

老年肌肉减少症与脆性骨折的研究进展

高悠水 施慧鹏 李晓林 张长青

肌肉减少症(sarcopenia)由希腊语中的 sarx 和 penia 组合构成, sarx 指“肉”, 而 penia 指“减少或缺乏”^[1-2]。狭义的肌肉减少症早期特指在衰老过程中, 骨骼肌质量的减少。如今, 肌肉减少症可指任何原因引起的骨骼肌质量减少、力量下降和体能减退^[1, 3-4]。根据病因可分为原发性和继发性肌肉减少症两大类。随着人体衰老过程而发生的肌肉减少症, 称之为原发性肌肉减少症。65 岁以上人口患病率为 5% ~ 10%, 70 岁以上老年肌肉减少症的患病率超过 40%^[5]。目前全世界约有 5 000 万肌肉减少症患者, 预计到 2050 年, 患者人数将达到 5 亿^[3]。

肌肉减少症患者出现的骨骼肌质量减少、力量下降和体能减退不仅对运动系统影响巨大, 表现为跌倒事件和骨折发生率上升, 还系统性地影响老年人的整体生理状态, 体现为住院时间延长、并发症发生率上升以及死亡率增加, 甚至多个系统的恶性肿瘤发生率也显著增高^[6-7]。二十多年来, 关于肌肉减少症的大规模临床研究报告不断涌现, 研究发现肌肉减少症在某种程度上具有可逆性, 而且它与脆弱综合症、跌倒、骨软化症、骨质疏松症和脆性骨折关系十分密切^[8-13]。本文拟从肌肉减少症的病理生理学研究入手, 延伸至骨肌对话、肌肉减少症和脆性骨折的临床研究, 再对肌肉减少症的综合防治进行整理归纳。

一、肌肉减少症的病理生理学研究

肌肉减少症是由多种因素导致的病理性结果。研究发现, 失神经支配、线粒体功能异常、炎症和激素水平改变都可能造成骨骼肌质量减少和功能下降^[14]。肌肉减少症患者的氧自由基清除也发生障碍。由于营养失调或其他系统疾病, 可能形成蛋白质合成和降解体系紊乱, 导致具有促进肌肉再生功

能的卫星细胞自噬和凋亡增加, 这在一定程度上也加剧了肌肉减少症进程。有研究指出, 除了卫星细胞的数量减少外, 肌纤维对内分泌系统刺激信号的反应能力也下降^[15]。

肌肉质量增加有赖于肌动蛋白和肌球蛋白的合成, 肌肉纤维蛋白的合成受多种因素的调控, 主要包括蛋白质摄取、运动、内分泌因素和相关细胞因子。如在抗阻力训练时, 胰岛素样生长因子 1 (insulin-like growth factor 1, IGF-1) 分泌增加, 促进骨骼肌增加^[13]。雌激素、雄激素和生长激素对成骨细胞的增殖和分化都具有促进作用, 但这些激素对肌肉的影响作用偏小, 因而女性骨质疏松的患病率要显著高于男性, 但男性肌肉减少症的患病率显著高于女性^[16]。

卫星细胞功能异常有助于我们对肌肉减少症细胞层面的深入理解。卫星细胞是肌细胞的前体细胞, 一定的刺激因素可以促使它增殖和分化, 在肌肉质量增加和修复过程中发挥核心的“种子”作用。近期发现肌肉生长抑素 D 可以抑制卫星细胞的产生。衰老、慢性疾病、蛋白质或维生素 D 缺乏等不利因素长期存在, 都将对肌肉和骨骼的再生能力带来负面影响^[13, 15]。

白介素 -1, 白介素 -16 及肿瘤坏死因子 α 受合成代谢类激素(如性激素)调节, 此消彼长的衰老过程使得分解代谢类细胞因子的水平相对上升, 机体处于一种“炎症”状态, 这与骨质疏松的发生密切相关, 可能与核因子 κ B 受体活化因子配基通路激活及破骨细胞活力增强有关^[16-17]。衰老过程伴随的系统性炎症同样也使得蛋白质降解增加, 导致肌肉分解代谢加速。炎症或疾病诱导的肌肉萎缩可能与 E3 泛素连接酶 MuRF1 和 Atrogin-1 的基因表达上调有关, 他们会通过泛素化蛋白酶系统降解肌动蛋白和肌球蛋白^[18]。

肌肉减少症患者的 II 型肌纤维数量逐渐减少, 被 I 型肌纤维所替代, 并伴有显著的脂肪浸润(图 1 ~ 3)。脂肪浸润不仅会影响骨骼肌胰岛素信号通路对糖的敏感性, 也会使骨骼肌对氨基酸的

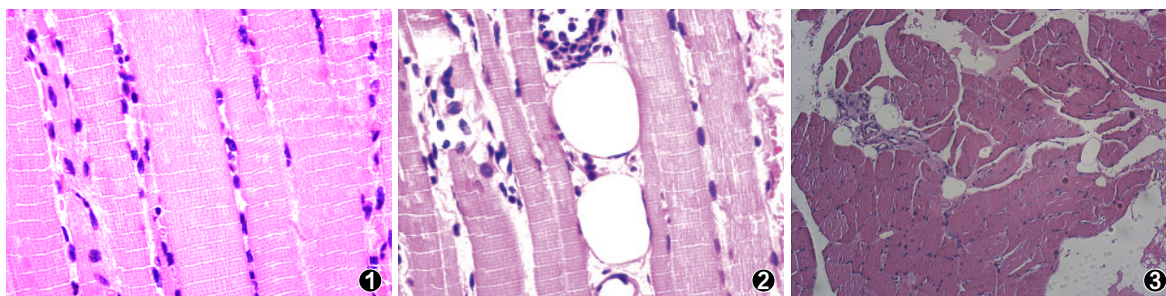


图 1 正常肌肉组织的肌肉纤维束排列整齐、致密，纤维束间肌细胞为主，无明显的脂肪细胞浸润（HE ×400）

图 2 肌肉减少症的肌纤维间隙内可见肥大的脂肪细胞（HE ×400） 图 3 1 例老年股骨转子间骨折的臀大肌横断面病理表现，肌肉纤维疏松，较多的脂肪和结缔组织浸润，肌纤维排列较紊乱（HE ×200）

利用能力大大降低。衰老过程中肌肉质量减少，有时可伴有脂肪质量增加，可称之为肌肉减少症性肥胖，将会进一步加剧胰岛素抵抗，形成恶性循环^[15]。

二、骨肌对话中的肌肉减少症和骨质疏松症

骨骼和肌肉是运动系统最重要的组成部分。不仅有神经内分泌系统协调骨骼和肌肉的功能，外部的力学刺激也使得骨骼和肌肉能适应性地满足功能。与衰老相伴随的是骨骼和肌肉在形态和功能上逐渐退化，表现为骨质疏松、肌肉减少和功能减退，可称之为运动系统的脆弱综合征^[19-20]。研究发现，>80 岁时，骨质疏松症和肌肉减少症平行进展，有研究者称之为肌肉减少-骨质疏松症。在肌肉质量和力量下降的初始阶段，骨仍有相对充足的力学刺激，保持基本多细胞单位，以维持形态、适应功能^[14]。对于老年人，肌肉萎缩导致不能于骨骼上产生足够的应力刺激，骨小梁形态也不能发生适应性改变。肌肉质量的改变及其产生的力量下降和功能减退，所带来的生物力学后果反应在骨骼上就是：皮质骨吸收加速、变薄，对抗剪切力、扭力和折弯力能力变弱；松质骨内的水平骨小梁数量减少，垂直骨小梁变得稀疏。一项研究表明，骨质疏松症与 II 型肌纤维萎缩有关，II 型肌纤维萎缩与骨量丢失成一定比例关系；而 II 型肌纤维与骨密度（bone mineral density, BMD）和 Akt 水平下降有关，Akt 是肌肉质量的主要调控因子^[21]。有研究指出，与骨质疏松相关的肌肉减少症和生长激素、IGF-1、磷脂酰肌醇 3-激酶、Akt 信号通路有关^[21-22]。有研究证实，肌肉减少症与 BMD 降低密切相关，肌肉减少与骨量降低具有一定的协同性^[12]。

肌肉质量和力量影响骨质疏松的原理不同。研究发现，一种新型的局部调控因子 Tmem119 可以促进 BMP2 表达上调、刺激 BMP 信号通路，诱导

成肌细胞为成骨细胞；肌肉还可以分泌一些可溶性细胞因子诱导骨形成，如近期发现的 Osteoglycin 和 FAM5C 可能是双向关联骨骼和肌肉的内分泌因子。组织间隙内特有的干细胞可参与异位骨化形成，它在参与骨肌对话中也发挥了重要作用，目前对其机制尚不十分清楚^[23]。利用新型实验技术探索骨肌对话中的基因、蛋白及相关信号通路是近年来研究的热点之一，Huang 等^[24]采用双变量全基因组关联分析发现，METTL21c 基因可同时调控骨骼和肌肉。但此类研究影响因素众多，研究结果仍有待于临床验证。

骨骼和肌肉关系紧密，目前只掌握其中很少的一部分机理。骨肌除同时受内部（神经内分泌）和外部（力）因素影响外，还存在相互调控，其信号途径和反馈方式非常复杂。对骨肌相互调控的深入了解，有助于对协同出现的肌肉减少症和骨质疏松症进行更加有效的防治。

三、肌肉减少症与脆性骨折的相关性研究

肌肉减少症除伴随 BMD 下降，表现为骨软化或骨质疏松之外，发生跌倒及相应骨折的风险也显著增加^[9-10]。虽然目前关于肌肉减少症和骨折发生关系的前瞻性临床研究较少，但在骨折后患者中进行肌肉减少症的流行病学研究，也能发现其与老年脆性骨折关系紧密。

González-Montalvo 等^[25]对 509 例髋部骨折住院治疗的患者依据欧洲老年人肌肉减少症工作组标准，采用生物电阻法测定肌肉质量、水压测力计测握力，这部分患者的平均年龄为 85.3 岁，肌肉减少症患病率为 17.1%，其中男性为 12.4%，女性为 18.3%。该研究中肌肉减少症与其生活在护理院（与

独立家庭生活相比)、高龄和较低的体重指数有关,多因素分析发现,体重指数是肌肉减少症的预示因子。Sjöblom 等^[26]对芬兰 590 位绝经女性进行队列研究发现,女性肌肉减少症发生骨质疏松的 *OR* 值为 12.9,女性握力最小的人群 25% 发生骨质疏松的 *OR* 值为 11.7。与非肌肉减少症人群相比,肌肉减少症女性发生骨折的 *OR* 值为 2.7,在随后的 12 个月中,发生跌倒的 *OR* 值为 2.1。

Hida 等^[27]分析了 216 例新鲜的骨质疏松性椎体骨折,将其与 1 608 例非骨折患者进行对照研究,发现较低的躯干骨骼肌质量指数(skeletal muscle mass index, SMI)、上肢 SMI、小腿 SMI 和较高的肌肉减少症患病率、新鲜椎体骨折有统计学关联。多因素分析发现,小腿肌肉质量减少和肌肉减少症是骨质疏松性椎体骨折的独立危险因素。Yu 等^[28]根据肌肉减少症亚洲工作组的诊断标准,对 2 000 名社区生活的男性进行超过 11.3 年随访,以评价肌肉减少症与脆性骨折的关系。其中 9.4% 诊断为肌肉减少症,11.3% 至少有一次骨折事件,肌肉减少症是发生脆性骨折的独立危险因素。

Di Monaco 等^[29]他们应用 DXA 测量髌部骨折 18.4 d 后的躯干部肌肉质量(kg),除以身高(m)平方所获得的值低于参考值 2 个标准差(*SD*)定义为肌肉减少症。采用 New Mexico Elder Health System 参考值标准,女性肌肉减少症患病率为 64.0%,男性为 95.0%;采用 Rochester 标准时,女性患病率为 21.8%,男性为 86.7%,男性髌部骨折后的肌肉减少症患病率显著高于女性。肌肉减少症发生跌倒和骨折的风险在男性中更加显著。在另一项对髌部骨折 18 d 后的女性患者应用 DXA 测量躯干肌肉质量的研究中,根据 EWGSOP 标准,诊断为肌肉减少症前期状态患者有 17%,肌肉减少症患者占 58%^[30]。对 313 例髌部骨折女性应用 DXA 检查躯干肌肉质量,发现 58% 有肌肉减少症,74% 有骨质疏松症,肌肉减少症和骨质疏松症之间关系密切,肌肉减少症女性患有骨质疏松症的 *OR* 值为 1.80^[31]。

也有研究指出,肌肉减少症对骨折事件的影响不如骨质疏松症明显。Chalhoub 等^[32]对平均年龄 73.7 岁的 5 544 例男性、77.6 岁的 1 114 例女性进行分析,研究低 BMD 和(或)肌肉减少症是否会增加非脊柱骨折风险。结果发现 3 367 例男性和 308 例女性具有正常的 BMD 且无肌肉减少症,79 例男性和 48 例女性只有肌肉减少症,1 986 例男性和 626 例女性只有 BMD 降低,112 例男性和 132

例女性兼有低 BMD 和肌肉减少症。与正常 BMD 且没有肌肉减少症者相比,不论男性或女性,兼有低 BMD 和肌肉减少症的人群骨折风险显著增加,而只有肌肉减少症的人群并无这种情况。笔者认为低 BMD 和肌肉减少症同时存在,可使骨折风险上升,而单纯的肌肉减少症并不会增加骨折风险。

四、肌肉减少症和脆性骨折的防治

(一) 运动

运动是对抗肌肉减少症和骨质疏松症最经济有效的方法。渐进性抗阻力训练对肌肉减少症有良好的治疗效果。在老年人群中,有的患者肌力可得到 200% 的改善,但相应的肌肉质量提高通常不会超过 10%。2009 年的 Cochrane 期刊荟萃分析 121 例随机对照试验得出结论:阻力训练参考“在步速中起到了适度改进的作用”、“对于离开椅子有中等程度的影响”以及“对肌肉强度起着巨大的作用”^[33]。

(二) 蛋白质平衡

虽然蛋白质吸收对骨骼健康的作用是有争议的,但蛋白质对于肌肉的合成代谢是重要的营养素。最新数据表明增加蛋白质摄入对肌肉减少症的治疗有积极作用^[34-35]。许多学者建议老年人每日应摄取每公斤体重 1~1.5 g 的蛋白质^[34-35]。此外,有很多对照研究正在进行,例如蛋白质的补充或者靶向的氨基酸治疗(比如亮氨酸的治疗)有增加肌肉蛋白质合成和提高肌肉功能的效果^[36]。Morley 等^[37]研究发现蛋白质摄入只能减慢肌肉减少的速度,补充富含亮氨酸的平衡型氨基酸却可以增强肌肉力量。

(三) 维生素 D 和钙

维生素 D 和钙对骨骼而言是重要的营养成分。累积的实例证明维生素 D 在肌肉维护健康中扮演了重要的角色,尽管具体的作用机制还未明确。肌肉纤维膜上存在大量维生素 D 受体,体内模型显示维生素 D 触发了肌肉蛋白质合成。跌倒风险增加被认为和低维生素 D 水平相关,且近期的荟萃分析指出补充维生素 D 可降低跌倒风险^[38]。但美国和欧洲关于维生素 D 在维护骨骼和肌肉健康方面的指导意见尚不统一,存有一定争议^[39-40]。

五、小结

随着全球老龄化日益加剧,肌肉减少症越来越受到人们重视^[41]。肌肉减少症不仅是运动系统衰老的一个体现,也是全身病理生理状态的反应。随着骨肌对话研究的深入,肌肉减少症和骨质疏松症之间的相互关系会逐渐清晰。肌肉减少症和骨质疏松症不仅是“灾难二重奏”,它们和跌倒、脆性骨

折、脆弱综合征一起形成了“灾难五重奏”。遗传因素在肌肉减少症中的作用目前尚不完全明确，但合并疾病、生活方式和营养状况等因素与肌肉减少症的发生和防治关系十分密切^[42-43]。

目前对肌肉减少症的基础研究、临床诊断和防治仍处于初级阶段，但关于肌肉减少症的定义目前已达成共识，在不同地区其诊断标准的参考值各异^[44]，诊断方法也有多种，尚无公认的诊断性血清标志物^[45-46]，这给更大规模的研究造成了障碍。我国在肌肉减少症基础和临床研究方面基本与国外同步^[4, 11, 47-52]，人口老龄化趋势的现状为肌肉减少症和脆性骨折的研究带来了机遇和挑战^[53]。

参 考 文 献

- Santilli V, Bernetti A, Mangone M, et al. Clinical definition of sarcopenia [J]. *Clin Cases Miner Bone Metab*, 2014, 11(3): 177-180.
- Oliveira A, Vaz C. The role of sarcopenia in the risk of osteoporotic hip fracture [J]. *Clin Rheumatol*, 2015, 34(10): 1673-1680.
- Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People [J]. *Age Ageing*, 2010, 39(4): 412-423.
- Wen X, Wang M, Jiang CM, et al. Are current definitions of sarcopenia applicable for older Chinese adults? [J]. *J Nutr Health Aging*, 2011, 15(10): 847-851.
- Morley JE, Anker SD, Von Haehling S. Prevalence, incidence, and clinical impact of sarcopenia: facts, numbers, and epidemiology-update 2014 [J]. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, 2014, 5(4): 253-259.
- Batsis JA, Mackenzie TA, Barre LK, et al. Sarcopenia, sarcopenic obesity and mortality in older adults: results from the National Health and Nutrition Examination Survey III [J]. *Eur J Clin Nutr*, 2014, 68(9): 1001-1007.
- 夏维波. 老年人肌少症的诊断和防治 [J]. *老年医学与保健*, 2015, 21(1): 6-9.
- Cooper C, Dere W, Evans W, et al. Frailty and sarcopenia: definitions and outcome parameters [J]. *Osteoporos Int*, 2012, 23(7): 1839-1848.
- Scott D, Daly RM, Sanders KM, et al. Fall and fracture risk in sarcopenia and dynapenia with and without obesity: the role of lifestyle interventions [J]. *Curr Osteoporos Rep*, 2015, 13(4): 235-244.
- Grisso JA, Kelsey JL, Strom BL, et al. Risk factors for falls as a cause of hip fracture in women. The Northeast Hip Fracture Study Group [J]. *N Engl J Med*, 1991, 324(19): 1326-1331.
- 洪维, 朱晓颖, 程群, 等. 老年髋部骨折患者肌肉减少症与骨密度的关系 [J]. *中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志*, 2014, 7(2): 106-112.
- Pereira FB, Leite AF, De Paula AP. Relationship between pre-sarcopenia, sarcopenia and bone mineral density in elderly men [J]. *Arch Endocrinol Metab*, 2015, 59(1): 59-65.
- Cederholm T, Cruz-Jentoft AJ, Maggi S. Sarcopenia and fragility fractures [J]. *Eur J Phys Rehabil Med*, 2013, 49(1): 111-117.
- Tarantino U, Piccirilli E, Fantini M, et al. Sarcopenia and fragility fractures: molecular and clinical evidence of the bone-muscle interaction [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2015, 97(5): 429-437.
- Thornell LE. Sarcopenic obesity: satellite cells in the aging muscle [J]. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2011, 14(1): 22-27.
- Basualto-Alarcón C, Varela D, Duran J, et al. Sarcopenia and androgens: a Link between pathology and treatment [J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2014, 5: 217.
- 王蓉, 范利, 胡亦新. 肌肉减少症与炎性细胞因子的研究进展 [J]. *中华保健医学杂志*, 2014, 16(6): 491-492, 496.
- Glass DJ. Signaling pathways perturbing muscle mass [J]. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2010, 13(3): 225-229.
- Gielen E, Verschueren S, O'Neill TW, et al. Musculoskeletal frailty: a geriatric syndrome at the core of fracture occurrence in older age [J]. *Calcif Tissue Int*, 2012, 91(3): 161-177.
- Fairchild B, Webb TP, Xiang Q, et al. Sarcopenia and frailty in elderly trauma patients [J]. *World J Surg*, 2015, 39(2): 373-379.
- Terracciano C, Celi M, Lecce D, et al. Differential features of muscle fiber atrophy in osteoporosis and osteoarthritis [J]. *Osteoporos Int*, 2013, 24(3): 1095-1100.
- Boirie Y. Physiopathological mechanism of sarcopenia [J]. *J Nutr Health Aging*, 2009, 13(8): 717-723.
- Kaji H. Linkage between muscle and bone: common catabolic signals resulting in osteoporosis and sarcopenia [J]. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2013, 16(3): 272-277.
- Huang J, Hsu YH, Mo C, et al. METTL21C is a potential pleiotropic gene for osteoporosis and sarcopenia acting through the modulation of the NF- κ B signaling pathway [J]. *J Bone Miner Res*, 2014, 29(7): 1531-1540.
- González-Montalvo JI, Alarcón T, Gotor P, et al. Prevalence of sarcopenia in acute hip fracture patients and its influence on short-term clinical outcome [J]. *Geriatr Gerontol Int*, 2015, In press.
- Sjöblom S, Suuronen J, Rikkinen T, et al. Relationship between postmenopausal osteoporosis and the components of clinical sarcopenia [J]. *Maturitas*, 2013, 75(2): 175-180.
- Hida T, Shimokata H, Sakai Y, et al. Sarcopenia and sarcopenic leg as potential risk factors for acute osteoporotic vertebral fracture among older women [J]. *Eur Spine J*, 2015, In press.
- Yu R, Leung J, Woo J. Incremental predictive value of sarcopenia for incident fracture in an elderly Chinese cohort: results from the Osteoporotic Fractures in Men (MrOs) Study [J]. *J Am Med Dir Assoc*, 2014, 15(8): 551-558.
- Di Monaco M, Castiglioni C, Vallero F, et al. Sarcopenia is more prevalent in men than in women after hip fracture: a cross-sectional study of 591 inpatients [J]. *Arch Gerontol Geriatr*, 2012, 55(2): e48-e52.
- Di Monaco M, Castiglioni C, De Toma E, et al. Presarcopenia and sarcopenia in hip-fracture women: prevalence and association with ability to function in activities of daily living [J]. *Aging Clin Exp Res*, 2015, 27(4): 465-472.
- Di Monaco M, Vallero F, Di Monaco R, et al. Prevalence of sarcopenia and its association with osteoporosis in 313 older women following a hip fracture [J]. *Arch Gerontol Geriatr*, 2010, 52(1): 71-74.

- 32 Chalhoub D, Cawthon PM, Ensrud KE, et al. Risk of nonspine fractures in older adults with sarcopenia, low bone mass, or both [J]. *J Am Geriatr Soc*, 2015, 63(9): 1733-1740.
- 33 Christie J. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults [J]. *Int J Older People Nurs*, 2011, 6(3): 244-246.
- 34 Tieland M, Van De Rest O, Dirks ML, et al. Protein supplementation improves physical performance in frail elderly People: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial [J]. *J Am Med Dir Assoc*, 2012, 13(8): 720-726.
- 35 刘洁, 许红霞. 肌肉减少症的蛋白质补充 [J/CD]. *肿瘤代谢与营养电子杂志*, 2014, 1(3): 10-13.
- 36 Rieu I, Balage M, Sornet C, et al. Leucine supplementation improves muscle protein synthesis in elderly men independently of hyperaminoacidaemia [J]. *J Physiol*, 2006, 575(Pt 1): 305-315.
- 37 Morley JE, Argiles JM, Evans WJ, et al. Nutritional recommendations for the management of sarcopenia [J]. *J Am Med Dir Assoc*, 2010, 11(6): 391-396.
- 38 Bischoff-Ferrari HA, Dawson-Hughes B, Staehelin HB, et al. Fall prevention with supplemental and active forms of vitamin D: a meta-analysis of randomised controlled trials [J]. *BMJ*, 2009, 339(1): b3692.
- 39 Bischoff-Ferrari HA. Relevance of vitamin D in muscle health [J]. *Rev Endocr Metab Disord*, 2012, 13(1): 71-77.
- 40 Pojednic RM, Ceglia L. The emerging biomolecular role of vitamin D in skeletal muscle [J]. *Exerc Sport Sci Rev*, 2014, 42(2): 76-81.
- 41 Beaudart C, Rizzoli R, Bruyère O, et al. Sarcopenia: burden and challenges for public health [J]. *Arch Public Health*, 2014, 72(1): 45.
- 42 Urano T, Inoue S. Recent genetic discoveries in osteoporosis, sarcopenia and obesity [J]. *Endocr J*, 2015, 62(6): 475-484.
- 43 Hida T, Harada A, Imagama S, et al. Managing sarcopenia and its related-fractures to improve quality of Life in geriatric populations [J]. *Aging Dis*, 2014, 5(4): 226-237.
- 44 Mclean RR, Kiel DP. Developing consensus criteria for sarcopenia: an update [J]. *J Bone Miner Res*, 2015, 30(4): 588-592.
- 45 Cesari M, Fielding RA, Pahor M, et al. Biomarkers of sarcopenia in clinical trials-recommendations from the International Working Group on Sarcopenia [J]. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, 2012, 3(3): 181-190.
- 46 Watanabe S, Sato K, Hasegawa N, et al. Serum C1q as a novel biomarker of sarcopenia in older adults [J]. *FASEB J*, 2015, 29(3): 1003-1010.
- 47 杜艳萍, 朱汉民. 肌少症的诊疗和防治研究 [J]. *中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志*, 2014, 7(1): 1-8.
- 48 Cheng Q, Zhu X, Zhang X, et al. A cross-sectional study of loss of muscle mass corresponding to sarcopenia in healthy Chinese men and women: reference values, prevalence, and association with bone mass [J]. *J Bone Miner Metab*, 2014, 32(1): 78-88.
- 49 Kim S, Won CW, Kim BS, et al. The association between the low muscle mass and osteoporosis in elderly Korean People [J]. *J Korean Med Sci*, 2014, 29(7): 995-1000.
- 50 Pongchaiyakul C, Limpawattana P, Kotruchin P, et al. Prevalence of sarcopenia and associated factors among Thai population [J]. *J Bone Miner Metab*, 2013, 31(3): 346-350.
- 51 Miyakoshi N, Hongo M, Mizutani Y, et al. Prevalence of sarcopenia in Japanese women with osteopenia and osteoporosis [J]. *J Bone Miner Metab*, 2013, 31(5): 556-561.
- 52 Patil R, Uusi-Rasi K, Pasanen M, et al. Sarcopenia and osteopenia among 70-80-year-old home-dwelling Finnish women: prevalence and association with functional performance [J]. *Osteoporos Int*, 2013, 24(3): 787-796.
- 53 邱贵兴. 老年骨质疏松性骨折的治疗策略 [J/CD]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2015, 1(1): 1-5.

(收稿日期: 2015-2-13)

(本文编辑: 闫晓丽)

高悠水, 施慧鹏, 李晓林, 等. 老年肌肉减少症与脆性骨折的研究进展 [J/CD]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2015, 1(2): 48-52.