

# 中国 18 个长寿地区 65 岁及以上老年人肌肉重量和力量的分布特征

张振伟<sup>1</sup> 赵玉明<sup>1</sup> 陈泓洲<sup>1</sup> 李方琦<sup>1,2</sup> 齐力<sup>1</sup> 周锦辉<sup>1</sup> 陈晨<sup>1</sup> 王君<sup>1</sup> 吕跃斌<sup>1</sup>  
石文惠<sup>1</sup> 施小明<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 传染病溯源预警与智能决策全国重点实验室, 中国疾病预防控制中心环境与人群健康重点实验室/环境与健康相关产品安全所, 北京 100021; <sup>2</sup> 中国医科大学公共卫生学院, 沈阳 110122

通信作者: 施小明, Email: shixm@chinaacdc.cn

**【摘要】目的** 了解中国 18 个长寿地区 ≥65 岁老年人肌肉重量和力量的分布特征。**方法** 研究对象来自在我国 18 个长寿地区开展的中国老年健康生物标志物队列研究, 将 2021 年横断面调查的 4 662 名 ≥65 岁老年人纳入研究。通过问卷调查和体格检查收集研究对象的社会人口学特征、生活方式、膳食摄入等信息, 采用专业电子握力计测量手握力, 生物电阻抗分析法测量全身肌肉重量(TSM), 同时采用身高的平方和 BMI 调整后得到相对指标  $TSM_{H_{12}}$  和  $TSM_{BMI}$ , 并根据亚洲肌少症工作组(AWGS)推荐的方法判定人群低肌肉重量和力量的比例。描述性分析研究对象肌肉重量和手握力的人群和地区分布特征, 并采用广义可加模型分析肌肉重量和手握力随年龄的变化趋势。**结果** 4 662 名研究对象年龄为  $(82.69 \pm 10.54)$  岁; 男性占 46.85% (2 184 名); 汉族占 96.27% (4 488 名)。男性 TSM、 $TSM_{H_{12}}$  和  $TSM_{BMI}$  的  $M(Q_1, Q_3)$  分别为 23.30(20.50, 26.20) kg、9.02(8.13, 9.89)  $kg/m^2$ 、1.01(0.90, 1.13)  $kg \cdot (kg/m^2)^{-1}$ , 均高于女性 [18.20(15.70, 20.70) kg、8.18(7.42, 9.07)  $kg/m^2$ 、0.79(0.69, 0.90)  $kg \cdot (kg/m^2)^{-1}$ ], 差异有统计学意义 (均  $P < 0.001$ )。男性手握力 [ $M(Q_1, Q_3)$ : 24.50(17.80, 30.80) kg] 高于女性 [ $M(Q_1, Q_3)$ : 15.60(11.10, 19.90) kg], 差异有统计学意义 ( $P < 0.001$ )。南方男性老年人 TSM、 $TSM_{H_{12}}$  均低于北方男性老年人 (均  $P < 0.001$ ), 但南北方男性老年人的  $TSM_{BMI}$  差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ); 南方女性老年人的  $TSM_{H_{12}}$ 、 $TSM_{BMI}$  均高于北方女性老年人 (均  $P < 0.001$ ), 而南北方女性老年人的 TSM 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。进一步根据 AWGS 推荐的方法判定后, 低肌肉量和低握力老年人均具有年龄较大、小学以下文化程度、未婚/离异/丧偶、咀嚼能力差、日常生活活动能力损伤、位于南方地区等特征。**结论** 中国 18 个长寿地区 ≥65 岁老年人肌肉重量和力量存在人群和地区差异, 且随着年龄增加呈下降趋势。

**【关键词】** 老年人; 肌肉重量; 握力; 横断面研究

**基金项目:** 国家自然科学基金 (82025030, 82222063)

## Distribution characteristics of skeletal muscle mass and grip strength in the elderly aged 65 years and older in 18 longevity areas in China

Zhang Zhenwei<sup>1</sup>, Zhao Yuming<sup>1</sup>, Chen Hongzhou<sup>1</sup>, Li Fangyu<sup>1,2</sup>, Qi Li<sup>1</sup>, Zhou Jinhui<sup>1</sup>, Chen Chen<sup>1</sup>, Wang Jun<sup>1</sup>, Lyu Yuebin<sup>1</sup>, Shi Wenhui<sup>1</sup>, Shi Xiaoming<sup>1</sup>

<sup>1</sup> National Key Laboratory of Intelligent Tracking and Forecasting for Infectious Diseases, China CDC Key Laboratory of Environment and Population Health/National Institute of Environmental Health,

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20240227-00083

收稿日期 2024-02-27 本文编辑 张婧

引用格式: 张振伟, 赵玉明, 陈泓洲, 等. 中国 18 个长寿地区 65 岁及以上老年人肌肉重量和力量的分布特征[J]. 中华流行病学杂志, 2024, 45(5): 656-665. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20240227-00083.

Zhang ZW, Zhao YM, Chen HZ, et al. Distribution characteristics of skeletal muscle mass and grip strength in the elderly aged 65 years and older in 18 longevity areas in China[J]. Chin J Epidemiol, 2024, 45(5): 656-665. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20240227-00083.



Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100021, China; <sup>2</sup>School of Public Health, China Medical University, Shenyang 110122, China

Corresponding author: Shi Xiaoming, Email: shixm@chinacdc.cn

**【Abstract】 Objective** To investigate the distribution characteristics of skeletal muscle mass and strength in the older adults over 65 years old in 18 longevity areas in China. **Methods** The subjects were selected from the Healthy Aging and Biomarkers Cohort Study conducted in 18 longevity areas of China. A total of 4 662 older adults over 65 years old from a cross-sectional survey in 2021 were included in the study. The information about their sociodemographic characteristics, lifestyle, nutrient intake and other factors were collected through questionnaire surveys and physical examinations. Grip strength was measured by using professional electronic grip dynamometer. Total skeletal muscle mass (TSM) was measured using bioelectrical impedance analysis, and TSM was adjusted by height squared and BMI to obtain  $TSM_{Ht^2}$  and  $TSM_{BMI}$ . The proportion of individuals with low muscle mass and strength was determined according to the recommended method by the Asian Working Group for Sarcopenia (AWGS). Descriptive analysis was conducted on the population and regional distribution characteristics of people with different muscle mass and grip strength. A generalized additive model was used to analyze the age-related trends of muscle mass and grip strength. **Results** The age of 4 662 study subjects was  $(82.69 \pm 10.54)$  years, men accounted for 46.85% (2 184 cases) and Han Chinese accounted for 96.27% (4 488 cases). The  $M(Q_1, Q_3)$  of TSM,  $TSM_{Ht^2}$  and  $TSM_{BMI}$  in men were 23.30 (20.50, 26.20) kg, 9.02 (8.13, 9.89)  $kg/m^2$ , and 1.01 (0.90, 1.13)  $kg \cdot (kg/m^2)^{-1}$ , respectively, which were all higher than those in women [TSM: 18.20 (15.70, 20.70) kg,  $TSM_{Ht^2}$ : 8.18 (7.42, 9.07)  $kg/m^2$  and  $TSM_{BMI}$ : 0.79 (0.69, 0.90)  $kg \cdot (kg/m^2)^{-1}$ ], the differences were significant (all  $P < 0.001$ ). The grip strength of men [ $M(Q_1, Q_3)$ : 24.50 (17.80, 30.80) kg] was higher than that of women [ $M(Q_1, Q_3)$ : 15.60 (11.10, 19.90) kg], the difference was significant ( $P < 0.001$ ). Southern elderly men had lower TSM and  $TSM_{Ht^2}$  compared with northern elderly men (all  $P < 0.001$ ), while there was no significant regional difference in  $TSM_{BMI}$  ( $P > 0.05$ ). Southern elderly women had higher  $TSM_{Ht^2}$  and  $TSM_{BMI}$  compared with northern elderly women (all  $P < 0.001$ ), while there was no significant regional difference in TSM ( $P > 0.05$ ). Furthermore, according to the method recommended by AWGS, the elderly with low muscle mass and grip strength were characterized by older age, illiteracy, being unmarried/divorced/widowed, poor chewing ability, impaired activity of daily living and living in southern region. **Conclusion** There were population and regional differences in muscle mass and grip strength in the older adults over 65 years in 18 longevity areas of China, and these differences showed decreasing trends with age.

**【Key words】** Elderly; Muscle mass; Grip strength; Cross-sectional studies

**Fund programs:** National Natural Science Foundation of China (82025030, 82222063)

人口老龄化是人类社会发展的客观趋势, 2020 年我国  $\geq 65$  岁人口数为 1.91 亿, 占总人口的 13.5%<sup>[1]</sup>; 根据联合国研究报告, 预计到 2050 年我国  $\geq 65$  岁老年人口将高达 3.7 亿, 占总人口的 27.0%<sup>[2]</sup>。我国老龄化速度较快, 据统计我国  $\geq 65$  岁人口占比从 7% 增长到 14% 仅 22 年<sup>[3]</sup>, 少于大多数发达国家所用的时间<sup>[4]</sup>。我国人口老龄化形势和老年人群面临的公共卫生挑战严峻<sup>[5]</sup>, 积极应对人口老龄化已上升为国家战略。增龄可导致身体成分的改变, 其中肌肉重量和力量均随年龄呈显著下降趋势。有研究表明, 肌肉重量在 30 岁后每年的下降速度约为 1.0%<sup>[6]</sup>, 整个生命周期中肌肉重量可减少 50% 左右<sup>[7]</sup>。肌肉力量的下降速度快于肌肉重量的下降速度<sup>[8]</sup>, 50 岁以上老年人肌肉力量平均每年下降 2%~4%<sup>[9]</sup>。肌肉重量和/或力量的下降与

身体活动受限<sup>[10]</sup>、伤残<sup>[11]</sup>、住院时间延长<sup>[12]</sup>等不良结局有关联, 同时与骨质疏松症<sup>[13]</sup>、MS<sup>[14]</sup>、糖尿病<sup>[15]</sup>、抑郁<sup>[16]</sup>等慢性病的风险增加密切相关, 甚至可导致全因死亡率的上升<sup>[17-18]</sup>, 给家庭和社会造成严重的疾病负担。2016 年, 以肌肉力量和/或重量下降所定义的肌少症作为一种独立疾病纳入了《国际疾病分类》第十版(ICD-10)编码<sup>[19]</sup>。

全球不同国家地区的肌肉重量和握力水平存在较大差异<sup>[20]</sup>, 西方发达国家人群肌肉重量和握力的分布特征并不适合目前我国人群, 而当前针对我国老年人肌肉重量和力量的研究多为地域性或小样本量报道<sup>[21-22]</sup>。本课题组曾对 2012 年我国长寿地区  $\geq 60$  岁老年人的肌肉力量进行分析, 但缺乏肌肉重量的数据<sup>[23]</sup>。因此, 本研究基于老年健康生物标志物队列研究(HABCS)2021 年横断面数据, 描

述性分析我国 $\geq 65$ 岁老年人的肌肉重量和力量水平,识别中国老年人不同肌肉重量和力量人群的分佈特征,为肌少症等相关疾病的防控和管理提供基础数据,为积极应对老龄化提供科学保障。

## 资料与方法

1. 资料来源:来源于 HABCS 的 2021 年的横断面调查数据,调查现场包括江苏省南通市如东县、江苏省常州市溧阳市、山东省烟台市莱州市、山东省威海市文登区、重庆市江津区、河南省商丘市夏邑县、浙江省温州市永嘉县、湖北省荆门市钟祥市、湖南省怀化市麻阳县、福建省漳州市诏安县、广西壮族自治区桂林市永福县、广西壮族自治区玉林市容县、海南省澄迈县、四川省成都市都江堰市、广东省佛山市三水区、安徽省亳州市谯城区、江西省宜春市丰城市 and 广东省梅州市五华县 18 个长寿地区。研究设计、调查方案、调查对象选择见参考文献[24]。从所有自愿参加调查的 6 421 名老年人中,剔除年龄 $< 65$ 岁者(37名),手握力、肌肉重量、身高及体重缺失或存在异常值者(1 722名)后,最终纳入 4 662 名研究对象。本研究经中国 CDC 环境与健康相关产品安全所伦理委员会审查(批准文号:201922),研究对象本人或其家属均签署知情同意书。

### 2. 研究方法:

(1) 问卷调查:由培训合格的调查员入户进行面对面调查,问卷主要内容包括社会人口学特征(年龄、性别、民族、居住地、婚姻状况等)、锻炼、膳食多样性和日常生活活动能力(ADL)等。

(2) 体格检查:主要包括测量身高、体重、手握力和肌肉重量等。测量身高时需脱去鞋帽,背部紧贴身高计;测量体重时需着单衣,脱去鞋帽,无搀扶站立于电子秤上,保持静止直立;测量精度分别为 0.1 cm 和 0.1 kg。手握力主要代表上肢力量,与下肢力量具有较好的相关性,且具有方便测量的特点,将手握力作为全身肌肉力量的替代指标<sup>[25]</sup>。本研究采用 CAMRY 握力计(香山牌 EH101 型,中国)测量手握力,精度为 0.1 kg。使握力计的内握柄拉手部分与食指及无名指的第二指关节平行,老人采站姿,若老人不能独立站立,则选用坐位测量,上臂与体侧平贴,与前臂呈 90 度。每次测量休息 1 min,每只手分别测量 2 次,将测量结果最大值纳入分析。全身肌肉重量(TSM)采用 InbodyDial

H20 家用型体脂测量仪(韩国)检测,该方法属于生物电阻抗分析法(BIA),可以测量全身的阻抗值(电阻和电抗的矢量和),并推算出全身的肌肉重量和脂肪重量等指标。本研究采用 TSM 衡量肌肉重量,同时采用身高的平方( $Ht^2$ )和 BMI 调整后得到 2 种相对指标  $TSM_{Ht^2}$  ( $TSM/Ht^2$ ) 和  $TSM_{BMI}$  ( $TSM/BMI$ )。

(3) 主要指标的定义及判定方法:①北方地区包括山东和河南;南方地区包括江苏、湖北、湖南、海南、广西、四川、广东、福建、江西和浙江。城镇指经国务院批准设市建制的城市市区和经批准设立的建制镇的镇区,包括设区市的市区和不设区市的市区,县及县以上(不含市)人民政府、行政公署所在的建制镇的镇区和其他建制镇的镇区;乡村指除上述划定的城镇地区以外的其他地区,包括集镇和农村<sup>[26]</sup>。②文化程度:通过询问调查对象“您一共上过几年学”获得,将回答 0 年者定义为小学以下, $> 0$ 年者定义为小学及以上。③锻炼情况:通过询问调查对象“过去一年您平均每周锻炼的时间是否小于 3 小时?”将锻炼划分为是或否<sup>[27]</sup>。④咀嚼能力:将牙齿数量 $> 20$ 颗或使用假牙定义为咀嚼能力好,否则为差<sup>[28]</sup>。⑤ADL:参考 Katz 评价量表,评估日常生活自理能力的 6 项活动,其中任一项活动需要他人帮助或失禁定义为 ADL 损伤<sup>[29]</sup>。⑥膳食多样性评分(DDS):参考联合国粮食及农业组织膳食多样性测算指南的计算方法<sup>[30]</sup>,根据谷物、薯类、蔬菜、水果、大豆坚果、肉、水产品、蛋、奶及奶制品类 9 类食物的摄入频率进行评估,经常食用( $\geq 5$ 次/周)计 2 分,偶尔食用(1~4 次/周)计 1 分,几乎不食用( $< 1$ 次/周)计 0 分,总分共 27 分。根据 DDS 的三分位数,将研究对象分为差( $< 9$ 分)、中(9~12 分)、好( $> 12$ 分)3 类。⑦BMI:体重除以身高的平方( $kg/m^2$ );⑧低握力和低肌肉量:参考 2019 年亚洲肌少症工作组(AWGS)发布的亚洲肌少症诊断和治疗共识<sup>[31]</sup>,分别将研究人群手握力和  $TSM_{BMI}$  的分性别  $P_{20}$  作为参考标准,低肌肉力量:男性 $< 16.20$  kg、女性 $< 10.00$  kg;低肌肉重量:男性 $< 0.87$   $kg \cdot (kg/m^2)^{-1}$ 、女性 $< 0.67$   $kg \cdot (kg/m^2)^{-1}$ 。

3. 质量控制(质控):HABCS 项目依托自上而下的疾病防控网络开展调查,调查问卷参考国际标准问卷和国际公认方案研制,中国 CDC 环境与健康相关产品安全所制定统一的现场调查工作方案,各项目地区参考国家级方案制定适合本地区的具体工作实施方案,约每 3 年随访一次。由培训合格



的调查员入户调查,并设置质控员进行复核以确保调查质量。国家和省 CDC 人员进行现场实地督导,对调查过程进行质控并对基础数据进行核查,收集的问卷数据由统一的人员进行双重录入,由研究团队人员对数据库进行整理。

4. 统计学分析:采用 SAS 9.4 和 R 4.3.0 软件进行统计学分析。年龄、身高、体重、BMI 等符合正态分布的连续变量采用  $\bar{x} \pm s$  表示,手握力、肌肉重量等不符合正态分布的连续变量采用  $M(Q_1, Q_3)$  表示,采用 Wilcoxon 秩和检验或 Kruskal-Wallis  $H$  检验比较两组或多组间的差异。分类变量采用率或构成比表示,采用  $\chi^2$  检验比较不同组间差异。通过 R 语言 GAMLSS 包,采用 BCCG 分布的位置、尺度、形状的广义可加模型构建男女性老年人肌肉重量和手握力随年龄变化的百分位数曲线 ( $P_5, P_{10}, P_{25}, P_{50}, P_{75}, P_{90}, P_{95}$ )。双侧检验,检验水准  $\alpha=0.05$ 。

## 结 果

1. 基本情况:4 662 名研究对象年龄为  $(82.69 \pm 10.54)$  岁,男性占 46.85% (2 184 名),汉族占 96.27% (4 488 名),城镇居民占 35.16% (1 639 名);身高为  $(153.92 \pm 9.81)$  cm,体重为  $(55.25 \pm 11.65)$  kg, BMI 为  $(23.22 \pm 3.96)$  kg/m<sup>2</sup>。见表 1。

表 1 研究对象基本特征

特征	男性 (n=2 184)	女性 (n=2 478)	合计 (n=4 662)
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$ )	81.76 $\pm$ 9.85	83.52 $\pm$ 11.04	82.69 $\pm$ 10.54
年龄组(岁, %)			
65~	920(42.12)	933(37.65)	1 853(39.75)
80~	1 059(48.49)	1 160(46.81)	2 219(47.60)
$\geq 100$	205(9.39)	385(15.54)	590(12.65)
民族(%)			
汉	2 102(96.25)	2 386(96.29)	4 488(96.27)
其他	82(3.75)	92(3.71)	174(3.73)
居住地(%)			
城镇	794(36.36)	845(34.10)	1 639(35.16)
农村	1 390(63.64)	1 633(65.90)	3 023(64.84)
身高(cm, $\bar{x} \pm s$ )	160.57 $\pm$ 7.52	148.06 $\pm$ 7.62	153.92 $\pm$ 9.81
体重(kg, $\bar{x} \pm s$ )	59.84 $\pm$ 10.77	51.21 $\pm$ 10.88	55.25 $\pm$ 11.65
BMI(kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )	23.16 $\pm$ 3.63	23.27 $\pm$ 4.23	23.22 $\pm$ 3.96

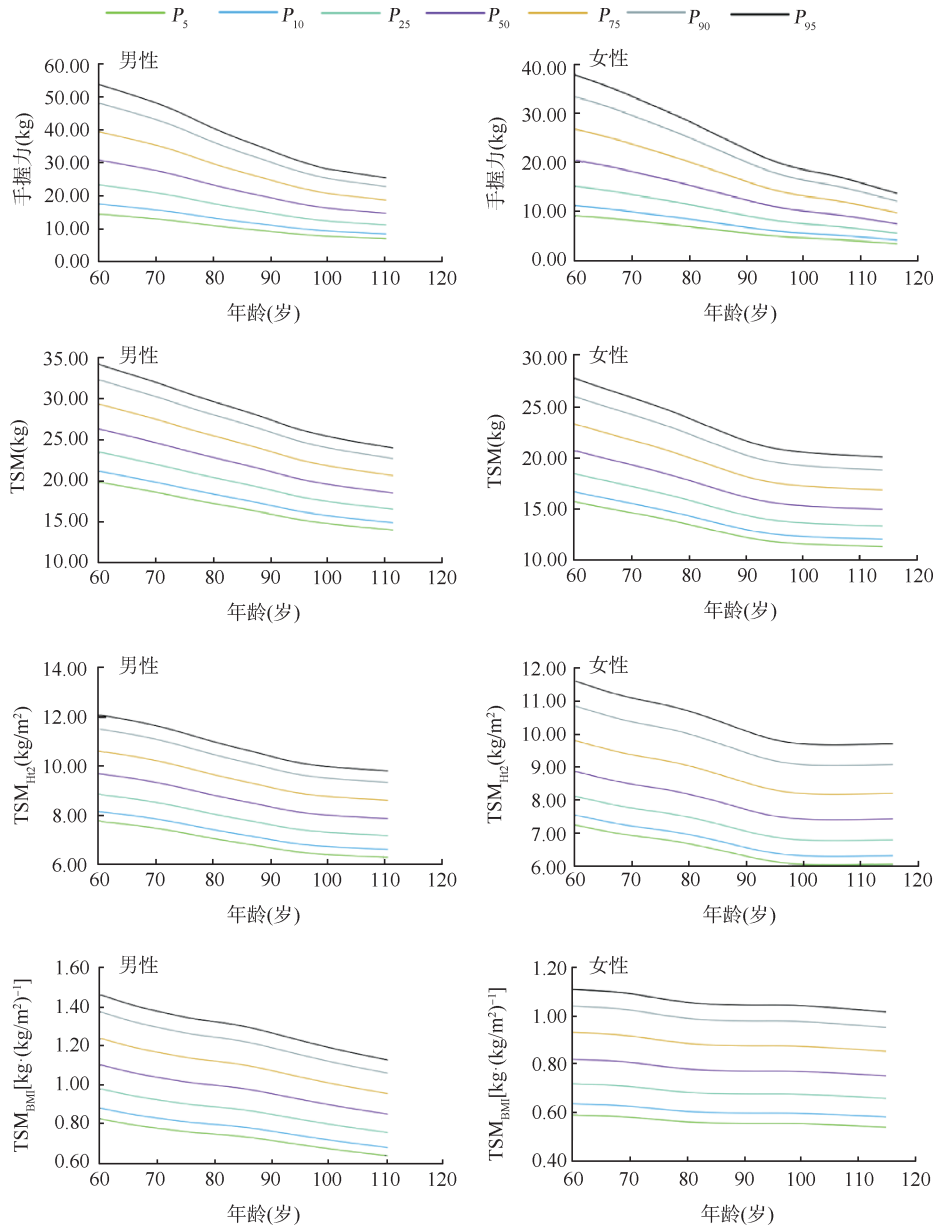
2. 肌肉重量的人群分布:男性的 TSM、TSM<sub>H<sub>12</sub></sub> 和 TSM<sub>BMI</sub> 的  $M(Q_1, Q_3)$  分别为 23.30(20.50, 26.20) kg、9.02(8.13, 9.89) kg/m<sup>2</sup>、1.01(0.90, 1.13) kg·(kg/m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>,

均高于女性 [18.20 (15.70, 20.70) kg、8.18 (7.42, 9.07) kg/m<sup>2</sup>、0.79(0.69, 0.90) kg·(kg/m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>], 差异有统计学意义(均  $P < 0.001$ )。男女性老年人不同年龄组的 TSM、TSM<sub>H<sub>12</sub></sub> 和 TSM<sub>BMI</sub> 差异有统计学意义(均  $P < 0.001$ ); 随着年龄增加, 男女性老年人 TSM、TSM<sub>H<sub>12</sub></sub> 和 TSM<sub>BMI</sub> 均呈下降趋势。小学及以上文化程度男女性老年人 TSM、TSM<sub>H<sub>12</sub></sub> 和 TSM<sub>BMI</sub> 均高于小学以下者, 已婚者 TSM、TSM<sub>H<sub>12</sub></sub> 和 TSM<sub>BMI</sub> 均高于未婚/离异/丧偶者, 差异有统计学意义(均  $P < 0.001$ )。咀嚼功能、膳食多样性好的男女性老年人 TSM、TSM<sub>H<sub>12</sub></sub> 均高于咀嚼功能、膳食多样性差者(均  $P < 0.05$ ); ADL 损伤的男女性老年人 TSM、TSM<sub>H<sub>12</sub></sub> 和 TSM<sub>BMI</sub> 均低于 ADL 正常者(均  $P < 0.05$ )。根据截断值判断后, 低肌肉量老年人中年龄较大、汉族、小学以下文化程度、未婚/离异/丧偶、咀嚼能力差、ADL 损伤者占比较高。见图 1, 表 2~4。

3. 肌肉重量的地区分布: 南方男性老年人 TSM、TSM<sub>H<sub>12</sub></sub> 均低于北方男性老年人(均  $P < 0.001$ ), 但南北方男性老年人的 TSM<sub>BMI</sub> 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ); 南方女性老年人的 TSM<sub>H<sub>12</sub></sub>、TSM<sub>BMI</sub> 均高于北方女性老年人(均  $P < 0.001$ ), 而南北方女性老年人的 TSM 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。城镇男女性老年人 TSM<sub>BMI</sub> 均低于农村(均  $P < 0.05$ )。见表 2, 3。根据截断值判断后, 低肌肉量老年人中居住在南方地区者占比更高 ( $P < 0.001$ )。见表 4。

4. 手握力的人群分布: 男性手握力 [ $M(Q_1, Q_3)$ ]: 24.50 (17.80, 30.80) kg] 高于女性 [ $M(Q_1, Q_3)$ ]: 15.60 (11.10, 19.90) kg], 差异有统计学意义 ( $P < 0.001$ )。随着年龄增加, 男女性老年人的手握力呈下降趋势, 且下降速度快于 TSM 的下降速度。见图 1。汉族男性老年人的手握力低于少数民族男性老年人, 而汉族女性老年人的手握力高于少数民族女性老年人, 差异有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。小学及以上文化程度、已婚、咀嚼能力好、ADL 正常、膳食多样性好的男女性老年人手握力均较高(均  $P < 0.001$ ); 经常锻炼的女性老年人手握力较高 ( $P = 0.011$ )。见表 2, 3。根据截断值判断后, 低握力老年人中年龄较大、小学以下文化程度、未婚/离异/丧偶、咀嚼能力差、ADL 损伤、膳食多样性差者占比较高。见表 4。

5. 手握力的地区分布: 未观察到男女性老年人手握力的地区和城乡差异; 根据截断值判断后, 低握力老年人中居住在南方地区者占比更高 ( $P = 0.008$ )。见表 2~4。



注:TSM:全身肌肉重量;TSM<sub>ht2</sub>:采用身高的平方调整的全身肌肉重量;TSM<sub>BMI</sub>:采用BMI调整的全身肌肉重量  
**图1** 中国18个长寿地区不同性别65岁及以上老年人肌肉重量和手握力百分位数随年龄的变化趋势

### 讨 论

我国老年人口规模大,老龄化速度快,人口老龄化形势非常严峻,面临严峻的公共卫生挑战。“健康老龄化”“积极老龄观”是我国当下应对老龄化的国家战略,主动健康的理念实施需要科学的建议来指导个体履行各自第一健康责任人的具体责任。肌少症的高发人群是老年人群,也是生命后期失能的重要预测指标,老年人身体成分及肌少症等相关研究是目前老年人健康研究关注的重点内容。本研究依据2021年在全国18个长寿地区调查数据,描述了≥65岁老年人肌肉重量和手握力的分布特

征,为研究我国≥65岁老年人肌肉重量和力量的变化提供依据,为进一步开展老龄化应对提供基础数据。

本研究人群的TSM水平与我国既往研究中采用BIA检测肌肉重量且年龄相近的人群TSM水平基本一致。一项针对新疆地区乌鲁木齐市中老年人肌肉重量的研究发现,≥70岁男女性老年人的TSM均值分别为25.94 kg和20.18 kg<sup>[32]</sup>,略高于本研究结果(北方地区≥65岁男女性老年人TSM中位数分别为24.20 kg和18.20 kg),可能与本研究纳入较多的80岁以上高龄老人有关。本课题组既往针对长寿地区老年人手握力水平的研究结果发现,≥

表 2 中国 18 个长寿地区 65 岁及以上老年男性肌肉重量和手握力的人群和地区分布( $n=2\ 184$ ) [ $M(Q_1, Q_3)$ ]

特 征	TSM(kg)	TSM <sub>Ht2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )	TSM <sub>BMI</sub> [kg·(kg/m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ]	手握力(kg)
年龄组(岁)				
65~	25.10(22.60, 27.55)	9.54(8.77, 10.21)	1.06(0.95, 1.17)	29.20(23.60, 34.75)
80~	21.90(19.40, 24.50)	8.60(7.85, 9.41)	0.98(0.87, 1.10)	21.30(15.80, 26.70)
≥100	19.15(16.60, 21.60)	7.97(7.03, 8.86)	0.89(0.76, 1.02)	18.70(13.10, 26.20)
$\chi^2$ 值	389.51	326.51	147.36	391.96
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
民族				
汉	23.40(20.50, 26.30)	9.02(8.13, 9.88)	1.01(0.90, 1.13)	24.40(17.60, 30.60)
其他	22.25(20.30, 24.10)	9.04(8.07, 10.03)	0.99(0.91, 1.09)	26.40(21.70, 32.10)
Z值	-2.80	-0.12	-0.90	6.32
P值	0.005	0.902	0.370	0.012
文化程度				
小学以下	21.70(19.00, 24.40)	8.60(7.77, 9.50)	0.99(0.87, 1.09)	19.90(15.30, 27.00)
小学及以上	23.90(21.00, 26.70)	9.17(8.30, 10.00)	1.02(0.92, 1.14)	26.10(19.55, 32.30)
Z值	-9.52	-7.43	-5.03	-10.47
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
婚姻状况				
已婚	24.20(21.40, 26.90)	9.26(8.41, 10.03)	1.04(0.93, 1.15)	26.50(20.10, 32.60)
未婚/离异/丧偶	21.20(18.70, 24.10)	8.45(7.71, 9.38)	0.96(0.85, 1.08)	19.80(14.45, 26.15)
Z值	-13.96	-11.60	-9.07	-13.80
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
锻炼				
是	23.40(20.50, 26.30)	9.01(8.15, 9.86)	1.01(0.89, 1.14)	24.50(17.70, 30.30)
否	23.30(20.50, 26.20)	9.05(8.14, 9.91)	1.01(0.91, 1.12)	24.50(17.95, 31.20)
Z值	0.19	-0.10	-0.87	0.20
P值	0.845	0.917	0.386	0.843
咀嚼能力				
好	24.65(22.10, 27.60)	9.43(8.57, 10.19)	1.04(0.93, 1.16)	28.25(22.25, 34.50)
差	22.60(20.00, 25.50)	8.83(7.97, 9.69)	1.00(0.89, 1.11)	22.60(16.30, 28.60)
Z值	10.85	9.54	5.59	12.50
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
ADL损伤				
否	23.50(20.70, 26.40)	9.10(8.22, 9.94)	1.03(0.92, 1.14)	25.10(18.70, 31.60)
是	20.80(18.40, 24.20)	8.32(7.57, 9.39)	0.91(0.81, 1.02)	18.20(12.90, 24.20)
Z值	-8.00	-6.97	-9.18	-10.22
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
膳食多样性评分				
差	22.30(19.60, 25.30)	8.75(7.91, 9.70)	1.03(0.91, 1.14)	21.80(15.90, 28.80)
中	23.30(20.50, 26.20)	9.06(8.16, 9.88)	1.01(0.90, 1.11)	24.50(18.40, 30.20)
好	23.80(21.00, 26.70)	9.11(8.27, 9.98)	1.01(0.90, 1.14)	26.00(18.90, 32.50)
$\chi^2$ 值	32.01	15.49	1.74	37.90
P值	<0.001	0.001	0.418	<0.001
地区				
南方	22.70(20.20, 25.60)	8.85(7.97, 9.80)	1.13(0.91, 1.31)	24.70(17.50, 31.30)
北方	24.20(21.30, 27.00)	9.22(8.43, 10.01)	1.01(0.89, 1.12)	24.10(18.10, 29.90)
Z值	4.15	5.96	-1.57	-1.03
P值	<0.001	<0.001	0.118	0.303
居住地				
城镇	23.10(20.40, 26.00)	8.96(8.14, 9.85)	1.00(0.89, 1.11)	24.80(18.10, 31.60)
农村	23.40(20.50, 26.30)	9.06(8.13, 9.91)	1.02(0.91, 1.14)	24.20(17.70, 30.20)
Z值	-0.66	-0.57	-2.89	1.29
P值	0.510	0.567	0.004	0.199
合 计	23.30(20.50, 26.20)	9.02(8.13, 9.89)	1.01(0.90, 1.13)	24.50(17.80, 30.80)

注: TSM: 全身肌肉重量; TSM<sub>Ht2</sub>: 采用身高的平方调整的全身肌肉重量; TSM<sub>BMI</sub>: 采用BMI调整的全身肌肉重量; ADL: 日常生活活动能力

表 3 中国 18 个长寿地区 65 岁及以上老年女性肌肉重量和手握力的人群和地区分布情况( $n=2\ 478$ ) [ $M(Q_1, Q_3)$ ]

特 征	TSM(kg)	TSM <sub>Ht2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )	TSM <sub>BMI</sub> [kg·(kg/m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ]	手握力(kg)
年龄组(岁)				
65~	19.85(17.80,22.00)	8.53(7.96,9.26)	0.82(0.73,0.91)	18.80(15.10,22.80)
80~	17.50(15.30,20.00)	7.97(7.30,8.91)	0.78(0.67,0.89)	14.60(10.65,18.30)
≥100	15.10(13.50,17.70)	7.38(6.75,8.49)	0.77(0.68,0.88)	10.00(6.70,14.80)
$\chi^2$ 值	429.47	203.81	40.02	493.87
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
民族				
汉	18.20(15.60,20.70)	8.17(7.40,9.02)	0.79(0.69,0.89)	15.65(11.20,20.00)
其他	19.20(17.00,20.65)	9.09(8.11,10.00)	0.89(0.79,0.96)	14.65(10.05,17.75)
Z值	1.98	5.36	5.15	4.28
P值	0.048	<0.001	<0.001	0.039
文化程度				
小学以下	17.50(15.10,20.10)	8.03(7.27,8.97)	0.78(0.68,0.89)	14.40(10.00,18.40)
小学及以上	19.50(17.30,21.60)	8.45(7.80,9.19)	0.81(0.72,0.91)	18.20(14.20,22.50)
Z值	11.93	7.67	4.12	13.93
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
婚姻状况				
已婚	19.50(17.30,21.75)	8.48(7.82,9.19)	0.81(0.72,0.91)	17.90(13.80,22.10)
未婚/离异/丧偶	17.20(14.80,19.90)	7.94(7.22,8.87)	0.78(0.68,0.89)	14.10(9.60,18.10)
Z值	14.45	9.69	5.23	14.79
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
锻炼				
是	18.40(15.60,21.10)	8.19(7.41,9.08)	0.80(0.70,0.91)	16.10(11.90,19.70)
否	18.20(15.80,20.60)	8.20(7.45,9.07)	0.79(0.69,0.89)	15.20(10.60,19.80)
Z值	0.98	-0.40	1.87	2.28
P值	0.326	0.693	0.062	0.011
咀嚼能力				
好	20.00(17.70,22.00)	8.59(7.94,9.31)	0.81(0.72,0.90)	18.20(14.40,22.70)
差	17.70(15.20,20.30)	8.05(7.30,8.98)	0.79(0.69,0.90)	14.90(10.10,19.00)
Z值	12.55	8.88	3.08	11.49
P值	<0.001	<0.001	0.002	<0.001
ADL损伤				
否	18.40(15.90,20.90)	8.22(7.50,9.05)	0.80(0.70,0.90)	16.20(12.00,20.50)
是	16.95(14.50,20.10)	7.88(7.12,9.19)	0.77(0.66,0.89)	11.45(7.70,15.90)
Z值	-5.52	-3.10	-3.23	-11.16
P值	<0.001	0.002	0.001	<0.001
膳食多样性评分				
差	17.70(15.40,20.40)	8.14(7.36,9.02)	0.80(0.69,0.90)	15.20(10.50,19.20)
中	18.10(15.50,20.50)	8.14(7.36,9.02)	0.79(0.69,0.90)	15.40(11.00,19.40)
好	18.95(16.20,21.40)	8.29(7.58,9.15)	0.80(0.70,0.90)	16.30(11.90,21.60)
$\chi^2$ 值	29.95	8.82	2.96	23.20
P值	<0.001	0.003	0.228	<0.001
地区				
南方	18.20(15.50,20.80)	8.22(7.39,9.14)	0.81(0.72,0.91)	15.50(10.90,19.90)
北方	18.20(16.10,20.60)	8.14(7.50,8.87)	0.75(0.66,0.86)	15.70(11.60,19.80)
Z值	1.31	-1.03	-8.09	1.22
P值	0.190	<0.001	<0.001	0.224
居住地				
城镇	18.20(15.80,20.60)	8.21(7.43,8.99)	0.79(0.69,0.88)	16.00(11.70,20.20)
农村	18.20(15.60,20.80)	8.18(7.41,9.11)	0.80(0.70,0.91)	15.40(11.00,19.80)
Z值	-0.02	-0.88	-2.52	1.80
P值	0.982	0.378	0.012	0.072
合 计	18.20(15.70,20.70)	8.18(7.42,9.07)	0.79(0.69,0.90)	15.60(11.10,19.90)

注:TSM:全身肌肉重量;TSM<sub>Ht2</sub>:采用身高的平方调整的全身肌肉重量;TSM<sub>BMI</sub>:采用BMI调整的全身肌肉重量;ADL:日常生活活动能力

表 4 中国 18 个长寿地区 65 岁及以上老年人低肌肉量和低握力的分布特征 (n=4 662)

特征	低肌肉量 (%) <sup>a</sup>				低握力 (%) <sup>a</sup>			
	是 (n=918)	否 (n=3 744)	$\chi^2$ 值	P值	是 (n=925)	否 (n=3 737)	$\chi^2$ 值	P值
年龄组(岁)			125.33	<0.001			482.80	<0.001
65~	241(26.25)	1 723(46.02)			120(12.97)	1 733(46.37)		
80~	544(59.26)	1 706(45.57)			535(57.84)	1 684(45.06)		
≥100	133(14.49)	315(8.41)			270(29.19)	320(8.57)		
民族			14.01	<0.001			2.13	0.145
汉	903(98.37)	3 585(95.75)			898(97.08)	3 590(96.07)		
其他	15(1.63)	159(4.25)			27(2.92)	147(3.93)		
文化程度			26.17	<0.001			106.62	<0.001
小学以下	470(54.21)	1 600(44.56)			535(62.21)	1 535(42.66)		
小学及以上	397(45.79)	1 991(55.44)			325(37.79)	2 063(57.34)		
婚姻状况			62.59	<0.001			211.44	<0.001
已婚	388(42.31)	2 127(56.84)			302(32.65)	2 213(59.27)		
未婚/离异/丧偶	529(57.69)	1 615(43.16)			623(67.35)	1 521(40.73)		
锻炼			0.03	0.866			4.93	0.026
是	366(41.31)	1 500(41.62)			335(38.24)	1 531(42.36)		
否	520(58.69)	2 104(58.38)			541(61.76)	2 083(57.64)		
咀嚼能力			25.78	<0.001			142.18	<0.001
好	179(19.52)	1 038(27.74)			99(10.70)	1 118(29.94)		
差	738(80.48)	2 704(72.26)			826(89.30)	2 616(70.06)		
ADL 损伤			76.36	<0.001			160.42	<0.001
否	746(78.36)	3 303(89.08)			675(74.18)	3 374(89.97)		
是	206(21.64)	405(10.92)			235(25.82)	376(10.03)		
膳食多样性评分			0.78	0.676			18.35	<0.001
差	249(26.13)	990(26.69)			289(31.76)	950(25.32)		
中	381(39.98)	1 425(38.42)			347(38.13)	1 459(38.89)		
好	323(33.89)	1 294(34.89)			274(30.11)	1 343(35.79)		
地区			31.00	<0.001			7.08	0.008
南方	689(75.71)	2 480(66.12)			662(71.65)	2 507(67.09)		
北方	221(24.29)	1 271(33.88)			262(28.35)	1 230(32.91)		
居住地			4.10	0.043			0.74	0.389
城镇	349(38.02)	1 290(34.46)			314(33.95)	1 325(35.46)		
农村	569(61.98)	2 454(65.54)			611(66.05)	2 412(64.54)		

注: ADL: 日常生活活动能力; 括号外数据为人数, 括号内数据为构成比(%); 表中数据有缺失, 构成比以实际人数计算; <sup>a</sup>参考 2019 年亚洲肌少症工作组发布的亚洲肌少症诊断和治疗共识<sup>[31]</sup>, 分别将老年人 TSM<sub>BMI</sub> 和手握力分性别 P<sub>20</sub> 作为判断低肌肉重量[男性<0.87 kg·(kg/m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>, 女性<0.67 kg·(kg/m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>]和低肌肉力量(男性<16.20 kg, 女性<10.00 kg)的截断值

60 岁男女性老年人手握力中位数分别为 26.0 kg 和 14.0 kg<sup>[23]</sup>, 与本研究结果基本一致。此外, 东北区域自然人群队列研究结果显示, 65~79 岁男性老年人的手握力中位数范围为 28.13~33.75 kg, 女性为 16.79~20.35 kg<sup>[21]</sup>, 本研究 65~79 岁男女性老年人的手握力中位数分别为 29.20 kg 和 18.80 kg, 两项研究结果基本一致。

肌肉重量的绝对量与体型相关, 因此国际上各肌少症专家工作组发布的共识建议采用肌肉重量

的相对指标作为判定依据, 采用较多的相对指标是经 Ht<sup>2</sup> 和 BMI 调整的肌肉重量<sup>[31,33]</sup>。本研究结果显示, 经 Ht<sup>2</sup> 调整后的 TSM<sub>Ht2</sub> 和经 BMI 调整后的 TSM<sub>BMI</sub> 地区和人群分布规律并不完全一致, 存在差异的原因可能是与调整 Ht<sup>2</sup> 相比, 调整 BMI 同时将身体脂肪含量一并调整所致, 两种调整方式从不同方面反映了肌肉重量的相对情况。目前针对欧洲白种人的相关研究发现, 与未调整的绝对肌肉重量、经身高调整的肌肉重量相比, 采用 BMI 调整的肌肉重量



具有更高的预测不良结局能力<sup>[34]</sup>。目前针对亚洲人群的此类研究仍非常缺乏,不同调整方式所得相对肌肉重量在我国人群中的分布规律以及其预测不良结局的能力仍亟须进一步研究。

此外,本研究发现≥65岁老年人各年龄段的男性肌肉重量各项指标和手握力均高于女性,且均呈现随年龄下降的趋势,与国内外多项研究一致<sup>[35-36]</sup>,结果提示生理差异和增龄可能是影响肌肉重量和力量的主要因素。由衰老所导致的基因表达、激素水平、神经因素和炎症状态的改变在肌肉重量和力量的自然衰减过程中可能起主要作用。除年龄和性别等不可改变因素之外,本研究还发现咀嚼能力、膳食多样性、锻炼等因素与肌肉重量和力量具有一定关联。咀嚼能力和膳食多样性更多反映老年人的营养摄入情况,蛋白质摄入作为肌肉重量和力量的重要影响因素已成为共识<sup>[37]</sup>,同时近些年也有研究认为,保持膳食多样性对于维持肌肉重量和力量同样重要,蔬菜水果的摄入可通过减少氧化应激、中和酸中毒等机制减缓肌肉衰减<sup>[38]</sup>。本研究仅观察到锻炼与老年女性的手握力有一定关联,在其他亚组人群中未发现关联,这可能与未区分抗阻运动和有氧运动有关。另外,本研究发现手握力随年龄的下降速度超过了肌肉重量的下降速度,与 Goodpaster 等<sup>[8]</sup>研究的结论保持一致。可能的原因主要为:增龄性改变可导致肌纤维周边的脂肪浸润,从而降低肌肉质量(每单位肌肉重量所产生的肌肉力量)<sup>[9]</sup>;肌肉力量和肌肉重量的下降是独立的两种状态,神经支配能够影响肌肉重量和力量,而激素水平、炎症状态和遗传背景更多影响肌肉的重量<sup>[39]</sup>。

本研究对象来自 2021 年的 HABCS 项目,覆盖我国 18 个长寿地区,且调查时间距今较近,能够较好地反映我国老年人当前的肌肉重量和力量水平及人群分布特征。本研究存在局限性。第一,采用 BIA 测量肌肉重量,虽然采取了严格的质控措施,但测量误差难以完全避免;第二,本研究仅测量了 TSM,未区分四肢肌肉重量,将来的研究需进一步区分不同部位的肌肉重量,提供更加精确的身体成分数据;第三,本研究采用电子握力计测量手握力,受试者采用站姿测量 2 次,与其他相关既往研究的测量方法不完全一致<sup>[40]</sup>,在与其他研究结果比较时需谨慎;第四,老年人因驼背、卧床等因素,导致身高、体重测量可能存在误差,使 BMI 的计算存在偏倚;第五,HABCS 采用非概率抽样方法,其人口结

构可能不同于全国老年人口结构,结果外推时需谨慎。

综上所述,本研究提供了我国≥65岁老年人肌肉重量和力量的基础数据,比较了不同人群的分布差异,为我国老年人肌少症等相关疾病的防控和管理提供基础依据;随着队列随访工作的开展,后续研究可前瞻性分析肌肉重量和力量对一系列不良结局的影响。

**利益冲突** 所有作者声明无利益冲突

**作者贡献声明** 张振伟、赵玉明、陈泓洲:论文撰写、数据整理、统计学分析;李方珂、周锦辉、陈晨、王君:现场调查、数据收集;齐力、石文惠:内容审阅;吕跃斌、施小明:研究指导、论文修改、经费支持

### 参 考 文 献

- [1] 国家统计局.第七次全国人口普查公报(第五号)[EB/OL]. [2024-02-20]. [https://www.stats.gov.cn/sj/zxfb/202302/t20230203\\_1901085.html](https://www.stats.gov.cn/sj/zxfb/202302/t20230203_1901085.html).
- [2] Population Division, United Nations. World population prospects: the 2022 revision[EB/OL]. [2024-02-20]. <https://population.un.org/wpp/>.
- [3] Luo YN, Su BB, Zheng XY. Trends and challenges for population and health during population aging - China, 2015-2050[J]. China CDC Wkly, 2021, 3(28):593-598. DOI: 10.46234/ccdcw2021.158.
- [4] 何耀,杨姗姗.健康老龄化与老年流行病学研究进展[J].中华流行病学杂志,2018,39(3):253-257. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.03.001.  
He Y, Yang SS. Healthy aging and the progress in the research of geriatric epidemiology[J]. Chin J Epidemiol, 2018, 39(3): 253-257. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.03.001.
- [5] 施小明.新形势下我国老年人口面临的主要公共卫生挑战[J].中华医学杂志,2021,101(44):3613-3619. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20211008-02220.  
Shi XM. Key public health challenges of the Chinese elderly in a new situation[J]. Natl Med J China, 2021, 101(44): 3613-3619. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20211008-02220.
- [6] Cederholm T, Morley JE. Sarcopenia: the new definitions[J]. Curr Opin Clin Nutr Metab Care, 2015, 18(1):1-4. DOI: 10.1097/MCO.000000000000119.
- [7] Walston JD. Sarcopenia in older adults[J]. Curr Opin Rheumatol, 2012, 24(6): 623-627. DOI: 10.1097/BOR.0b013e328358 d59b.
- [8] 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 Ser A Biol Sci Med Sci, 2006, 61(10):1059-1064. DOI:10.1093/gerona/61.10.1059.
- [9] Wilkinson DJ, Piasecki M, Atherton PJ. 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 Res Rev, 2018, 47:123-132. DOI: 10.1016/j.arr.2018.07.005.
- [10] Syddall HE, Martin HJ, Harwood RH, et al. The SF-36: a simple, effective measure of mobility-disability for epidemiological studies[J]. J Nutr Health Aging, 2009, 13(1):57-62. DOI:10.1007/s12603-009-0010-4.
- [11] Janssen I, Baumgartner RN, Ross R, et al. Skeletal muscle cutpoints associated with elevated physical disability risk in older men and women[J]. Am J Epidemiol, 2004, 159(4):413-421. DOI:10.1093/aje/kwh058.
- [12] Kerr A, Syddall HE, Cooper C, et al. Does admission grip

- strength predict length of stay in hospitalised older patients?[]]. *Age Ageing*, 2006, 35(1):82-84. DOI:10.1093/ageing/afj010.
- [13] Messina C, Maffi G, Vitale JA, et al. Diagnostic imaging of osteoporosis and sarcopenia: a narrative review[]]. *Quant Imaging Med Surg*, 2018, 8(1): 86-99. DOI: 10.21037/qims.2018.01.01.
- [14] Sayer AA, Syddall HE, Dennison EM, et al. Grip strength and the metabolic syndrome: findings from the Hertfordshire Cohort Study[]]. *QJM*, 2007, 100(11): 707-713. DOI:10.1093/qjmed/hcm095.
- [15] Kim TN, Park MS, Yang SJ, et al. Prevalence and determinant factors of sarcopenia in patients with type 2 diabetes: the Korean Sarcopenic Obesity Study (KSOS) []]. *Diabetes Care*, 2010, 33(7): 1497-1499. DOI: 10.2337/dc09-2310.
- [16] Brooks JM, Titus AJ, Bruce ML, et al. Depression and Handgrip Strength Among U.S. Adults Aged 60 Years and Older from NHANES 2011-2014[]]. *J Nutr Health Aging*, 2018, 22(8):938-943. DOI:10.1007/s12603-018-1041-5.
- [17] Celis-Morales CA, Welsh P, Lyall DM, 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[]]. *BMJ*, 2018, 361:k1651. DOI:10.1136/bmj.k1651.
- [18] Li R, Xia J, Zhang XI, et al. Associations of muscle mass and strength with all-cause mortality among US older adults[]]. *Med Sci Sports Exerc*, 2018, 50(3):458-467. DOI: 10.1249/MSS.0000000000001448.
- [19] Anker SD, Morley JE, von Haehling S. Welcome to the ICD-10 code for sarcopenia[]]. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, 2016, 7(5):512-514. DOI:10.1002/jcsm.12147.
- [20] Dodds RM, Syddall HE, Cooper R, et al. Global variation in grip strength: a systematic review and meta-analysis of normative data[]]. *Age Ageing*, 2016, 45(2):209-216. DOI: 10.1093/ageing/afv192.
- [21] 纪超. 握力与高血压患病风险及理想心血管健康状况的关系研究[D]. 沈阳:中国医科大学, 2020. DOI:10.27652/d.cnki.gzyku.2020.000012.
- Ji C. The association between grip strength and the risk of hypertension with ideal cardiovascular health status[D]. Shenyang:China Medical University, 2020. DOI:10.27652/d.cnki.gzyku.2020.000012.
- [22] 陈雪萍, 沈文良, 卢友梅, 等. 老年人握力值现状调查[]]. *健康研究*, 2013, 33(5):331-334. DOI: 10.3969/j.issn.1674-6449.2013.05.004.
- Chen XP, Shen WL, Lu YM, et al. A survey on senior people's handgrip strength[]]. *Health Res*, 2013, 33(5): 331-334. DOI:10.3969/j.issn.1674-6449.2013.05.004.
- [23] 苏丽琴, 殷召雪, 王晓晨, 等. 中国长寿地区 60 岁及以上老年人握力状况调查[]]. *中华预防医学杂志*, 2017, 51(11): 1007-1011. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 0253-9624.2017.11.010.
- Su LQ, Yin ZX, Wang XC, et al. Study on handgrip strength of elderly  $\geq 60$  years old from longevity areas in China[]]. *Chin J Prev Med*, 2017, 51(11): 1007-1011. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2017.11.010.
- [24] Lv YB, Mao C, Yin ZX, et al. Healthy Ageing and Biomarkers Cohort Study (HABCS): a cohort profile[]]. *BMJ Open*, 2019, 9(10): e026513. DOI: 10.1136/bmjopen-2018-026513.
- [25] Bohannon RW. Muscle strength: clinical and prognostic value of hand-grip dynamometry[]]. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2015, 18(5): 465-470. DOI: 10.1097/MCO.0000000000000202.
- [26] 国家统计局. 关于统计上划分城乡的规定(试行)[EB/OL]. [2024-02-20]. <https://www.stats.gov.cn/sj/pcsj/rkpc/5rp/html/append7.htm>.
- [27] 周锦辉, 刘思馨, 章正, 等. 中国 80 岁及以上高龄老年人人体质指数分布特征[]]. *中华流行病学杂志*, 2023, 44(6):855-861. DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20230222-00096.
- Zhou JH, Liu SX, Zhang Z, et al. Distribution characteristics of body mass index among Chinese oldest-old aged 80 years and above[]]. *Chin J Epidemiol*, 2023, 44(6): 855-861. DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20230222-00096.
- [28] Zhou JH, Lv YB, Mao C, et al. Development and validation of a nomogram for predicting the 6-year risk of cognitive impairment among Chinese older adults[]]. *J Am Med Dir Assoc*, 2020, 21(6): 864-871. e6. DOI: 10.1016/j.jamda.2020.03.032.
- [29] Lv YB, Yuan JQ, Mao C, et al. Association of body mass index with disability in activities of daily living among Chinese adults 80 years of age or older[]]. *JAMA Netw Open*, 2018, 1(5):e181915. DOI:10.1001/jamanetworkopen.2018.1915.
- [30] Food and Agriculture Organization of the United Nations. Guidelines for measuring household and individual dietary diversity[EB/OL]. [2022-03-27]. <http://www.fao.org/3/i1983e/i1983e00.htm>.
- [31] Chen LK, Woo J, Assantachai P, et al. Asian working group for sarcopenia: 2019 consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment[]]. *J Am Med Dir Assoc*, 2020, 21(3):300-307.e2. DOI:10.1016/j.jamda.2019.12.012.
- [32] 杨蕾. 中老年人肌肉减少症与代谢综合征的相关性及代谢组学研究[D]. 乌鲁木齐:新疆医科大学, 2020. DOI: 10.27433/d.cnki.gxyku.2020.001020.
- Yang L. Correlation between sarcopenia and metabolic syndrome in middle-aged and elderly people and metabonomics research[D]. Urumqi: Xinjiang Medical University, 2020. DOI: 10.27433/d. cnki. gxyku. 2020.001020.
- [33] Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis[]]. *Age Ageing*, 2019, 48(1):16-31. DOI:10.1093/ageing/afy169.
- [34] Baker JF, Long J, Leonard MB, et al. Estimation of skeletal muscle mass relative to adiposity improves prediction of physical performance and incident disability[]]. *J Gerontol Ser A Biol Sci Med Sci*, 2018, 73(7): 946-952. DOI: 10.1093/gerona/glx064.
- [35] 吴曼, 魏玉虾, 余灿清, 等. 中国 10 个地区成年人骨骼肌质量和手握力的描述性分析[]]. *中华流行病学杂志*, 2019, 40(4):376-381. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.04.002.
- Wu M, Wei YX, Yu CQ, et al. Levels of skeletal muscle mass and handgrip strength in adults from 10 regions of China []]. *Chin J Epidemiol*, 2019, 40(4):376-381. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.04.002.
- [36] Wu HM, Liu MY, Zhang Q, et al. Reference values for handgrip strength: data from the Tianjin Chronic Low-Grade Systemic Inflammation and Health (TCLSIH) cohort study[]]. *Age Ageing*, 2020, 49(2): 233-238. DOI: 10.1093/ageing/afz148.
- [37] Houston DK, Nicklas BJ, Ding JZ, et al. Dietary protein intake is associated with lean mass change in older, community-dwelling adults: the Health, Aging, and Body Composition (Health ABC) Study[]]. *Am J Clin Nutr*, 2008, 87(1):150-155. DOI:10.1093/ajcn/87.1.150.
- [38] Kim J, Lee Y, Kye S, et al. Association between healthy diet and exercise and greater muscle mass in older adults[]]. *J Am Geriatr Soc*, 2015, 63(5): 886-892. DOI: 10.1111/jgs.13386.
- [39] Clark BC, Manini TM. Sarcopenia=dynapenia[]]. *J Gerontol Ser A Biol Sci Med Sci*, 2008, 63(8): 829-834. DOI: 10.1093/gerona/63.8.829.
- [40] Dodds RM, Syddall HE, Cooper R, et al. Grip strength across the life course: normative data from twelve British studies[]]. *PLoS One*, 2014, 9(12):e113637. DOI:10.1371/journal.pone.0113637.