

· 老年人衰弱与肌少症专栏 ·

老年人肌肉衰减综合征运动干预方法的研究进展

王锋, 吴雪萍*

(上海体育学院体育教育训练学院, 上海 200438)

【摘要】 肌肉衰减综合征是一种进行性的、全身广泛性的骨骼肌纤维体积和数量(质量)减少、骨骼肌力量下降以及功能减退的综合征,其会导致老年人增加罹患其他疾病的概率,造成老年人失能、生活质量下降和死亡。运动干预对老年人肌肉衰减综合征有良好的预防和治疗效果。本文对肌肉衰减综合征运动干预方法最新研究进行综述,发现抗阻训练、有氧训练、全身振动训练等方法应用较为广泛,运动结合营养和药物干预逐渐成为新的有效途径。其结果可为我国老年人肌肉衰减综合征的研究和临床治疗提供依据,并为针对性的、科学有效的老年人运动处方的制定提供参考。

【关键词】 老年人;肌肉衰减综合征;运动干预

【中图分类号】 R592;G804.5

【文献标志码】 A

【DOI】 10.11915/j.issn.1671-5403.2018.05.077

Research progress on physical exercise intervention for sarcopenia in the elderly

WANG Feng, WU Xue-Ping*

(School of Physical Education and Sport Training, Shanghai University of Sport, Shanghai 200438, China)

【Abstract】 Sarcopenia is a syndrome characterized by progressive and systemic loss in volume and quantity (mass) of skeletal muscle fibers, skeletal muscle strength and function associated with aging. It increases the risks for other diseases in the elderly, and results in disability, decline in quality of life, and death. Physical exercise intervention shows good preventive and therapeutic effects on the syndrome. In this article, we reviewed the advances in physical exercise interventions for sarcopenia, and found that resistance training, aerobic training and whole-body vibration training are widely used, and exercise combined with nutrition intervention and medication has gradually become a new and effective way. Our aims are to provide evidence for the research and clinical treatment of sarcopenia and reference for individualized and scientifically effective exercise regimens for the elderly.

【Key words】 aged; sarcopenia; physical exercise intervention

This work was supported by the Scientific Research Program of Shanghai Science and Technology Commission (15490503000) and the Project of Shanghai Key Laboratory of Development and Guarantee of Human Sports Ability (Shanghai University of Sport) (11DZ2261100).

Corresponding author: WU Xue-Ping, E-mail: wuxueping@sus.edu.cn

肌肉衰减综合征(sarcopenia)是一种进行性的、全身广泛性的骨骼肌纤维体积和数量(质量)减少、骨骼肌力量下降以及骨骼肌功能减退的综合征。研究发现,35岁以后肌肉衰减综合征开始发生,老年阶段尤其严重,且在老年人群中的发病率高达8%~40%^[1]。伴随肌肉衰减综合征的发生,老年人会增加罹患糖尿病、骨关节炎、骨质疏松症、心脏病等慢性疾病的风险,导致生活质量下降,甚至造成跌倒、失能和死亡。因此,在老龄化加剧的当下,探讨治疗肌肉衰减综合征的有效方法对提高老年人身

体功能、保证其生活质量具有重要的现实意义。肌肉衰减综合征的发生机制复杂多样,从宏观研究来讲主要是由于衰老造成的骨骼肌结构和功能的退行性变化,致使机体产生一系列反应^[2],而运动干预与骨骼肌结构和功能联系最为密切,大量研究证实运动干预对肌肉衰减综合征有较积极的影响。本文从运动干预视角入手,对各种运动干预方法在肌肉衰减综合征治疗方面的研究成果进行归纳分析,以期为临床治疗和后续研究提供依据并为制定针对性的、科学有效的老年人运动处方提供参考。

收稿日期: 2018-02-09; 修回日期: 2018-03-14

基金项目: 上海市科学技术委员会科研计划项目(15490503000); 上海市人类运动能力开发与保障重点实验室(上海体育学院)项目(11DZ2261100)

通信作者: 吴雪萍, E-mail: wuxueping@sus.edu.cn

1 抗阻训练

1.1 对肌肉质量的影响

老年人在发生肌肉衰减综合征过程中,肌纤维类型会发生明显变化,研究发现19岁至84岁人体I型肌纤维减少了6%,而II型肌纤维减少高达35%^[3],同时随着脂肪浸入,肌肉质量下降。Mero等^[4]通过21周、2次/周的渐进式抗阻训练(70%~80% 1 RM, 1 RM为1次重复最大肌力)增加了老年人股外侧肌纤维横切面积(cross-sectional area, CSA)I型和II型31%~42%,并减少了脂肪含量,使骨骼肌含量增加。Liao等^[5]对56名肥胖女性[(67.3±5.1)岁]进行了12周、3次/周、45 min/次的弹力带抗阻练习,与对照组相比,其肌肉质量和身体功能有益效果显著增加($P<0.05$)。

近年来,从分子生物学角度揭示抗阻训练对老年人肌肉结构的影响机制已经成为研究热点。闫万军等^[6]发现抗阻训练能促进某些生长因子[如胰岛素样生长因子-1, (insulin-like growth factor-1, IGF-1)]和特殊功能蛋白的基因表达,从而促进老年人肌肉组织结构变化,改善肌肉质量与功能。Raue等^[7]探讨12周、3次/周、3组/次,每组重复10个动作,70%~75% 1 RM强度的渐进式抗阻训练对老年人骨骼肌转录的影响,发现快肌纤维对不同强度抗阻训练引起的基因表达的变化具有特异性。此外,抗阻运动还能够诱导同化激素,如IGF-1、生长素和睾酮水平改变^[8],并抑制肌生成抑制素^[9]、血管生成素蛋白2^[10]生成,而这些因素的改变对肌肉结构和功能有着重要的影响。

1.2 对肌肉力量的影响

研究发现,肌肉力量从40岁左右开始逐渐下降,到80岁时肌肉力量消退35%~45%^[11],抗阻训练能有效提高肌肉力量,且不同训练强度有不同的干预效果。以往系统综述和meta分析证实大强度(75%~80% 1 RM)抗阻训练在提高肌力^[12,13]和爆发力^[14]方面优于小强度(40%~60% 1 RM),而中等强度(60%~75% 1 RM)的抗阻运动和有氧运动对肌肉耐力有34%~200%的明显效果^[15]。但对于很多老年人特别是患有某种疾病者,不宜做大强度的抗阻训练,因此,探讨不同干预方案的效果逐渐成为研究热点。Tschopp等^[16]通过对涉及377个样本的11篇文献进行梳理分析,比较了传统大强度慢速抗阻训练和小强度快速抗阻训练对老年人肌力、步态、平衡和肌肉体积的影响,干预时间为3次/周,2~3组/次,8~15次/组,发现采用30%~60% 1 RM

小强度的快速抗阻训练效果略优于70%~80% 1 RM强度的传统慢速抗阻训练。Tsuzuku等^[17]采用慢速(每次动作耗时4 s)克服自身体质量的抗阻训练,2次/周,2组/次,10次/组,12周后干预组大腿肌肉厚度、膝伸展强度和髋关节屈曲力量显著大于对照组($P<0.001$)。可见,不同的干预方案都可以产生积极的效果。因此,制定干预方案要根据不同的老人群体选择不同的训练学要素进行,这亦成为后续研究的方向。

1.3 对肌肉功能的影响

伴随着肌肉衰减综合征的发生,老年人身体活动能力逐渐下降,抗阻训练可以有效地维持或提高老年人身体功能。以往系统综述分析表明,大强度65%~80% 1 RM训练对骨骼肌力量、步行速度、坐起活动能力及平衡能力等身体功能有明显改善^[18]。但有系统综述发现某些坐起和计时起立-行走(timed up and go, TUG)测试结果中肌肉功能变化不大^[19]。对此争议,有学者认为抗阻训练不应单纯地进行某个部位和关节练习,应以整体身体功能的改善为干预的前提^[8]。Manini等^[20]将32名>75岁的老年人随机分为单纯抗阻训练组、整体功能训练组及混合组,进行了10周、2次/周的干预计划,干预结果表明功能训练组人群的膝、肘关节力量、反应时、步速及单脚站立平衡等日常肌肉功能变化最大。

综上所述,抗阻训练对老年人肌肉力量的增加、肌肉结构和功能的改善有积极的效应,是抗肌肉衰减综合征最经典运动干预方法。探讨不同的被试人群、不同锻炼部位和不同的强度、练习动作形式、速度等运动学参数的抗阻训练干预效果是将来研究的热点和方向之一。

2 有氧训练

有氧运动的干预效果主要表现在提高肌肉质量。研究证明,有氧运动可以显著降低肥胖妇女的脂肪量,改善肥胖妇女的脂质-脂蛋白谱,增加瘦体质量和肌肉质量^[21]。另外,有氧运动还可增加骨骼肌线粒体的数量,并促进肌球蛋白重链(myosin heavy chain, MHC)由快到慢的转变,这种转换有利于增加老年人肌肉的代谢功能^[22]。近年来,研究者从分子生物学层面发现,有氧运动可通过激活多个转录因子,调节线粒体发生生物作用,最终抑制骨骼肌蛋白质的降解,提高肌肉质量。

3 全身振动训练

全身振动训练(whole-body vibration training,

WBVT)是通过机械振动的刺激,使人体产生适应性反应,促进骨骼肌纤维增大、肌力和功能增加的一种训练方法。WBVT对老年人群体肌肉衰减综合征有积极的疗效,可有效增强老年人肌肉的最大力量、爆发力及耐力,改善其下肢运动功能。Belavý等^[23]发现用19~26 Hz、振幅为3.5~4.0 mm的WBVT可以预防和治疗行动不便的老年人长期卧床而导致的肌肉萎缩。另外,Cristi等^[24]发现9周的WBVT干预提高了患有某些炎症的老年人60%的最大自愿等长收缩力量(maximum voluntary equal length contraction force, MVIC),但炎症因子(如白细胞介素-6、肿瘤坏死因子- α)的mRNA表达没有显著差异,表明WBVT可以减少肌肉力量损失,并且不引起炎症效应,提示,WBVT具有较高的安全性和有效性。需注意的是,不同振幅和频率有不同的干预效果,过高的频率会造成不良影响,一般以中频30~40 Hz对振动训练效果最优。

早期的机制研究表明,振动刺激使骨骼肌收缩募集到更多的运动单位,刺激II型肌纤维,增加快肌纤维的参与比例,最终提高肌肉质量^[25]。从分子生物学角度解释为WBVT能提高腓肠肌相对质量、增加肌纤维CSA和肌细胞内肌酸激酶活性,并增强肌细胞机械生长因子mRNA表达。总之,WBVT能提高老年人肌肉力量、肌肉质量和功能,是一种新型的、安全的运动干预方法,同时亦为抗肌肉衰减综合征提供更广阔的研究领域。

4 多种运动形式联合

对于进行高强度抗阻训练较困难的老年人来说,采用低强度的抗阻训练结合血流限制训练能够增加前臂MVIC和前臂肌肉维度,并且不会导致肌肉损伤。Villareal等^[26]对141名肥胖老年人进行了为期6个月的抗阻训练联合有氧训练干预,发现联合组简易体能测试得分增加21%,高于单纯抗阻训练组(增加14%)和单纯有氧训练组(增加14%),而力量增加和最大吸氧量增加量介于抗阻组和有氧组之间。但综合来看,抗阻训练联合有氧训练整体干预效应优于其他2组。另有研究采用抗阻训练联合振动训练,其锻炼效果亦优于单纯的抗阻训练和振动训练^[27]。总之,结合多种运动方法对肌肉衰减综合征进行干预治疗具有良好效果,已成为近几年临床和研究中的热点方向。

5 运动干预联合营养和药物

肌肉衰减综合征机制之一是骨骼肌纤维蛋白质

的分解速度大于合成速度,因此,充足的营养是取得干预效果的保证。研究显示,蛋白质补充联合抗阻训练与单纯抗阻训练和单纯蛋白质补充相比,其干预效果更为明显^[28]。另外,每日补充48 μ g的维生素D以及800 mg的钙结合65%~85% 1 RM的抗阻运动可有效改善老年人(60~75岁)股四头肌肌肉力量,增大肌肉CSA^[29]。其次,运动干预配合药物治疗亦显示出显著疗效。一项纳入22个研究721名受试者(57~70岁)的meta分析显示,与安慰剂组比较,抗阻联合肌酸补充剂组受试者的胸肌力量($P=0.002$)和腿部屈肌力量($P=0.01$)显著增强,肌肉质量显著增加($P<0.001$),但肌酸发挥作用的潜在机制尚未得到广泛的评估^[30]。可见,运动干预联合营养、药物等干预已经成为治疗老年人肌肉衰减综合征的有效方式。不同的营养、药物剂量配合不同的运动方式产生怎样的效果为将来的研究提供了一个方向。

除了上述运动干预形式外,电刺激法^[31]、高强度间歇训练^[32]等对肌肉衰减综合征亦有积极的影响,但尚无充足的研究报告,可以作为肌肉衰减综合征的辅助方法加以研究应用。

6 结语

“运动是良药”,对肌肉衰减综合征有积极的治疗效果,是提高老年人身体功能和生活质量的重要手段。目前国内对此开展了广泛研究,抗阻训练、有氧运动、WBVT、多种运动联合干预以及运动联合药物、营养干预等方法对肌肉衰减综合征都有较好的效果。抗阻训练是肌肉衰减综合征经典的运动干预方法,对肌肉力量、肌肉质量和功能具有积极的影响;有氧训练对老年人肌肉结构和代谢功能亦具有积极的影响效果;WBVT是肌肉衰减综合征一种新型的安全、有效的干预方法,更值得今后深入研究。从分子生物学层面揭示运动干预剂量与干预效应的关系、多种运动联合干预方法以及运动联合营养和药物治疗方法的最优化干预方案,并探寻更多的运动干预形式是今后研究的热点。

另外,对于不同的老年人群,不同的发病机制会引起不同程度的肌肉结构和功能的衰减,因此,应在制定运动方案中遵循个性化原则,保证个体在运动方案实施过程中的安全性和有效性。

【参考文献】

- [1] Sayer AA, Syddall H, Martin H, et al. The developmental origins of sarcopenia[J]. J Nutr Health Aging, 2008, 12(7): 427-432.
- [2] 朱亚琼, 彭楠, 周明. 肌少症的发病机制[J]. 中华老年多器

- 官疾病杂志, 2014, 13(8): 637-640. DOI: 10.3724/SP.J.1264.2014.000147.
- Zhu YQ, Peng N, Zhou M. Pathogenesis of sarcopenia[J]. Chin J Mult Organ Dis Elderly, 2014, 13(8): 637-640. DOI: 10.3724/SP.J.1264.2014.000147.
- [3] Goodpaster BH, Park SW, Harris TB, *et al.* The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study[J]. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2006, 61(10): 1059-1064.
- [4] Mero AA, Hulmi JJ, Salmijärvi H, *et al.* Resistance training induced increase in muscle fiber size in young and older men[J]. Eur J Appl Physiol, 2013, 113(3): 641-650. DOI: 10.1007/s00421-012-2466-x.
- [5] Liao CD, Tsao JY, Huang SW, *et al.* Effects of elastic band exercise on lean mass and physical capacity in older women with sarcopenic obesity: a randomized controlled trial[J]. Sci Rep, 2018, 8(1): 2317. DOI: 10.1038/s41598-018-20677-7.
- [6] 闫万军, 赵斌. 衰老性肌肉丢失及其训练效应[J]. 武汉体育学院学报, 2008, 11(42): 96-100. DOI: 10.3969/j.issn.1000-520X.2008.11.022.
- Yan WJ, Zhao B. Sarcopenia of aging people and effects of exercising[J]. J Wuhan Inst Phys Edu, 2008, 11(42): 96-100. DOI: 10.3969/j.issn.1000-520X.2008.11.022.
- [7] Raue U, Trappe TA, Estrem ST, *et al.* Transcriptome signature of resistance exercise adaptations: mixed muscle and fiber type specific profiles in young and old adults[J]. J Appl Physiol, 2012, 112(10): 1625-1636. DOI: 10.1152/jappphysiol.00435.2011.
- [8] Fauer C, Raynaud-Simon A, Ferry A, *et al.* Leucine and citrulline modulate muscle function in malnourished aged rats[J]. Amino Acids, 2012, 42(4): 1425-1433. DOI: 10.1007/s00726-011-0841-2.
- [9] Brotto M, Abreu EL. Sarcopenia: pharmacology of today and tomorrow[J]. J Pharmacol Exp Ther, 2012, 343(3): 540-546. DOI: 10.1124/jpet.112.191759.
- [10] Zhao J, Tian Z, Kadomatsu T, *et al.* Age-dependent increase in angiopoietin-like protein 2 accelerates skeletal muscle loss in mice[J]. J Biol Chem, 2018, 293(5): 1596-1609. DOI: 10.1074/jbc.M117.814996.
- [11] Vandervoort AA, Symons TB. Functional and metabolic consequences of sarcopenia[J]. Can J Appl Physiol, 2001, 26(1): 90-101.
- [12] 王光平, 张开发. 抗阻训练对老年人肌肉力量影响的元分析[J]. 体育学刊, 2011, 5(18): 132-138. DOI: 10.3969/j.issn.1006-7116.2011.05.030.
- Wang GP, Zhang KF. Meta analysis of the effects of resistance training on the muscle strength of the elderly[J]. J Phys Educ, 2011, 5(18): 132-138. DOI: 10.3969/j.issn.1006-7116.2011.05.030.
- [13] Papa EV, Dong X, Hassan M. Resistance training for activity limitations in older adults with skeletal muscle function deficits: a systematic review[J]. Clin Interv Aging, 2017, 12: 955-961. DOI: 10.2147/CIA.S104674.
- [14] Fielding RA, LeBrasseur NK, Cuoco A, *et al.* High-velocity resistance training increases skeletal muscle peak power in older women[J]. J Am Geriatr Soc, 2002, 50(4): 655-662.
- [15] Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Singh MA, *et al.* Exercise and physical activity for older adults[J]. Med Sci Sports Exercise, 2009, 41(6): 992-1008.
- [16] Tschopp M, Sattelmayer MK, Hilfiker R. Is power training or conventional resistance training better for function in elderly persons? A meta-analysis[J]. Age Ageing, 2011, 40(5): 549-556. DOI: 10.1093/ageing/afq005.
- [17] Tsuzuku S, Kajioka T, Sakakibara H, *et al.* Slow movement resistance training using body weight improves muscle mass in the elderly: a randomized controlled trial[J]. Scand J Med Sci Sports, 2018, 28(4): 1339-1344. DOI: 10.1111/sms.13039.
- [18] Liu CJ, Latham NK. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2009, (3): CD002759. DOI: 10.1002/14651858.CD002759.pub2.
- [19] Latham NK, Bennett DA, Stretton CM, *et al.* Systematic review of progressive resistance strength training in older adults[J]. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2004, 59(1): 48-61.
- [20] Manini T, Marko M, VanArman T, *et al.* Efficacy of resistance and task-specific exercise in older adults who modify tasks of everyday life[J]. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2007, 62(6): 616-623.
- [21] Barbat-Artigas S, Garnier S, Joffroy S, *et al.* Caloric restriction and aerobic exercise in sarcopenic and non-sarcopenic obese women: an observational and retrospective study[J]. J Cachexia Sarcopenia Muscle, 2016, 7(3): 284-289. DOI: 10.1002/jcsm.12075.
- [22] Konopka AR, Trappe TA, Jemiolo B, *et al.* Myosin heavy chain plasticity in aging skeletal muscle with aerobic exercise training[J]. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2011, 66(8): 835-841. DOI: 10.1093/gerona/gh088.
- [23] Belavý DL, Hides JA, Wilson SJ, *et al.* Resistive simulated weight bearing exercise with whole body vibration reduces lumbar spine deconditioning in bed-rest[J]. Spine, 2008, 33(5): E121-131. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181657f98.
- [24] Cristi C, Collado PS, Márquez S, *et al.* Whole-body vibration training increases physical fitness measures without alteration of inflammatory markers in older adults[J]. Eur J, 2014, 14(6): 611-619. DOI: 10.1080/17461391.2013.858370.
- [25] 张丽, 瓮长水. 全身振动训练及其对脑卒中患者运动功能康复价值[J]. 中国实用内科杂志, 2013, 8(33): 587-590.
- Zhang L, Weng CS. Effect of whole-body vibration on post-stroke patients[J]. Chin J Prac Intern Med, 2013, 8(33): 587-590.
- [26] Villareal DT, Aguirre L, Gurney AB, *et al.* Aerobic or resistance exercise, or both, in dieting obese older adults[J]. N Engl J Med, 2017, 376(20): 1943-1955. DOI: 10.1056/NEJ-Moa1616338.
- [27] 宋佩成, 李玉章. 振动训练法研究进展[J]. 体育科研, 2010, 31(2): 78-82. DOI: 10.3969/j.issn.1006-1207.2010.02.014.
- Song PC, Li YZ. Study on vibration training method[J]. Sport Sci Res, 2010, 31(2): 78-82. DOI: 10.3969/j.issn.1006-1207.2010.02.014.
- [28] Osuka Y, Fujita S, Kitano N, *et al.* Effects of aerobic and resistance training combined with fortified milk on muscle mass, muscle strength, and physical performance in older adults: a randomized controlled trial[J]. J Nutr Health Aging, 2017, 21(10): 1349-1357. DOI: 10.1007/s12603-016-0864-1.
- [29] Agergaard J, Trøstrup J, Uth J, *et al.* Does vitamin-D intake during resistance training improve the skeletal muscle hypertrophic and strength response in young and elderly men — a randomized controlled trial[J]. Nutr Metab(Lond), 2015, 12: 32. DOI: 10.1186/s12986-015-0029-y.
- [30] Chilibeck PD, Kaviani M, Candow DG, *et al.* Effect of creatine supplementation during resistance training on lean tissue mass and muscular strength in older adults: a meta-analysis[J]. Open Access J Sports Med, 2017, 8: 213-226. DOI: 10.2147/OAJSM.S123529.
- [31] Kemmler W, von Stengel S. Alternative exercise technologies to fight against sarcopenia at old age: a series of studies and review[J]. J Aging Res, 2012, 2012: 109013. DOI: 10.1155/2012/109013.
- [32] Bell KE, Séguin C, Parise G, *et al.* Day-to-day changes in muscle protein synthesis in recovery from resistance, aerobic, and high-intensity interval exercise in older men[J]. J Gerontol, 2015, 70(8): 1024-1029. DOI: 10.1093/gerona/ghu313.

(编辑: 张美)