

# Research Development of Sarcopenia and Nursing of Sarcopenia

Furong Zhang<sup>1</sup>, Mei Wang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Internal Medicine, Laixi People's Hospital, Qingdao Shandong

<sup>2</sup>Department of Geriatric Medicine, The Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao Shandong

Email: whb@126.com, merey517@hotmail.com

Received: May 15<sup>th</sup>, 2020; accepted: Jun. 1<sup>st</sup>, 2020; published: Jun. 8<sup>th</sup>, 2020

---

## Abstract

As the trend of aging in China is getting worse, the sustainable development of the health care system is increasingly threatened by the elderly. Under such circumstances, the geriatric syndrome represented by sarcopenia has played an increasingly critical role in public health policies, and has thus received the attention of scholars from various sectors of society in recent years. The clinical and nursing needs related to sarcopenia are also coming. The comprehensive care of the elderly shows a variety of unsatisfied states.

## Keywords

Sarcopenia, Nursing, Nutrition Intervention, Resistance Exercise

---

# 肌少症及肌少症护理的研究进展

张福荣<sup>1</sup>, 王 媚<sup>2</sup>

<sup>1</sup>山东省青岛莱西市人民医院大内科, 山东 青岛

<sup>2</sup>山东省青岛市青大附院老年医学科, 山东 青岛

Email: whb@126.com, merey517@hotmail.com

收稿日期: 2020年5月15日; 录用日期: 2020年6月1日; 发布日期: 2020年6月8日

---

## 摘 要

随着国内老龄化趋势的日渐严重, 医疗卫生系统的可持续性发展越来越多地受到老年人群的威胁。在这种情况下, 以肌少症为代表的老年综合征在公共卫生政策中发挥了愈发关键的作用, 因此近年来受到了社会各界学者的关注。肌少症相关的临床及护理需求也随之而来, 老年人的综合护理呈现出多种未满足的状态, 本综述则以肌少症为中心, 展开对老年人护理的现况、困难及展望展开论述。

文章引用: 张福荣, 王媚. 肌少症及肌少症护理的研究进展[J]. 临床医学进展, 2020, 10(6): 926-933.

DOI: [10.12677/acm.2020.106142](https://doi.org/10.12677/acm.2020.106142)

## 关键词

肌少症, 护理, 营养干预, 抗阻运动

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

肌少症随年龄的增长其发病率逐渐升高, 过多的肌肉丢失会导致运动障碍, 呼吸功能下降和心力衰竭, 从而导致肺部感染和压疮的发生率增加[1]。因此, 肌少症被认为是老年人和疾病消瘦者的严重损害。由于严重的危害, 肌肉减少症的治疗作用受到越来越多的关注。肌少症的早期筛查和预防至关重要, 肌少症主要治疗方法是康复运动, 药物治疗, 激素替代和营养支持等, 贯彻肌少症防治过程的难点也是重点即使肌少症的临床和社区护理。

## 2. 肌少症

### 2.1. 肌少症的定义及流行病学

肌肉减少症(sarcopenia)简称肌少症, 源自希腊文 sarx (肌肉)和 penia (减少), 于 1989 年由 Rosenberg 首次命名。自 2010 年起, 欧洲老年肌少症工作组(European Working Group on Sarcopenia in Older People, EWGSOP)及国际肌少症工作组(International Working Group on Sarcopenia, IWGS)陆续发布并完善肌少症共识, 目前国际较为认可的肌少症定义为: “与增龄相关的进行性、全身肌量减少、肌肉强度下降或肌肉生理功能减退的综合征” [2]。随着肌少症的进展, 有可能导致身体残疾、生活质量差和死亡等不良后果[1]。肌少症的发病率随年龄的增长而升高, 研究表明, 在亚洲, 65~75 岁老年人肌少症的估计患病率为 4.1%~7.5%, 而>80 岁的年龄区间肌少症的发病率则飙升至 12.8% [3]。年龄增长会使老年人肌肉的质量减少、肌肉的强度减弱, 从而影响老年人的运动能力[4]。国外有研究表明, 肌少症是老年人在院外 1 年死亡率的预测因素[5]。

### 2.2. 肌少症的诊断标准

肌少症可以定义为一种状态, 表现在运动储备能力的逐渐丧失和对压力源缺乏反应[6]。然而, 肌少症仍然是一个不断发展的概念, 其诊断标准依据不同的工具和方法, 各地区及各文献中均有不同的标准被报道, 迄今为止全球范围内还没有达成统一的共识。例如, 2010 年 EWGSOP [1]首次提出肌少症的诊断标准和肌少症的分级, 以肌量减少、肌力下降及肌肉功能减退 3 个方面作为诊断标准[5] [6]。而亚洲肌少症工作组(AWGS) [7]在 2014 年公布的亚洲肌少症共识也采用了相似的诊断思路[5] [7], 其诊断标准为: 1) 肌肉质量的评估: 通过双能 X 线骨密度仪(DXA)、电子计算机断层扫描(CT)、磁共振成像(MRI)等设备测量不同部位的肌肉质量; 2) 肌肉力量的评估: 手握力方便易测且可大致反映其他部位的肌肉力量, 推荐测量手握力; 3) 肌肉功能评估: 步速是一项很好的客观指标, 方便开展而且易于接受, 推荐日常步速评估法评估肌肉功能, 如 6 分钟步行试验及站立步行试验等[5]。我国目前更多的倾向于 AWGS 的诊断标准: 1) 双能 X 线吸收法测定全身骨骼肌质量, 与身高平方的比值, 男性<7.0 kg/m<sup>2</sup>、女性<5.4 kg/m<sup>2</sup>。2) 握力(男性<26 kg、女性<18 kg)、步速(6 m 日常步速<0.8 m/s): 2 项至少 1 项[5]。

### 2.3. 肌少症的研究进展

目前我国老年人口正以前所未有的速度持续不断地增长[8]。衰老对骨骼肌的影响随着年龄的增长愈发明显, 主要以肌肉力量、耐力和肌肉数量不断变化为著[5]。老年人身体活动受到限制, 功能、认知和情感障碍等问题逐渐突出, 跌倒和骨折的风险随之增加[9]。目前国内外对肌少症的相关性研究甚少, 诊断相关的工具即方法也较为欠缺和不便。例如, 在肌肉质量的测量上, 磁共振成像、计算机断层扫描、双能 X 射线吸收测定(DXA)、生物阻抗分析、肌酸排泄、超声波等均可进行测量, 但只是测量肌肉质量的众多策略中的一小部分[5]。且不幸的是, 每种技术都有其独特的优点和缺点, 临床上较难开展。

肌少症的早期、准确筛选对医疗系统尤其是老年人群意义重大, 因为许多研究表明, 肌少症是增加残疾、增加住院率及再住院率、降低生活质量和增加死亡率的有力预测因素[5] [8] [9]。国际老年医学共识小组认识到肌少症是一种重要的医学综合征, 并建议所有 60 岁以上的人都应该定期进行肌少症的筛选, 筛选可在院内或者社区共同进行[4]。一旦患者出现肌少症的倾向, 则需加强肌少症的临床护理, 以最大程度的预防肌少症的发生和恶化。

治疗方面, 肌少症主要依靠早期发现、大力预防和专业护理。肌少症主要治疗方法是康复运动、营养干预和药物治疗等[10]。其中较为临床广泛接受和认可的是以抗阻性运动训练为主的康复运动和临床营养干预。而肌少症的防治过程中最重要且最难攻克的方面就是肌少症的护理。

## 3. 肌少症护理

### 3.1. 肌少症护理的研究进展

众所周知, 肌少症会增加残疾、跌倒和跌倒相关伤害的风险, 使老人丧失独立性、增加住院治疗次数和死亡率[3]。根据研究, 肌少症患者最常见于住在养老院的患者(发病率 38%), 其次是住院患者(23%)和最不常见的社区居民(10%) [3]。老年人体力活动减少和营养不良是发生肌少症的主要原因所在, 对于住院老年患者, 主要有热量摄入减少、低体力活动或长时间卧床、情绪低落和社会孤立等危险因素; 对于社区居民, 社会经济因素、认知、情绪等多种因素均是不可忽视的重要因素[11]。

肌少症的护理对于肌少症的防治最为重要, 目前国内外已陆续开展针对肌少症的筛查、评估方法的研究, 但缺乏对老年人肌少症护理的系统研究和报道。美国有研究者曾系统的阐述全面理解一个健康的社会应包括对与社会、生理、精神和文化方面相关的需求的理解。这些需求则是解决老年人的居住地、健康状况、文化和价值观的出发点, 才能以人为中心建立老年人护理体系[12]。在以人为中心的护理环境中, 应为老年群体创造符合他们需求的环境, 主要策略包括: 创造一个环境, 让生活在肌少症易患环境中的老年人和家庭护理人员在医疗保健期间感到安全和舒适互动; 在老年人、家庭照料者和医疗保健提供者之间建立相互信任和尊重的关系; 进行全面的健康和疾病评估; 为健康护理人员、患者和家庭护理人员提供指导、培训, 更好地构建有意义的合作关系; 共享信息支持网络[13]。此外, 以人为中心的老年人护理体系不仅包括制定合适的护理计划, 也需要让生活在该环境下、有多种危险因素的老年易患群体参与进来, 对进一步的疾病预防和自我管理至关重要, 最终将导致改善护理和福利的机会增加。在医疗保健方面发挥更积极的作用, 可以提高患者的医疗质量和健康结果。

### 3.2. 肌少症护理面临的困难

据统计, 21%和 43%的临床医护人员对鉴别营养不良和肌少症缺乏信心[14]。主要障碍来自于所需的工具或技能, 以及缺乏管理和防治肌少症的能力。同时, 社区护理中患者健康状况差、缺乏可感知的利益以及对研究人员的不信任等均是导致肌少症护理难度较大的原因[14]。

### 3.3. 肌少症护理内容

截止到目前,肌少症的治疗全球范围内尚未达成统一共识,上文已提出目前较为广泛认可和接受的是康复运动和营养干预。但唯一达成共识的是,在肌少症的防治过程中,护理人员的积极参与可提升老年人的生活质量,减轻卫生负担。近年研究表明,抗阻性运动和营养干预,尤其是渐进式抗阻性运动训练和富含亮氨酸的高蛋白饮食,是预防老年人肌少症的有效方法[15]。临床试验证实,抗阻性运动及营养指导联合干预虽不能使肌少症老人的指标恢复正常或使病情有根本性扭转,但对肌少症的长期疗效起积极作用,可延缓病情发展[16]。

#### 3.3.1. 抗阻性运动

抗阻性运动是指根据个性化训练目标,通过渐进式的训练,不断调整训练强度、重复次数、系列次数、负荷、持续时间和频率,由于神经和代谢适应而使用不同的负荷,导致肌肉肥大并增加肌肉力量[17]。

运动是获得和保持肌肉力量和质量最为直接有效的手段之一。通过加强运动以获得并保持足够的肌量、肌力和骨量是人体自少年至老年各个年龄阶段均需坚持的,老年人理应格外注重。近年来,临床研究表明,抗阻性运动在改善中老年人肌肉衰退及维持肌肉力量和肌肉功能方面起到了良好的作用[18]。美国运动医学学会(ACSM)及 EWGSOP 均将抗阻性运动作为肌少症患者力量训练的方法[17],但目前暂没有对运动时间、运动强度、运动量等多种因素的公认明确的运动方案。抗阻性运动的运动方式的选择需要因人而异,主要包括主动运动和被动活动,通过抗阻性运动与康复训练相结合的手段,达到增加肌量和肌力,改善运动能力和平衡能力,进而改善肌少症的目的[15]。

国内抗阻性运动训练参考邹魁等[19]的研究,用渐进式黄色弹力带练习和无器械练习,由护理人员指导老人进行运动。弹力带练习主要包括四个动作,弹力带站姿抬腿、弹力带侧立提拉、弹力带弓步下压和弹力带站姿后踢腿,每个动作重复 10 次,每次间歇休息 1 分钟。无器械练习主要包括靠墙马步站立,每次持续 30 s,休息 1 分钟,重复 3 次。抗阻性运动训练需持续 3 个月以上。

抗阻性运动训练的主要效果是握力的增加,平衡秒数、坐姿和步态速度的提高,以及短体力增强。抗阻性运动训练具有促进骨骼肌蛋白质代谢正平衡的作用,引发骨骼肌发生肥大的生物学效应[20]。通过训练,可以在不增加肌肉质量的情况下实现肌肉纤维结构的改变,神经活动改善,刺激肌肉肥大,肌肉力量增加,延缓肌肉衰减症的进展,是目前治疗肌肉衰减的有效手段[21]。抗阻性运动训练对老年人来说安全可控且容易执行,但目前的研究表明抗阻性运动至少要进行 3 个月以上才有效[22],这对护理人员及老年人群无疑是一个较大的挑战。

#### 3.3.2. 营养干预

除了运动训练外,营养干预支持也是肌少症的一种新兴治疗方法,并且引起了越来越多的关注。肌少症常见于老年人和消瘦性疾病患者,主要原因是蛋白质代谢不平衡,即蛋白质降解超过蛋白质合成导致负氮平衡并引发肌萎缩[23]。它导致肌肉力量和运动能力严重下降,甚至导致长期卧床。最近的研究表明,营养支持干预有助于改善肌肉减少和恢复肌肉功能[24]。目前临床研究提出可通过多种途径进行蛋白质营养支持来缓解肌萎缩,包括经典途径例如调节泛素-蛋白酶体系统、调节氧化反应和抑制细胞自噬等,以及潜在的新策略包括微生物、miRNA 调控、肠道菌群等[24]。

氨基酸、肽和蛋白质是抵消肌少症的传统营养元素[25]。氨基酸、蛋白质合成的重要原料,被认为直接有益于蛋白质合成过程[26]。高质量的蛋白质富含必需氨基酸,包括亮氨酸、异亮氨酸和缬氨酸等支链氨基酸,必需氨基酸的补充是肌肉蛋白质合成的原因,亮氨酸的分解产物  $\beta$ -羟基- $\beta$ -甲基丁酸具有促进肌肉蛋白合成、抑制肌肉蛋白分解的作用,对肌少症有一定的治疗作用[27]。富含亮氨酸的必需氨基酸已被

证实可以改善饮食失调患者的肌肉状况[25] [26] [27]。亮氨酸补充剂对于衰老过程中的体内和体外蛋白质合成都是有益的[27]。

动物试验表明,富含 3%亮氨酸的饮食还可以通过激活 mTOR/p70S6 途径减轻荷瘤大鼠的肌肉质量损失[28]。补充支链氨基酸和 L-谷氨酰胺可显著降低全胃切除大鼠的 MuRF-1 和 Atrogin-1 蛋白表达并逆转腓肠肌损失[29]。功能肽是蛋白水解的中间产物,也有利于蛋白质更新[28]。大豆蛋白衍生的肽是代表之一,并且通过抑制细胞自噬和泛素-蛋白酶体系统蛋白的表达,大大减轻了大鼠的骨骼肌萎缩[30]。大豆蛋白和乳清蛋白被认为是具有合理氨基酸组成的高质量蛋白[30]。补充乳清蛋白或大豆/乳清复合蛋白可有效减少老年大鼠的肌肉丢失[30]。国外的一项临床研究招募了卧床不起的患者,该研究也表明,大豆蛋白饮食可显著增强肌肉力量,酪蛋白补充可显著增加骨骼肌体积。乳清蛋白饮食比接受标准酪蛋白营养支持的饮食更能恢复石膏固定大鼠的肌肉功能[31]。国外一项对健康女性(65 岁至 75 岁)的一项研究表明,补充蛋白质可以提高肌原纤维的蛋白质合成,与对照组(15 g 牛奶和含 1.3 g 亮氨酸的大豆蛋白)相比,摄入 15 g 含 4.2 g 亮氨酸的牛奶蛋白饮料的受试者的急性和综合性肌原纤维蛋白合成显著增加( $P < 0.001$ ) [32]。

世界卫生组织推荐健康成年人蛋白质摄入量应为 0.8 g/(kg·d),在运动训练或急慢性疾病时蛋白质摄入量相应增加[15]。2010 年国际老年性肌肉减少、恶病质及消耗性疾病学会曾提出肌少症患者的蛋白质日推荐量为 1.0~1.5 g/(kg·d) [6]。

另外,研究发现维生素 D 对骨骼肌的质量、力量和功能也有影响,而老年人群中维生素 D 缺乏的现象随着年龄增加而加重[33]。由于高蛋白饮食方式对老年人来说有一定的难度,近年来有推出针对性的维生素 D 补充剂(400 IU/d)的方式进行补充[34],也取得了不错的效果。

根据营养师的指导,将各种食物的蛋白质和维生素 D 的含量进行营养搭配,可为肌少症患者制定个性化食谱,保证每日三餐均匀分配蛋白质的摄入量,每餐摄入富含亮氨酸及维生素 D 的优质蛋白,如鱼、虾、贝类、猪瘦肉、牛肉、羊肉、鸡肉、面筋、豇豆、豌豆、毛豆、黑豆、黄豆及其制品、干奶酪、全脂奶粉等[14] [33]。

### 3.3.3. 药物治疗

目前,临床试验已报道可通过临床用药来预防和治疗肌少症[35]。目前得到证实的药物主要有  $\alpha$ -酮戊二酸、Urocortin 制剂及生长激素替代疗法等[36]。 $\alpha$ -酮戊二酸是三羧酸循环的重要代谢中间体,在皮质酮诱导的蛋白质降解和肌肉减少症中起预防作用[37]。Urocortin 是促肾上腺皮质激素释放因子 2 受体(CRF2R)的选择性激动剂,可通过激活 CRF2R 减少与年龄相关的肌肉减少症[38]。研究证明,增加 IGF-1 介导的蛋白质合成并减少氧化损伤是有益的,生长激素替代疗法也适用于减轻年龄引起的肌肉减少症[39]。

## 3.4. 肌少症护理研究展望

护理人员在为肌少症患者实施护理和照料时面临的困难依然严峻,来自医疗卫生系统的信心不足及肌少症患者的认知欠缺、不够积极配合等,均是肌少症护理的困难来源。虽然让有肌少症危险因素的老年人参与决策确实存在挑战,但研究表明,让这一群体参与决策是可行的,挑战是可以克服的,努力是值得的[14]。这种参与必须是正式的,并嵌入到各级医疗保健中,包括研究、与医疗保健提供者的互动和政策制定。从长远来看,对肌少症患者进行协调、以人为本的护理,对个人和整个社会都将更加有效。然而,这一弱势群体的成功参与必须平衡肌少症患者及其家庭照料者的需要。最终将共同维持对肌少症老年人的照顾和福祉的积极变化。

## 4. 结论

尽管衰老和肌少症并不是同义词,但随着年龄的增长,肌少症的患病比例显著增加。肌少症不是由单一的情况定义的,而是一种健康状态,其特征是身体、精神或社会衰退的风险增加,健康状态恶化,以及死亡[40]。全面认识肌少症是十分重要的,因为早期发现有助于以预防和管理为重点的方案实施,以减少未来住院治疗,改善结果,增强活力和生活质量。

近几十年来,人们对老年人的肌少症和生活质量进行了广泛的研究,但没有统一的定义。目前肌少症的临床诊断及临床治疗尚未完善,全球范围内暂未达成统一共识。但需明确的一点是,护理人员 and 日常照料在肌少症的防治过程中至关重要。主要是抗阻性运动联合高蛋白饮食,尤其是富含亮氨酸和维生素 D 的高蛋白饮食,对延缓肌肉减少症老人的病情有效[15]。如何更方便更快速帮助更多老年人预防肌少症,值得进一步研究。

总之,肌肉健康与老年人生活质量具有密切关联。临床工作中应扩宽思路,提高对老年人群肌少症的认识,应该同步考虑肌少症的日常护理和治疗,并对肌少症给予积极有效的防治。

## 利益冲突

作者声明不存在利益冲突。

## 参考文献

- [1] Cruz-Jentoft A. J., Bahat G., Bauer J., *et al.* (2019) Sarcopenia: Revised European Consensus on Definition and Diagnosis. *Age Ageing*, **48**, 16-31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>
- [2] 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.
- [3] Yazar, T. and Yazar, H.O. (2017) Prevalance of Sarcopenia According to Decade. *Clinical Nutrition ESPEN*, **29**, 137-141. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2018.11.005>
- [4] Limpawattana, P., Kotruchin, P. and Pongchaiyakul, C. (2015) Sarcopenia in Asia. *Osteoporosis and Sarcopenia*, **1**, 92-97. <https://doi.org/10.1016/j.afos.2015.10.001>
- [5] Perez-Zepeda, M.U., Sgaravatti, A. and Dent, E. (2017) Sarcopenia and Post-Hospital Outcomes in Older Adults: A Longitudinal Study. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, **69**, 105-109. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2016.10.013>
- [6] Rolland, Y., Czerwinski, S., Abellan Van Kan G., *et al.* (2008) Sarcopenia: Its Assessment, Etiology, Pathogenesis, Consequences and Future Perspectives. *J Nutr Health Aging*, **12**, 433-450. <https://doi.org/10.1007/BF02982704>
- [7] Han, P., Yu, H., Ma, Y., *et al.* (2017) The Increased Risk of Sarcopenia in Patients with Cardiovascular Risk Factors in Suburb-Dwelling Older Chinese Using the AWGS Definition. *Scientific Reports*, **7**, Article No.: 9592. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-08488-8>
- [8] 严淑, 陆亚华, 汪良芝. 老年肌少症的诊治和研究新进展[J]. 中国老年学杂志, 2018, 38(22): 240-243.
- [9] Lera, L., Angel, B., Márquez, C., *et al.* (2020) Software for the Diagnosis of Sarcopenia in Community-Dwelling Older Adults: Design and Validation Study. *JMIR Medical Informatics*, **8**, e13657. <https://doi.org/10.2196/13657>
- [10] Denison, H.J., Cooper, C., Sayer, A.A., *et al.* (2015) Prevention and Optimal Management of Sarcopenia: A Review of Combined Exercise and Nutrition Interventions to Improve Muscle Outcomes in Older People. *Clinical Interventions in Aging*, **10**, 859-869. <https://doi.org/10.2147/CIA.S55842>
- [11] Kristina, N. and Lindsey, O. (2018) Financial Impact of Sarcopenia or Low Muscle Mass—A Short Review. *Clinical Nutrition*, **9**, 1-7.
- [12] O'Mara-Eves, A., Brunton, G., McDaid, D., *et al.* (2013) Community Engagement to Reduce Inequalities in Health: A Systematic Review, Meta-Analysis and Economic Analysis. *Public Health Research*, **1**, No. 4. <https://doi.org/10.3310/phr01040>
- [13] Rowe, G. and Frewer, J. (2015) A Typology of Public Engagement Mechanisms. *Science, Technology, & Human Values*, **30**, 251-290. <https://doi.org/10.1177/0162243904271724>
- [14] Papadopoulou, S.K., Tsintavis, P., Potsaki, P., *et al.* (2020) Differences in the Prevalence of Sarcopenia in Community-Dwelling, Nursing Home and Hospitalized Individuals. A Systematic Review and Meta-Analysis. *The Journal of*

- Nutrition, Health & Aging*, **24**, 83-90. <https://doi.org/10.1007/s12603-019-1267-x>
- [15] Bernhard, F., Oliver, N. and David, C.S. (2018) Dietary Protein, Muscle and Physical Function in the Very Old. *Nutrients*, **10**, 935. <https://doi.org/10.3390/nu10070935>
- [16] Beaudart, C., McCloskey, E., Bruyère, O., *et al.* (2016) Sarcopenia in Daily Practice: Assessment and Management. *BMC Geriatrics*, **16**, Article No.: 170. <https://doi.org/10.1186/s12877-016-0349-4>
- [17] Sakuma, K., Aoi, W. and Yamaguchi, A. (2015) Current Understanding of Sarcopenia: Possible Candidates Modulating Muscle Mass. *Pflügers Archiv—European Journal of Physiology*, **467**, 213-229. <https://doi.org/10.1007/s00424-014-1527-x>
- [18] 赵永军, 张育民, 郭艳花. 抗阻运动与推拿防治骨骼肌衰减征研究进展[J]. 中国老年学杂志, 2017, 37(2): 509-513.
- [19] 邹魁, 程亮. 弹力带柔性抗阻训练对老年女性关节肌力和平衡能力的影响[J]. 中国老年学杂志, 2017, 37(18): 4611-4612.
- [20] Cartee, G.D., Hepple, R.T., Bamman, M.M., *et al.* (2016) Exercise Promotes Healthy Aging of Skeletal Muscle. *Cell Metabolism*, **23**, 1034-1047. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2016.05.007>
- [21] Mayer, F., Scharhag-Rosenberg, F., Carlssohn, A., *et al.* (2011) The Intensity and Effects of Strength Training in the Elderly. *Deutsches Ärzteblatt International*, **108**, 359-364. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2011.0359>
- [22] American College of Sports Medicine (2009) Position Stand: Exercise and Physical Activity for Older Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, **41**, 1510-1530. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181a0c95c>
- [23] Cretoiu, S.M. and Zugravu, C.A. (2018) Nutritional Considerations in Preventing Muscle Atrophy. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, **1088**, 497-528. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-1435-3\\_23](https://doi.org/10.1007/978-981-13-1435-3_23)
- [24] Li, Z., Cai, B., Abdalla, B.A., *et al.* (2019) LncIRS1 Controls Muscle Atrophy via Sponging miR-15 Family to Activate IGF1-PI3K/AKT Pathway. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, **10**, 391-410. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12374>
- [25] Reidy, P.T., Walker, D.K., Dickinson, J.M., *et al.* (2013) Protein Blend Ingestion Following Resistance Exercise Promotes Human Muscle Protein Synthesis. *Nutrition*, **143**, 410-416. <https://doi.org/10.3945/jn.112.168021>
- [26] Wandrag, L., Brett, S.J., Frost, G., *et al.* (2015) Impact of Supplementation with Amino Acids or Their Metabolites on Muscle Wasting in Patients with Critical Illness or Other Muscle Wasting Illness: A Systematic Review. *Human Nutrition and Dietetics*, **28**, 313-330. <https://doi.org/10.1111/jhn.12238>
- [27] 刘雅茹, 朱鸣雷, 刘晓红.  $\beta$ -羟基- $\beta$ -甲基丁酸治疗肌肉减少症的临床研究现状[J]. 中国老年多器官疾病杂志, 2018, 17(4): 309-312.
- [28] da Silva Miyaguti, N.A., de Oliveira, S.C.P. and Gomes-Marcondes, M.C.C. (2019) Maternal Leucine-Rich Diet Minimises Muscle Mass Loss in Tumour-bearing Adult Rat Offspring by Improving the Balance of Muscle Protein Synthesis and Degradation. *Biomolecules*, **9**, 229. <https://doi.org/10.3390/biom9060229>
- [29] Haba, Y., Fujimura, T., Oyama, K., *et al.* (2019) Effect of Oral Branched-Chain Amino Acids and Glutamine Supplementation on Skeletal Muscle Atrophy After Total Gastrectomy in Rat Model. *The Journal of Surgical Research*, **243**, 281-288. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2019.05.041>
- [30] Zhao, F., Yu, Y., Liu, W., *et al.* (2018) Small Molecular Weight Soybean Protein-Derived Peptides Nutrient Attenuates Rat Burn Injury-Induced Muscle Atrophy by Modulation of Ubiquitin-Proteasome System and Autophagy Signaling Pathway. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **66**, 2724-2734. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b05387>
- [31] Jarzaguat, M., Polakof, S., David, J., *et al.* (2018) A Meal with Mixed Soy/Whey Proteins Is as Efficient as a Whey Meal in Counteracting the Age-Related Muscle Anabolic Resistance Only If the Protein Content and Leucine Levels Are Increased. *Food & Function*, **9**, 6526-6534. <https://doi.org/10.1039/C8FO01903G>
- [32] Devries, M.C., McGlory, C., Bolster, D.R., *et al.* (2018) Protein Leucine Content Is a Determinant of Shorter- and Longer-Term Muscle Protein Synthetic Responses at Rest and Following Resistance Exercise in Healthy Older Women: A Randomized, Controlled Trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*, **107**, 217-226. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqx028>
- [33] Rus, G.E., Porter, J. and Brunton, A. (2020) Nutrition Interventions Implemented in Hospital to Lower Risk of Sarcopenia in Older Adults: A Systematic Review of Randomised Controlled Trials. *Nutr Diet*, **77**, 90-102. <https://doi.org/10.1111/1747-0080.12608>
- [34] Hammar, M. and Östgren, C.J. (2013) Healthy Aging and Age-Adjusted Nutrition and Physical Fitness. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*, **27**, 741-752. <https://doi.org/10.1016/j.bpobgyn.2013.01.004>
- [35] Zhang, J., Yu, Y. and Wang, J. (2020) Protein Nutritional Support: The Classical and Potential New Mechanisms in the Prevention and Therapy of Sarcopenia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **68**, 4098-4108. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c00688>

- 
- [36] Kim, S.W. and Kim, R. (2020) The Association between Hormone Therapy and Sarcopenia in Postmenopausal Women: The Korea National Health and Nutrition Examination Survey, 2008-2011. *Menopause*, **27**, 506-511.
- [37] Cai, X., Yuan, Y., Liao, Z., *et al.* (2018) Alpha-Ketoglutarate Prevents Skeletal Muscle Protein Degradation and Muscle Atrophy through PHD3/ADRB2 Pathway. *American Societies for Experimental Biology*, **32**, 488-499. <https://doi.org/10.1096/fj.201700670r>
- [38] Hinkle, R.T., Donnelly, E., Cody, D.B., *et al.* (2003) Urocortin II Treatment Reduces Skeletal Muscle Mass and Function Loss during Atrophy and Increases Nonatrophying Skeletal Muscle Mass and Function. *Endocrinology*, **144**, 4939-4946. <https://doi.org/10.1210/en.2003-0271>
- [39] Brioché, T., Kireev, R.A., Cuesta, S., *et al.* (2014) Growth Hormone Replacement Therapy Prevents Sarcopenia by a Dual Mechanism: Improvement of Protein Balance and of Antioxidant Defenses. *The Journals of Gerontology: Series A*, **69**, 1186-1198. <https://doi.org/10.1093/gerona/glt187>
- [40] Laffon de Mazières, C., Morley, J.E., Levy, C., *et al.* (2017) Prevention of Functional Decline by Reframing the Role of Nursing Homes? *Journal of the American Medical Directors Association*, **18**, 105-110. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2016.11.019>