运动所做的一次成功努力。该蓝图从6个方面,共推出18个策略,每个方面各3个策略,并指定相关的学会、组织或单位具体落实。例如在“家庭和社区方面”的第3个策略就是:为社区组织提供一个介绍好的体力活动促进项目的平台(由老年协会负责)。虽然未对抗阻训练进行专门的描述,但蓝图从公众认识运动对老年人积极作用的宣传和落实的角度上来说,蓝图的影响是积极和重大的。

4.6 2002年:老年人家庭力量练习手册

为了方便老年人在居家环境下提高力量,美国CDC与美国塔夫茨大学合作在2002年出版了名为《变壮:老年人力量训练》的手册^[69],共有7章,分别为:(1)力量训练的积极作用;(2)开始改变;(3)从“动力”抓起;(4)六招让“开头易”;(5)变壮三部曲;(6)勇敢向前进;(7)一步一脚印(12周计划)。另外手册还包括一个与老年力量训练有关信息的附录。对一些主要的动作,书中还专门配了图示,是一本难得的老年人力量训练自学入门的好教材,也反映了当时政府公共卫生部门对老年人力量训练的重视程度。

4.7 2003—2006年:论坛探索与老年运动有关的测量问题

借2003年承办第10届美国体育测量与评价论坛之际,笔者与Wojtek Chodzko-Zajko博士,将这届论坛的主题定为“老年运动的测量评价挑战”。专家和参会者就老年运动测评中的问题和可能的解决方案做了深入讨论。在此基础上,人体运动出版社在2006年出版了由笔者与Wojtek Chodzko-Zajko博士主编的,含14个章节的专著(*Measurement Issues in Aging and Physical Activity*)^[70]。多位从事老年运动研究的跨学科专家,如Tuomo Rankinen博士、Miriam E. Nelson教授、Roy J. Shephard教授等,都

为专著写有章节,笔者也从“中国传统养生方法以及测评上的挑战”的角度撰写了一个章节。虽然近二十年过去,该专著仍是对老年运动测评非常有价值的参考文献。

4.8 2007年:社区老年人运动干预范例与ACSM“运动是良药”项目出台

到了21世纪初,为满足老年运动健身需求,各类以社区为中心的项目如雨后春笋般不断被创造出来,其中不乏非常优秀的项目。为了帮助公众认识这些项目,美国CDC专门组织专家团队对各地推荐的项目进行评审,并在于2007年在CDC的平台上推出,对在社区层面上推动老年人积极参加体育锻炼起了积极作用^[71]。

鉴于运动对疾病有积极防治作用但在医生的通常治疗中又缺乏运动处方这一环节,美国运动医学学会与美国医学会(American Medical Association)在2007年联合推出的“运动是良药”(Exercise is Medicine)项目,旨在:(1)让医务人员在每一次给病人看病时测定病人参加体力活动的多少;(2)确定病人的运动量是否达到美国运动指南所提出的运动量;(3)向需要的病人提供咨询,向他们提供达到指南提出的运动量的建议,或其他可以帮助他们改善运动行为的医疗或社区咨询和支持。这一项目很快得到全世界许多医学和体育同行的认可、支持和推动,但到目前为止还没有为老年人开抗阻训练运动处方的具体信息。

4.9 2008—2018年:美国体力活动指南

美国的Health and Human Service(相当于中国的卫生部)在2008年发布了《美国体力活动指南》(*Physical Activity Guidelines for American*,下简称《指南》)^[72],《指南》共有8个章节,对儿童青少年、成年人、老年人的体力活动益处,具体需求,伤害防护等都提出了非常具体的指导,《指南》是继1996《体力活动与健康》蓝皮书发布后另一个体力活动与健康的里程碑级的文献。到了2018年,《指南》进行了更新,出版了第二版^[73]。除了《指南》本身对老年人运动锻炼(包括抗阻训练)有详细的指导外,在对科研成果论证后,为指南提出科学基础的专家报告(Advisory Report)对准备在这个领域做深入研究的学者特别有价值。

4.10 2009年:ACSM关于“老年人参加体育锻炼和体力活动”立场声明

美国运动医学学会(American College of Sports



Medicine, ACSM)在2009年对老年人参加体育锻炼和体力活动发表了一篇基于大量科学研究(引用文献269篇)的立场声明^[74]。声明包括3个部分:(1)正常人类老年;(2)体力活动与老年;(3)体力活动与锻炼的好处。其中第三部分针对抗阻训练对老年人肌肉的积极作用有非常详尽的阐述,包括肌肉力量、肌肉爆发力、肌肉质量(指单位体积的肌肉力量和爆发力大小)、肌肉耐力等,是对过去几十年老年人运动与健康最全面和科学的总结。声明同时对每个主题现有的科学根据打分并提出推荐。

4.11 2009年:ACSM 运动测试与处方指南(第8版)

虽然在过去的几十年里有不少发表的运动处方专著,但ACSM所编著的《运动测试与处方指南》(ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription)应该是这方面文献的权威。第一版的《运动测试与处方指南》(Guidelines for Graded Exercise Testing and Exercise Prescription)出版于1975年。刚刚出版的第十一版为最新一版(ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription 11th Edition)。与第一版书名对比,“ACSM's”被加入了标题,“Graded”从标题中删除(这个变化从第三版就开始了,也反映了从纯实验室的测验走向实际应用的转折)^[75]。虽然在前面的版本里偶而提及老年人测试的注意事项,《运动测试与处方指南》到2009年的第8版才专门为老年人设置章节,表明了运动医学界对老年人群的日益重视。

4.12 2019年:NSCA 老年人抗阻训练立场声明

2019年美国力量与体能协会(National Strength and Conditioning Association, NSCA)发表立场声明专门对老年人进行抗阻训练做了详尽阐述^[76]。

4.13 2020:老年人抗阻训练多元化

2020年,老年人抗阻训练对老年人的健康以及生活质量的重要作用已被发达国家的公众认可,呈多元化态势,已有众多针对老年人抗阻训练的书籍^[77-81]。除了ACSM和力量与体能协会这样传统的与运动有关的专业协会外,与老年人运动健身有关的协会也应运而生,如美国老年体适能协会(American Senior Fitness Association)。针对老年人健身市场的日益扩大与专业人员知识和技能的短缺,很多协会和组织纷纷推出与老年人体适能训练(包括抗阻训练)的培训和认证,包括美国运动健身协会、美国运动与体适能协会、美国体适能专业协会的老年体适能认

证等。考虑到老年人健身和抗阻训练以居家轻器械为主的特点,专业的指导文章和老年健身器械也被相继推出。

5 启示

过去三十多年老年人抗阻训练从不被人接受到今天走进医学临床实践,并成为众多老年人生活中不可缺少的一部分,给了我们众多的启示。

第一,有证据的科研是认识和推动世界向前的根本和必需。Fronterad等^[9]挑战传统思维用严谨的实验证明,只要强度到位,老年人萎缩的肌肉和衰退的力量依旧可以逆转。

第二,科学研究必须紧紧抓住“problem-solving”,即为实践中的关键问题排忧解难。通过抗阻训练来预防和改善老年人的肌少症、防止跌倒、提高骨密度和生活质量并用科学的数据来证明这些“良药”的作用是这个领域在三十多年中有长足进步的另外一个原因。

第三,专业协会和学术团体的“主导作用”。专门为老年人群所设计的体适能测定,以老年人运动为核心的研究期刊的创立,以及与老年人运动有关的指南和声明制定,都是推动老年人抗阻训练被政府和大众所认识并接受的动力。

第四,政府的重视和协调作用。国外的政府相对直接掌控的权力要小,但政府的重视和协调作用不可或缺。例如,美国国立卫生研究院(National Institutes of Health)的老年研究所(National Institute of Aging)早在1974年就已成立,到了20世纪80年代就已经开始资助与运动有关(例如防止跌倒)的研究。CDC更是为普及“老年人抗阻训练”做了大量工作。例如体力活动蓝皮书等的制定和推出,对社区优秀的老年体育项目的整理和推广等。

第五,不可忽视的“民间”情怀和资源。从“大事记”中不难看到私立基金(例如推动《促进50岁以上人群参加运动的蓝皮书》完成的约翰逊基金会)、创办第一个老年运动期刊和教材的美国人体运动出版社、众多的老年运动器材商和老年运动人才的培训都为国外老年人抗阻训练迅速发展起到了推波助澜的作用。

他山之石,可以攻玉。通过对国外老年人抗阻训练“大事记”的回顾和反思,希望能为国内老年人(尤其是平时健身中忽视力量训练的中国老年女性)抗阻训练的普及带来启示和帮助,也同时为开展中国传统抗阻训练方法(例如石锁练习、站桩练习)的探索和研究提供借鉴。



参考文献:

- [1] Schanzenbach D. W., Nunn R., Bauer L., The Changing Landscape of American Life Expectancy 2016[EB/OL]. [2020-12-18].https://www.hamiltonproject.org/assets/files/changing_landscape_american_life_expectancy.pdf.
- [2] Baumgartner R., Koehler K., Gallagher D., et al. Epidemiology of Sarcopenia among the elderly in New Mexico [J]. *American Journal of Epidemiology*, 1998, 147(8): 755-763.
- [3] Janssen I., Heymsfield S., Wang Z., et al. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr[J]. *Journal of Applied Physiology*, 2000, 89(1): 81-88.
- [4] Lexell J., Taylor C. C., Sjöström M. What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15-to 83-year-old men[J]. *Journal of the neurological sciences*, 1988, 84(2): 275-294.
- [5] von Haehling S., Morley J. E., Anker S. D. An overview of sarcopenia: Facts and numbers on prevalence and clinical impact[J]. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 2010, 1(2): 129-133.
- [6] McArdle A, Pattwell D, Vasilaki A, et al. Contractile activity-induced oxidative stress: Cellular origin and adaptive responses[J]. *American Journal of Physiology: Cell Physiology*, 2001, 280(3): 621-627.
- [7] Rice C. L. Muscle function at the motor unit level: Consequences of aging[J]. *Topics in Geriatric Rehabilitation*, 2000, 15(3): 70-82.
- [8] Frontera W. R., Meredith C. N., O' Reilly K. P., et al. Strength conditioning in older men: Skeletal muscle hypertrophy and improved function[J]. *Journal of Applied Physiology*, 1988, 64(3): 1038-1044.
- [9] Nelson M. E., Fiatarone M. A., Morganti C. M., et al. Effects of high-intensity strength training on multiple risk factors for osteoporotic fractures: A randomized controlled trial[J]. *The Journal of the American Medical Association*, 1994, 272(24): 1909-1914.
- [10] McCartney N., Hicks A. L., Martin J., et al. Long-term resistance training in the elderly: Effects on dynamic strength, exercise capacity, muscle, and bone[J]. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 1995, 50(2): 97-104.
- [11] Skelton D. A., Young A., Greig C. A., et al. Effects of resistance training on strength, power, and selected functional abilities of women aged 75 and older[J]. *Journal of the American Geriatrics Society*, 1995, 43(10): 1081-1087.
- [12] Singh N. A., Clements K. M., Fiatarone M. A. A randomized controlled trial of progressive resistance training in depressed elders[J]. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 1997, 52(1): 27-35.
- [13] Singh N., Clements K., Fiatarone M. Sleep, sleep deprivation, and daytime activities: A randomized controlled trial of the effect of exercise on sleep[J]. *Sleep*, 1997, 20: 95-101.
- [14] Taaffe D. R., Duret C., Wheeler S., et al. Once-weekly resistance exercise improves muscle strength and neuromuscular performance in older adults[J]. *Journal of the American Geriatrics Society*, 1999, 47(10): 1208-1214.
- [15] Baker K., Nelson M., Felson D., et al. The efficacy of home based progressive strength training in older adults with knee osteoarthritis: A randomized controlled trial[J]. *Journal of Rheumatology*, 2001, 28(7): 1655-1665.
- [16] Thomas K. S., Muir K. R., Doherty M., et al. Home based exercise programme for knee pain and knee osteoarthritis: Randomised controlled trial[J]. *BMJ*, 2002, 325(7367): 752.
- [17] Rosenberg I. Summary comments[J]. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1989, 50(5): 1231-1233.
- [18] Park S. W., Goodpaster B. H., Strotmeyer E. S., et al. Accelerated loss of skeletal muscle strength in older adults with type 2 diabetes: The health, aging, and body composition study[J]. *Diabetes care*, 2007, 30(6): 1507-1512.
- [19] Hurley B. F., Roth S. M. Strength training in the elderly [J]. *Sports Medicine*, 2000, 30(4): 249-268.
- [20] Burton L. A., Sumukadas D. Optimal management of sarcopenia[J]. *Clinical Interventions in Aging*, 2010, 5: 217-228.
- [21] Aagaard P., Suetta C., Caserotti P., et al. Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: Strength training as a countermeasure[J]. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 2010, 20(1): 49-64.
- [22] Devries M. C., Breen L., von Allmen M., et al. Low-load resistance training during step-reduction attenuates declines in muscle mass and strength and enhances anabolic sensitivity in older men[J]. *Physiological Reports*, 2015, 3(8): e12493.
- [23] Hagerman F. C., Walsh S. J., Staron R. S., et al. Effects of high-intensity resistance training on untrained older men. I. Strength, cardiovascular, and metabolic responses[J]. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 2000, 55(7): 336-346.
- [24] Henwood T. R., Taaffe D. R. Improved physical perfor-



- mance in older adults undertaking a short-term programme of high-velocity resistance training[J]. *Gerontology*, 2005, 51(2): 108-115.
- [25] Cunha P. M., Ribeiro A. S., Tomeleri C. M., et al. The effects of resistance training volume on osteosarcopenic obesity in older women[J]. *Journal of Sports Sciences*, 2018, 36(14): 1564-1571.
- [26] Tøien T., Unhjem R., Øren T. S., et al. Neural plasticity with age: Unilateral maximal strength training augments efferent neural drive to the contralateral limb in older adults[J]. *The Journals of Gerontology*, 2018, 73(5): 596-602.
- [27] Villareal D. T., Aguirre L., Gurney A. B., et al. Aerobic or resistance exercise, or both, in dieting obese older adults[J]. *New England Journal of Medicine*, 2017, 376(20): 1943-1955.
- [28] Cunha P. M., Tomeleri C. M., Nascimento M. A. D., et al. Improvement of cellular health indicators and muscle quality in older women with different resistance training volumes[J]. *Journal of Sports Sciences*, 2018, 36(24): 2843-2848.
- [29] Santos L., Ribeiro A. S., Schoenfeld B. J., et al. The improvement in walking speed induced by resistance training is associated with increased muscular strength but not skeletal muscle mass in older women[J]. *European Journal of Sport Science*, 2017, 17(4): 488-494.
- [30] Padilha C. S., Ribeiro A. S., Fleck S. J., et al. Effect of resistance training with different frequencies and detraining on muscular strength and oxidative stress biomarkers in older women[J]. *Age*, 2015, 37(5): 104.
- [31] Fiatarone M. A., Marks E. C., Ryan N. D., et al. High-intensity strength training in nonagenarians: Effects on skeletal muscle[J]. *JAMA*, 1990, 263(22):3029-3034.
- [32] Campbell A. J., Robertson M. C., Gardner M. M., et al. Falls prevention over 2 years: A randomized controlled trial in women 80 years and older[J]. *Age and ageing*, 1999, 28(6): 513-518.
- [33] Campbell A. J., Robertson M. C., Gardner M. M., et al. Randomised controlled trial of a general practice programme of home based exercise to prevent falls in elderly women[J]. *BMJ*, 1997, 315: 1065-1069.
- [34] Nelson M. E., Fiatarone M. A., Morganti C. M., et al. Effects of high-intensity strength training on multiple risk factors for osteoporotic fractures: A randomized controlled trial[J]. *The Journal of the American Medical Association*, 1994, 272(24): 1909-1914.
- [35] Kohrt W. M., Ehsani A. A., Birge S. J. Effects of exercise involving predominantly either joint-reaction or ground-reaction forces on bone mineral density in older women[J]. *Journal of Bone and Mineral Research*, 1997, 12(8): 1253-1261.
- [36] Cussler E. C., Lohman T. G., Going S. B., et al. Weight lifted in strength training predicts bone change in postmenopausal women[J]. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2003, 35 (1): 10-17.
- [37] Baker K. R., Nelson M. E., Felson D. T., et al. The efficacy of home based progressive strength training in older adults with knee osteoarthritis: A randomized controlled trial[J]. *The Journal of rheumatology*, 2001, 28(7): 1655-1665.
- [38] Hurley B. F., Roth S. M. Strength training in the elderly: Effects on risk factors for age-related diseases[J]. *Sports Medicine*, 2000, 30(4): 249-268.
- [39] Hagerman F.C., Walsh S.J., Staron R.S., et al. Effects of high-intensity resistance training on untrained older men. I. Strength, cardiovascular, and metabolic responses[J]. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 2000, 55(7): 336-346.
- [40] James A. P., Whiteford J., Ackland T. R., et al. Effects of a 1-year randomised controlled trial of resistance training on blood lipid profile and chylomicron concentration in older men[J]. *European Journal of Applied Physiology*, 2016, 116(11-12): 2113-2123.
- [41] Tomeleri C. M., Ribeiro A. S., Souza M. F., et al. Resistance training improves inflammatory level, lipid and glycemic profiles in obese older women: A randomized controlled trial[J]. *Experimental Gerontology*, 2016, 84: 80-87.
- [42] Ribeiro A. S., Schoenfeld B. J., Souza M. F., et al. Traditional and pyramidal resistance training systems improve muscle quality and metabolic biomarkers in older women: A randomized crossover study[J]. *Experimental Gerontology*, 2016, 79: 8-15.
- [43] Ribeiro A. S., Tomeleri C. M., Souza M. F., et al. Effect of resistance training on creatine protein, blood glucose and lipid profile in older women with differing levels of RT experience [J]. *Age*, 2015, 37(6): 109.
- [44] Cassilhas, R. C., Viana, V. A., Grassmann, V., et al. The impact of resistance exercise on the cognitive function of the elderly[J]. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2007, 39(8): 1401-1407.
- [45] Langoni C. D. S., Resende T. L., Barcellos A. B., et al. Effect of exercise on cognition, conditioning, muscle endurance, and balance in older adults with mild cognitive impairment: A randomized controlled trial[J]. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 2019, 42(2): 15-22.



- [46] Lachman M. E., Neupert S. D., Bertrand R., et al. The effects of strength training on memory in older adults[J]. *Journal of Aging and Physical Activity*, 2006, 14(1): 59-73.
- [47] Martins, R., Coelho, M. E. S., Pindus, D., et al. Effects of strength and aerobic-based training on functional fitness, mood and the relationship between fatness and mood in older adults[J]. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2011, 51(3): 489-496.
- [48] Busse A. L., Filho W. J., Magaldi R. M., et al. Effects of resistance training exercise on cognitive performance in elderly individuals with memory impairment: Results of a controlled trial[J]. *Einstein*, 2008, 6(4): 402-407.
- [49] Colcombe S., Kramer A. F. Fitness effects on the cognitive function of older adults: A meta-analytic study[J]. *Psychological science*, 2003, 14(2): 125-130.
- [50] Clark B. A. Tests for fitness in older adults[J]. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 1989, 60(3): 66-71.
- [51] Osness W. H., Adrian M., Clark B., et al. Functional fitness assessment for adults Over 60 years(A field based assessment)[M]. Reston, VA: American Alliance for Health. Physical Education Recreation and Dance (AAHPRED), 1990.
- [52] Spirduso W. W., Francis K. L., MacRae P. G. Physical dimensions of aging[M]. Champaign, IL: Human Kinetics, 1995.
- [53] Spirduso W. W., Francis K. L., MacRae P. G. Physical dimensions of aging[M]. 2nd edition. Champaign, IL: Human Kinetics, 2005.
- [54] U.S. Department of Health and Human Services. Physical activity and health: A report of the surgeon general [M]. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, 1996.
- [55] World Health Organization. Regional Office for Europe. The Heidelberg guidelines for promoting physical activity among older persons. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.[EB/OL][2020-12-18]. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/108545>
- [56] Nelson M. E., Wernick S. Strong women stay young[M]. New York: Bantam Books, 1997.
- [57] Nelson M. E., Wernick S. Strong women stay slim[M]. New York: Bantam Books, 1998.
- [58] Nelson M. E., Wernick S. Strong women, strong bones [M]. New York, NY: G. P. Putnam's Sons, 2000.
- [59] Nelson M. E., Knipe J. Strong women eat well[M]. New York, NY: G. P. Putnam's Sons, 2001.
- [60] Nelson M. E., Baker K. R., Roubenoff R., et al. Strong women and men beat arthritis[M]. New York, NY: G. P. Putnam's Sons, 2002.
- [61] Nelson M. E. The strong woman's journal[M]. New York, NY: Perigee Trade, 2003.
- [62] Nelson M. E., Lichtenstein, A. H., Lindner L. Strong women, strong hearts[M]. New York, NY: G. P. Putnam's Sons, 2005.
- [63] Nelson M. E., Lindner L. Strong women, strong backs [M]. New York, NY: G. P. Putnam's Sons, 2006.
- [64] 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, 7(2): 129-161.
- [65] 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.
- [66] Rikli R. E., Jones C. J. Measuring functional fitness of older adults[J]. *The Journal on Active Aging*, 2002, 1(1): 24-30.
- [67] Rikli R. Jones C. J. Senior fitness test manual[M]. 2nd edition. Champaign, IL: Human Kinetics.
- [68] National blueprint, increasing physical activity among adults age 50 and older[EB/OL][2020-12-18]. <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/11983>.
- [69] Seguin R. A., Buchner D., Epping J., et al. Growing stronger: Strength training for older adults. centers for disease control and prevention (CDC). [EB/OL][2020-12-18]. go.tufts.edu/growingstronger.
- [70] Zhu W., Chodzko-Zajko W. Measurement issues in aging and physical activity: Proceedings of the 10th Measurement and Evaluation Symposium[M]. Champaign, IL: Human Kinetics, 2006.
- [71] Belza B., the PRC-HAN Physical Activity Conference Planning Workgroup. Moving ahead: Strategies and tools to plan, conduct, and maintain effective community-based physical activity programs for older adults[M]. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention, 2007.
- [72] Physical Activity Guidelines Advisory Committee. Physical activity guidelines advisory committee report[M]. Washington, DC: U.S. Department of Health and Human Services, 2008.
- [73] 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee. 2018 physical activity guidelines advisory committee scientific report[M]. Washington, DC: U.S. Department of Health and Human Services, 2018.
- [74] American College of Sports Medicine, Chodzko-Zajko



- penia: Enhancing awareness of an increasingly prevalent disease[J]. *Bone*, 2017, 105:276-286.
- [10] Tsekoura M., Kastrinis A., Katsoulaki M., et al. Sarcopenia and its impact on quality of life[J]. *Adv. Exp. Med. Biol.*, 2017, 987:213-218.
- [11] Beaudart C., McCloskey E., Bruyère O., et al. Sarcopenia in daily practice: Assessment and management[J]. *BMC Geriatr.*, 2016, 16(1):170.
- [12] Lauss M., Kriegner A., Vierlinger K., et al. Characterization of the drugged human genome[J]. *Pharmacogenomics*. 2007, 8(8):1063-1073.
- [13] Dolphin A. C., Lee A. Presynaptic calcium channels: Specialized control of synaptic neurotransmitter release[J]. *Nat. Rev. Neurosci.*, 2020, 21(4):213-229.
- [14] Agrawal A., Suryakumar G., Rathor R. Role of defective Ca²⁺ signaling in skeletal muscle weakness: Pharmacological implications[J]. *J. Cell Commun. Signal*, 2018, 12(4):645-659.
- [15] Barbiera A., Sorrentino S., Lepore E., et al. Taurine attenuates catabolic processes related to the onset of sarcopenia[J]. *Int. J. Mol. Sci.*, 2020, 21(22):8865.

(责任编辑:刘畅)

(上接第 59 页)

- W. J., Proctor D. N., et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults[J]. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 2009, 41(7):1510-1530.
- [75] 朱为模.运动处方的过去、现在与未来[J].*体育科研*, 2020,41(1):1-18.
- [76] 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]. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 2019, 33(8): 2019-2052.
- [77] Baechle T. R., Westcott W. Fitness professionals guide to strength training older adults[M]. 2nd edition. Champaign, IL: Human Kinetics, 2010.
- [78] Westcott W., Baechle T. R. Strength training past 50[M]. 3rd edition. Champaign, IL: Human Kinetics, 2015.
- [79] Fekete M. Strength training for seniors: How to rewind your biological clock[M]. Illustrated edition. Alameda, CA: Hunter House, 2006.
- [80] Waehner P. Strength training for seniors: Increase your balance, stability, and stamina to rewind the aging process[M]. New York, NY: Skyhorse, 2020.
- [81] Best-Martini E., Jones-DiGenova K. A. Exercise for Frail Elders[M]. 2nd Edition. Champaign, IL: Human Kinetics, 2014.

(责任编辑:刘畅)