

· 中国慢性病前瞻性研究 ·

中国成年人体力活动与肌肉重量、力量及质量的相关性分析

潘焯¹ 吴曼¹ 温俏睿¹ 吕筠¹ 郭彧² 裴培³ 杜怀东⁴ 陈君石⁵ 余灿清¹
陈铮鸣⁴ 李立明¹ 代表中国慢性病前瞻性研究项目协作组

¹北京大学公共卫生学院流行病学与卫生统计学系/北京大学公众健康与重大疫情防控战略研究中心/北京大学分子心血管学教育部重点实验室, 北京 100191; ²中国医学科学院阜外医院, 国家心血管病中心, 北京 100037; ³中国医学科学院, 北京 100730; ⁴英国牛津大学医学研究委员会人口健康研究组/临床与流行病学研究中心纳菲尔德人群健康系 OX3 7LF; ⁵国家食品安全风险评估中心, 北京 100022

通信作者: 余灿清, Email: yucanqing@pku.edu.cn

【摘要】目的 探索我国成年人体力活动、休闲静坐时间与低肌肉重量、力量和质量的关系。**方法** 利用中国慢性病前瞻性研究(CKB)项目的第二次重复调查, 采用 logistic 回归分析体力活动水平、休闲静坐时间与低四肢肌肉重量指数(ASMI)、低全身肌肉重量指数(TSMI)、低肌肉力量和低肌肉质量(AMQ)的相关性。**结果** 研究纳入 24 245 名研究对象, 体力活动水平为(18.3±13.8)MET-h/d, 休闲静坐时间为(4.4±1.9)h。以体力活动最低组为参照组, 高水平的体力活动与较低的低 ASMI、低 TSMI、低手握力和低 AMQ 有关, 对应的 OR 值(95%CI)分别为 0.68(0.60~0.77)、0.66(0.58~0.75)、0.82(0.72~0.94)和 0.84(0.74~0.95)。工作、交通、家务和休闲相关体力活动亚型亦与上述指标呈现不同程度的负相关。与休闲静坐时间最短组相比, 静坐时间最长组低 TSMI 的危险性增加(OR=1.13, 95%CI: 0.99~1.30)。**结论** 体力活动与低肌肉重量、力量和质量呈负相关, 而休闲静坐时间与低肌肉重量呈正相关。

【关键词】 体力活动; 静坐; 肌肉重量; 手握力; 肌肉质量

基金项目: 国家自然科学基金(81941018, 91846303, 91843302); 国家重点研发计划(2016YFC0900500, 2016YFC0900501, 2016YFC0900504); 中国香港 Kadoorie Charitable 基金

The correlation of physical activity and sedentary leisure time with low muscle mass, strength, and quality in Chinese adults

Pan Lang¹, Wu Man¹, Wen Qiaorui¹, Lyu Jun¹, Guo Yu², Pei Pei³, Du Huaidong⁴, Chen Junshi⁵, Yu Canqing¹, Chen Zhengming⁴, Li Liming¹, for the China Kadoorie Biobank Collaborative Group

¹Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Public Health, Peking University/Peking University Center for Public Health and Epidemic Preparedness and Response/Key Laboratory of Molecular Cardiovascular Sciences (Peking University), Ministry of Education, Beijing 100191, China; ²Fuwai Hospital Chinese Academy of Medical Sciences, National Center for Cardiovascular Diseases, Beijing 100037, China; ³Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100730, China; ⁴Nuffield Department of Population Health, Center for Clinical and Epidemiological Studies/Population Health Research Unit, Medical Research Council, University of Oxford, Oxford OX3 7LF, UK; ⁵China National

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20210402-00273

收稿日期 2021-04-02 本文编辑 李银鸽

引用格式: 潘焯, 吴曼, 温俏睿, 等. 中国成年人体力活动与肌肉重量、力量及质量的相关性分析[J]. 中华流行病学杂志, 2022, 43(2): 162-168. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20210402-00273.

Pan L, Wu M, Wen QR, et al. The correlation of physical activity and sedentary leisure time with low muscle mass, strength, and quality in Chinese adults[J]. Chin J Epidemiol, 2022, 43(2): 162-168. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20210402-00273.



Center for Food Safety Risk Assessment, Beijing 100022, China

Corresponding author: Yu Canqing, Email: yucanqing@pku.edu.cn

【Abstract】 Objective To explore the relationship of physical activity and sedentary leisure time with muscle mass, strength, and quality in Chinese adults. **Methods** Based on the second resurvey of China Kadoorie Biobank (CKB) in 2013-2014, logistic regression models were used to analyze the correlation of physical activity and sedentary leisure time with low muscle mass, grip strength, and muscle quality. **Results** A total of 24 245 participants were included in the analysis. The average daily physical activity level was (18.3±13.8) MET-h/d, and the sedentary leisure time was (4.4±1.9) hours. We took the lowest physical activity quartile as the reference and found that the participants' physical activity was negatively correlated to low muscle mass, strength, and quality. The ORs (95% CIs) of low appendicular skeletal muscle mass index (ASMI), low total skeletal muscle mass index (TSMI), low grip strength and low arm muscle quality (AMQ) were 0.68 (0.60-0.77), 0.66 (0.58-0.75), 0.82 (0.72-0.94) and 0.84 (0.74-0.95), respectively. The subtypes of physical activity, including those related to work, transportation, housework, and leisure, also showed negative correlations with low muscle mass, strength, and quality to varying degrees. Compared with participants with the shortest sedentary leisure time, those who had the longest were more likely to have low TSMI (OR=1.13, 95%CI: 0.99-1.30). **Conclusions** Physical activity was negatively correlated with a lower risk of low muscle mass and strength, while longer sedentary leisure time positively correlated with low muscle mass.

【Key words】 Physical activity; Sedentary behavior; Muscle mass; Grip strength; Muscle quality

Fund programs: National Natural Science Foundation of China (81941018, 91846303, 91843302); National Key Research and Development Program of China (2016YFC0900500, 2016YFC0900501, 2016YFC0900504); Kadoorie Charitable Foundation in Hong Kong of China

骨骼肌是维持正常身体活动能力的重要保障,可以一定程度反映机体的营养健康状况。WHO 的全球老龄化和成年人健康研究(Global Aging and Adult Health)显示,2007-2010 年中国≥65 岁老年人肌肉减少症(sarcopenia)患病率达 15.0%^[1]。作为定义肌肉减少症的两个重要指标^[2],肌肉重量和肌肉力量低下与身体活动能力减退、衰弱、残疾失能等功能障碍高度相关^[3],可增加骨质疏松、跌倒和骨折的发生风险^[3-4],还与机体代谢紊乱关系密切^[5],是导致生活质量下降、住院时间延长甚至死亡风险增加的重要危险因素^[6]。随着人口老龄化的加剧,肌肉减少症患病率仍将继续上升,由其导致的疾病负担也将持续增加。

积极的体力活动会对人体多器官系统产生正面影响,包括骨骼肌系统^[1,7]。然而,既往关于肌肉重量和力量的研究多针对欧、美洲地区和日韩国家人群,中国人的工作、交通、休闲、家务相关的体力活动水平、静坐习惯与国外人群均存在较大差异。针对中国人群开展相关研究,探究体力活动水平和休闲静坐行为对肌肉重量、力量和质量的影响,可以提供中国本土化的研究证据,对于预防肌肉重量和力量低下和减少其健康危害具有重要意义。本研究利用中国慢性病前瞻性研究(China Kadoorie Biobank, CKB)项目第二次重复调查数据,探索体

力活动与肌肉重量、力量及质量的关联。

对象与方法

1. 研究对象:CKB 项目覆盖了中国 10 个地区,包括 5 个城市和 5 个农村,共纳入 50 万余名研究对象。基线调查于 2004-2008 年完成,随后每 4~5 年按照地区分层随机整群抽取约 5% 仍在队列中的研究对象进行重复调查。本研究数据来自第二次重复调查。此次调查于 2013 年 8 月至 2014 年 9 月展开,最终共招募来自 10 个项目点的 25 239 人,关于 CKB 项目及其重复调查的详细介绍参见文献[8-10]。本研究在此基础上剔除问卷信息缺失者(205 人)、肌肉重量或肌肉力量信息任一项缺失者(508 人)及确诊癌症者(281 人),最终纳入 24 245 人。CKB 项目获得英国牛津大学和中国 CDC 伦理委员会审查批准,所有研究对象签署了知情同意书。

2. 研究方法:由经过统一培训的调查员通过面对面电子调查问卷询问研究对象的信息,包括一般人口学信息,如性别、年龄、地区(10 个地区)、文化程度(6 类:未正规上过小学、小学、初中、高中、大专、大学及以上)、婚姻状况(4 类:已婚、丧偶、分居或离异、从未结婚)、家庭年收入(9 类:<2 500、<

5 000、<10 000、<20 000、<35 000、<50 000、<75 000、<99 000、≥100 000 元)、职业(9类:农林牧渔劳动者、工人、行政及管理人员、专业技术人员、销售及服务人员、离退休、家务、私营业主、待业或下岗、其他或不易分类者)、生活方式因素,如饮食情况(20个食物组的摄入频率和摄入量),以及常见慢性病史(糖尿病、冠心病、脑卒中、慢性阻塞性肺疾病等)。询问研究对象当前和既往的吸烟与饮酒频率、主要吸烟与饮酒种类以及吸烟与饮用量,并将吸烟情况分为5类:从不/偶尔、戒烟、吸烟且1~、10~、≥20支/d,将饮酒情况分为7类:从不/偶尔、戒酒、每周饮酒、饮酒且<15、15~、30~、≥60 g/d。

在体力活动问卷中,分农业劳动者和非农业劳动者询问研究对象过去一年内个体主要从事的工作、交通出行、业余时间参加体育锻炼情况、家务劳动和休闲相关静坐行为情况,调查问卷的具体内容参见文献[11]。问卷参考2011年更新的《体力活动概要》确定各项体力活动的代谢当量(metabolic equivalent of task, MET)^[12],乘以从事该类体力活动的累计时间(h/d),得到研究对象每天从事各项体力活动(包括工作、交通、家务、休闲)的水平,单位为MET-h/d。按照全人群总体力活动水平的四分位数将体力活动水平分为4组;对于各类体力活动亚型,分别按照有无该类体力活动及其活动量的三分位数分为无、低、中、高4组。同时询问研究对象每天业余时间看电视、读书报、打牌、编织等的时间,得到研究对象的每天休闲静坐时间,分为1~、3~、5~和≥7 h组。问卷设置了校验和逻辑判断等实时质量控制功能;且为检验该调查问卷的可重复性,基线调查后随机抽取15 728名调查对象进行质量控制调查,质量控制调查与基线调查在体力活动变量上的信度良好(加权Kappa=0.75)。

研究对象的身高、体脂百分比、肌肉重量及肌肉力量由统一培训的调查员按照标准操作手册现场测量获得。采用生物电阻抗分析法(bioelectrical impedance analysis, BIA),利用TANITA BC418 MA人体脂肪测量仪,按照标准操作流程测量各个部位的肌肉量信息。本研究采用的肌肉重量绝对指标为四肢肌肉重量(appendicular skeletal muscle mass, ASM)和全身肌肉重量(total skeletal muscle mass, TSM),单位为kg。为了控制体型对肌肉重量的影响,将ASM和TSM分别除以身高的平方,得到四肢肌肉重量指数(appendicular skeletal muscle mass index, ASMI)和全身肌肉重量指数(total

skeletal muscle mass index, TSMI),单位为 $\text{kg}/\text{m}^{2[13]}$ 。采用Jamar J00105液压手握力测量仪测量手握力,要求研究对象标准坐姿、用力紧握测量仪手柄并保持3 s,分别测量左右手的手握力,计算双手手握力的算数平均值作为四肢肌肉力量指标。此外,将手握力与上肢肌肉重量的比值[(左手手握力+右手手握力)/(左上肢肌肉重量+右上肢肌肉重量)]定义为上肢肌肉质量(arm muscle quality, AMQ),反映上肢单位肌肉重量的肌肉力量大小,单位为 kg/kg 。

3. 统计学分析:依据亚洲肌肉减少症工作组(Asian Working Group for Sarcopenia, AWGS)推荐的标准^[13],本研究以分性别的最低五分位数为截断值,将肌肉重量、力量和质量分别分为二分类变量,即正常组和低组(低于分性别的五分位数)。对20个食物组进行因子分析(主成分法、正交旋转),根据因子负荷系数解读出平衡和米肉膳食模式,并计算得分^[14]。分别以二分类变量为因变量,以每天总体力活动或休闲静坐时间的四分位数为自变量,以最低组为参照组,采用logistic回归分析总体力活动、休闲静坐时间与低肌肉重量、力量及质量的相关性,并按照不同类型体力活动进行亚组分析。此外,将体力活动水平和休闲静坐时间作为连续自变量(MET-h/d)纳入模型,以探究其对肌肉重量、力量和质量影响的线性趋势。模型采用分步调整,模型1中调整人口学因素(年龄、性别、地区、文化程度、家庭年收入、婚姻状况、职业),模型2进一步调整了体脂百分比、生活方式因素(吸烟、饮酒、平衡和米肉膳食模式得分)和有无常见慢性病史(糖尿病、冠心病、脑卒中、慢性阻塞性肺疾病)。为探索性别和城乡对总体力活动水平与肌肉重量、力量及质量之间关系的效应修饰作用,对上述两因素进行分层分析。本研究统计学分析使用SAS 9.4和Stata 15.0软件,采用双侧检验,检验水准为 $P<0.05$ 。

结 果

本研究共纳入CKB项目第二次重复调查的24 245名研究对象,其一般人口学特征见表1。全人群年龄(59.4 ± 10.1)岁,女性占61.7%,城市地区人群占42.8%。全部研究对象总体力活动水平为(18.3 ± 13.8)MET-h/d,休闲静坐时间为(4.4 ± 1.9)h。按照全人群总体力活动水平的四分位数将体力活动水平分为4组,相比于体力活动最低组,体力活动最高组中男性和农村居民的比例较高,平均年龄

较小,高收入者和工农业者比例均较高,休闲静坐时间较短,肥胖、糖尿病、冠心病和脑卒中患病率均较低,而慢性阻塞性肺疾病患病率较高。

进行多因素调整后发现,总体力活动与低肌肉重量、力量和质量均存在负相关,且呈线性趋势(线性趋势 P 值均 <0.05)。见表 2。与体力活动最低组相比,体力活动最高组低 ASMI、低 TSMI、低手握力和低 AMQ 的 OR 值(95% CI)分别为 0.68(0.60~0.77)、0.66(0.58~0.75)、0.82(0.72~0.94)和 0.84(0.74~0.95)。在女性和农村居民中,体力活动与低肌肉重量的关联更加明显(交互作用均 $P<0.001$;低 ASMI:女性 $OR=0.66$,95% $CI:0.56\sim0.78$,农村居民 $OR=0.67$,95% $CI:0.57\sim0.79$;低 TSMI:女性 $OR=0.66$,95% $CI:0.56\sim0.78$,农村居民 $OR=0.71$,95% $CI:0.60\sim0.84$)。

按照不同类型体力活动进行亚组分析,见图 1。结果发现,工作相关体力活动水平与低肌肉重量和低手握力呈负相关,且与低肌肉重量的关联呈线性趋势(线性趋势均 $P<0.01$),与最低组相比,最高组低 ASMI、低 TSMI 和低手握力对应的 OR 值(95% CI)分别为 0.62(0.52~0.75)、0.61(0.51~0.74)和 0.72(0.58~0.88)。交通相关体力活动水平与低 TSMI 负相关,而低手握力和低 AMQ 反而呈现上升趋势(线性趋势均 $P<0.05$)。家务相关体力活动水平与低肌肉重量、力量和质量均呈负相关,且关联呈线性趋势(线性趋势均 $P<0.01$)。休闲相关体力活动水平与低手握力和低 AMQ 呈负相关,且关联呈线性趋势(线性趋势均 $P<0.01$);与组 1 相比,组

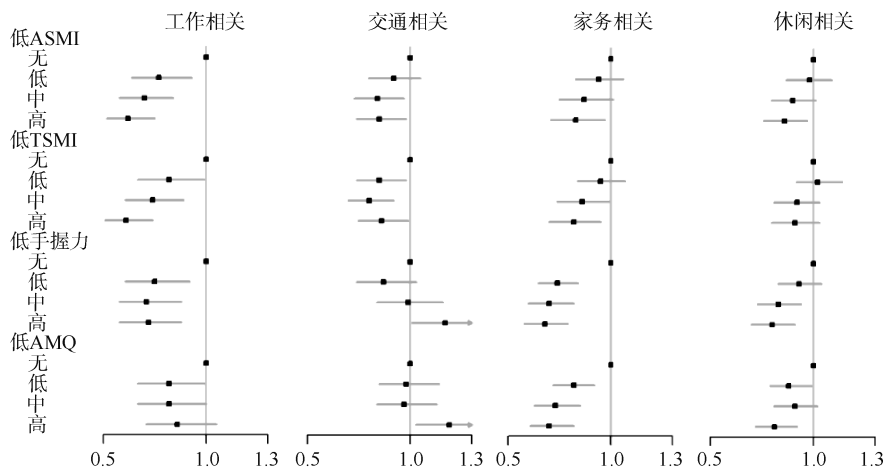
4 的低手握力和低 AMQ 的 OR 值(95% CI)分别为 0.80(0.70~0.91)和 0.81(0.72~0.92)。

对全人群的静坐行为进行分析发现,研究对象每天的休闲静坐时间与低肌肉重量呈正相关,且呈线性趋势(线性趋势均 $P<0.01$);与静坐时间最短组相比,静坐时间最长组低 TSMI 者的比例增加($OR=1.13$,95% $CI:0.99\sim1.30$)。静坐时长与低手握力和低 AMQ 之间的相关性未见统计学意义。见表 3。

讨 论

本研究发现我国成年人总体力活动水平越高,肌肉重量、力量及质量低下的危险性越小,且此关联呈明显的剂量-反应关系。既往通过问卷或工具测量的体力活动与肌肉重量、肌肉力量或肌肉减少症的观察性或干预性研究,均发现了与本研究一致的结论^[15-18],但本研究首次同时探究工作、交通、家务、休闲等不同类型体力活动对肌肉重量、力量及质量的影响。

本研究人群的总体力活动水平为(18.3±13.8)MET-h/d。一项 2010 年开展的覆盖中国 8 个省份的研究结果显示^[19],该研究人群每日总体力活动水平为(25.8±15.6)MET-h/d,但该研究将睡眠时的消耗也计算在内,扣除该部分后,结果与本研究接近。另外,本研究人群的休闲相关体力活动水平为 1.6 MET-h/d,与 2017-2018 年在中国 4 个城市开展的研究结果(1.5 MET-h/d)相近^[20]。此外,本研究人群平均休闲静坐时间为 4.4 h,略低于 2013 年《中



注:ASMI:四肢肌肉重量指数;TSMI:全身肌肉重量指数;AMQ:肌肉质量;模型 2 调整的 OR 值(95% CI);体力活动水平单位:MET-h/d;各类体力活动亚型分别按照有无该类体力活动及其活动量的三分位数分为无、低、中、高组;工作相关体力活动水平(无:0,低:0.20~,中:10.30~,高:21.75~);交通相关体力活动水平(无:0,低:0.03~,中:1.20~,高:2.04~);家务相关体力活动水平(无:0,低:0.28~,中:7.00~,高:9.80~);休闲相关体力活动水平(无:0,低:0.23~,中:2.95~,高:4.75~)

图 1 中国成年人不同类型体力活动水平与低肌肉重量、力量和质量的相关性

表 1 研究对象基本特征

特 征	每天总体力活动水平			
	Q1	Q2	Q3	Q4
人数	6 746	5 381	6 059	6 059
年龄(岁)	65.02	61.39	56.62	54.02
女性(%)	62.42	67.32	65.14	52.34
城市(%)	43.53	46.80	39.58	41.46
已婚(%)	85.41	87.91	89.01	88.07
初中及以上文化程度(%)	46.56	49.29	49.02	46.01
职业(%)				
工农业	35.14	46.89	57.24	67.56
非工农业	15.70	20.61	23.36	18.43
其他或无业	49.16	32.50	19.40	14.00
家庭年收入(元,%)				
<20 000	23.00	21.30	20.64	18.11
20 000~	54.18	51.47	51.12	57.81
≥75 000	22.82	27.23	28.24	24.08
吸烟状况(%)				
从不/偶尔	73.06	74.06	72.41	72.82
戒烟	3.53	3.74	3.37	3.49
当前吸烟	23.41	22.20	24.21	23.69
饮酒状况(%)				
从不/偶尔	84.21	82.60	83.23	82.73
戒酒	4.94	4.83	4.29	4.18
每周饮酒	10.85	12.57	12.47	13.08
膳食习惯(%)				
平衡膳食	17.83	20.86	21.06	20.46
米肉膳食	18.01	18.51	20.09	22.80
体力活动(MET-h/d)	5.44	11.65	19.13	37.76
休闲静坐时间(h)	4.67	4.50	4.28	3.95
超重或肥胖(%)	51.12	51.85	51.78	48.28
体脂百分比(%)	26.95	26.84	26.42	25.55
慢性病史(%)				
糖尿病	11.05	10.03	9.19	7.51
冠心病	6.30	6.08	4.83	5.16
脑卒中	4.16	2.92	2.60	2.00
慢性阻塞性肺疾病	26.80	25.72	27.01	27.63

注: MET-h/d: 代谢当量-小时/天; 每天总体力活动水平按照四分位数分为 4 组, 分别为 <8.40、8.40~、14.60~ 和 25.15~MET-h/d; 除年龄、性别和地区外, 所有结果均调整年龄、性别和地区; 膳食习惯为两种相应的膳食模式得分最高五分位数在各总体力活动水平分组中的百分比

国慢性病及其危险因素监测报告》的 4.9 h^[21], 可能是本研究人群未包含以久坐为主要工作姿势的青年人群。

本研究对不同类型的体力活动进行分析发现, 工作相关体力活动水平越高, 低肌肉重量和低手握力者的比例越低, 而未见其与低肌肉质量的相关

性。这可能是由于工作相关体力活动负担时间长、单调、可控性差, 因此高强度的工作相关体力活动对肌肉质量并无益处^[22]。随着交通相关体力活动水平升高, 低手握力和低 AMQ 反而呈现上升趋势, 具体的机制仍不清楚。可能的一种解释是交通相关体力活动最高组的人群中, 骑自行车和乘坐公共交通工具上班的比例(18%)高于其他组(0~11%), 长时间肩部背包负重、骑车和握扶手等使得肌肉在长时间保持紧张, 导致血液循环相对减少, 可能会引起肌肉的疲劳甚至损伤^[23]。本研究还发现休闲相关体力活动水平越高, 低手握力和低 AMQ 者的占比越低, 且呈明显的线性趋势。而休闲相关体力活动水平最高组, 低 TSMI 比例有下降趋势, 但差异无统计学意义, 提示休闲相关体力活动对手握力的保护作用可能比对肌肉重量更强。

本研究还观察到休闲静坐时间与低肌肉重量的正相关性, 而未观察到其与肌肉力量或质量的关联。一项来自澳大利亚的横断面研究^[24], 利用可穿戴设备测量了 123 名老年人的静坐时长与坐立交换频率, 发现静坐时长与低肌肉重量的风险成正相关, 但长时间静坐的研究对象中并未发现肌肉力量 and 功能的显著下降, 与本研究的结论一致。

目前, 全球多项指南鼓励积极参与体力活动、减少休闲静坐行为。WHO 和美国人体力活动指南均推荐成年人每周至少参与 150 min 的中等强度或 75 min 的高强度体力活动^[25], 但对休闲静坐时间缺少明确的推荐值; 本研究发现的休闲静坐时间与低肌肉重量的线性趋势, 提示应尽可能避免长时间的休闲静坐行为。

本研究人群覆盖地区广, 样本量相对较大, 但也存在局限性。首先, 本研究为横断面研究, 难以区分时间先后顺序, 无法排除因果倒置的可能性, 仅提供病因线索。其次, 一般人口学、生活方式及体力活动等信息均为研究对象通过问卷自报, 可能存在信息偏倚。第三, 本研究对骨骼肌重量的测量采用了 BIA 法, 虽然本研究进行了严格的质量控制, 如统一采购仪器并进行集中调试, 调查员均经过统一培训, 并遵循相同的标准操作流程进行测量, 但仍可能存在测量偏倚。第四, 本研究的体成分分析仪器未对头颈部的肌肉重量进行测量。但由于头颈部肌肉重量仅占全身肌肉重量的很小一部分, 对本研究结果造成的影响有限; 本研究测量的手握力反映了上肢肌肉力量, 而未对下肢肌肉力量进行测量, 但有研究表明, 手握力与腿部肌肉力

表 2 中国成年人总体力活动水平与低肌肉重量、力量和质量的相关性[OR 值(95%CI)]

分组	每天总体力活动水平				线性趋势 P 值
	Q1	Q2	Q3	Q4	
低 ASMI					
模型 1	1.00	0.86(0.78~0.94)	0.85(0.77~0.94)	0.79(0.70~0.89)	<0.001
模型 2	1.00	0.83(0.76~0.92)	0.80(0.71~0.89)	0.68(0.60~0.77)	<0.001
低 TSMI					
模型 1	1.00	0.84(0.76~0.92)	0.85(0.77~0.95)	0.77(0.68~0.86)	<0.001
模型 2	1.00	0.82(0.74~0.91)	0.80(0.71~0.89)	0.66(0.58~0.75)	<0.001
低手握力					
模型 1	1.00	0.81(0.74~0.89)	0.80(0.71~0.90)	0.81(0.71~0.93)	<0.001
模型 2	1.00	0.83(0.75~0.92)	0.82(0.73~0.92)	0.82(0.72~0.94)	<0.001
低 AMQ					
模型 1	1.00	0.86(0.79~0.95)	0.86(0.77~0.96)	0.78(0.69~0.88)	<0.001
模型 2	1.00	0.88(0.80~0.97)	0.89(0.80~0.99)	0.84(0.74~0.95)	0.023

注: ASMI: 四肢肌肉重量指数; TSMI: 全身肌肉重量指数; AMQ: 肌肉质量; 每天总体力活动水平按照四分位数分为 4 组, 分别为<8.40、8.40~、14.60~和 25.15~MET-h/d; 模型 1: 调整年龄、性别、地区、文化程度、家庭年收入、婚姻状况和职业; 模型 2: 额外调整整体脂百分比、生活方式因素(吸烟、饮酒、平衡和米肉膳食模式得分)和有无常见慢性病史(糖尿病、冠心病、脑卒中和慢性阻塞性肺疾病)

表 3 中国成年人休闲静坐时间与低肌肉重量、力量和质量的相关性[OR 值(95%CI)]

分组	每天休闲静坐时间(h)				线性趋势 P 值
	1~	3~	5~	≥7	
低 ASMI					
模型 1	1.00	0.95(0.86~1.04)	0.89(0.81~0.99)	0.89(0.78~1.01)	0.244
模型 2	1.00	1.01(0.91~1.12)	1.04(0.93~1.16)	1.12(0.98~1.29)	0.005
低 TSMI					
模型 1	1.00	0.91(0.83~1.00)	0.91(0.82~1.01)	0.91(0.80~1.04)	0.449
模型 2	1.00	0.96(0.87~1.06)	1.04(0.93~1.16)	1.13(0.99~1.30)	0.005
低手握力					
模型 1	1.00	0.91(0.81~1.01)	0.86(0.77~0.97)	0.84(0.72~0.97)	0.010
模型 2	1.00	0.92(0.82~1.02)	0.89(0.80~1.01)	0.87(0.75~1.01)	0.061
低 AMQ					
模型 1	1.00	1.06(0.95~1.18)	1.08(0.96~1.21)	1.14(0.99~1.31)	0.109
模型 2	1.00	1.04(0.93~1.15)	1.02(0.91~1.15)	1.04(0.90~1.20)	0.880

注: ASMI: 四肢肌肉重量指数; TSMI: 全身肌肉重量指数; AMQ: 肌肉质量; 模型 1: 调整年龄、性别、地区、文化程度、家庭年收入、婚姻状况和职业; 模型 2: 额外调整整体脂百分比、生活方式因素(吸烟、饮酒、平衡和米肉膳食模式得分)和有无常见慢性病史(糖尿病、冠心病、脑卒中和慢性阻塞性肺疾病)

量有很强的相关性^[26], 可有效代表四肢肌肉力量。

本研究通过大规模的横断面研究分析, 提示体力活动不足和休闲静坐行为可能与肌肉重量和功能减退有关, 该结论可在 CKB 项目后续的重复调查及随访数据进行验证, 以评价中国人群体力活动及静坐行为导致肌肉重量、力量和质量降低的健康风险。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

志谢 感谢所有参加 CKB 项目的队列成员和各项目地区的现场调查队调查员; 感谢项目管理委员会、国家项目办公室、牛津协作中心和 10 个项目地区办公室的工作人员

作者贡献声明 潘焱、吴曼: 分析/解释数据、起草文章; 温俏睿: 统

计分析; 郭彧、裴培、杜怀东: 实施研究、采集数据; 吕筠、余灿清: 分析方案确定、结果解释、获取研究经费; 陈君石、陈铮鸣、李立明: 项目设计和方案制定; 所有作者均对文章的知识性内容作批评性审阅

参 考 文 献

- [1] Tyrovolas S, Koyanagi A, Olaya B, et al. Factors associated with skeletal muscle mass, sarcopenia, and sarcopenic obesity in older adults: a multi-continent study[J]. J Cachexia Sarcopenia Muscle, 2016, 7(3): 312-321. DOI: 10.1002/jcsm.12076.
- [2] Xiao ZY, Guo B, Gong J, et al. Sex- and age-specific percentiles of body composition indices for Chinese adults using dual-energy X-ray absorptiometry[J]. Eur J Nutr, 2017, 56(7): 2393-2406. DOI: 10.1007/s00394-016-1279-9.

- [3] Yeung SSY, Reijnierse EM, Pham VK, et al. Sarcopenia and its association with falls and fractures in older adults: A systematic review and meta-analysis[J]. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, 2019, 10(3): 485-500. DOI: 10.1002/jcsm.12411.
- [4] Beaudart C, Rizzoli R, Bruyère O, et al. Sarcopenia: burden and challenges for public health[J]. *Arch Public Health*, 2014, 72(1):45. DOI:10.1186/2049-3258-72-45.
- [5] Zhang HQ, Lin S, Gao TL, et al. Association between sarcopenia and metabolic syndrome in middle-aged and older non-obese adults: a systematic review and meta-analysis[J]. *Nutrients*, 2018, 10(3): 364. DOI: 10.3390/nu10030364.
- [6] Beaudart C, Zaaria M, Pasleau F, et al. Health outcomes of sarcopenia: a systematic review and meta-analysis[J]. *PLoS One*, 2017, 12(1): e0169548. DOI: 10.1371/journal.pone.0169548.
- [7] Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research[J]. *Public Health Rep*, 1985, 100(2):126-131.
- [8] Chen ZM, Chen JS, Collins R, et al. China Kadoorie Biobank of 0.5 million people: survey methods, baseline characteristics and long-term follow-up[J]. *Int J Epidemiol*, 2011, 40(6): 1652-1666. DOI: 10.1093/ije/dyr120.
- [9] 李立明, 吕筠, 郭彧, 等. 中国慢性病前瞻性研究: 研究方法和调查对象的基线特征[J]. *中华流行病学杂志*, 2012, 33(3):249-255. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2012.03.001.
Li LM, Lv J, Guo Y, et al. The China Kadoorie Biobank: related methodology and baseline characteristics of the participants[J]. *Chin J Epidemiol*, 2012, 33(3): 249-255. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2012.03.001.
- [10] Chen ZM, Lee L, Chen JS, et al. Cohort profile: the Kadoorie Study of Chronic Disease in China (KSCDC) [J]. *Int J Epidemiol*, 2005, 34(6): 1243-1249. DOI: 10.1093/ije/dyi174.
- [11] 樊萌语, 吕筠, 郭彧, 等. 中国慢性病前瞻性研究: 10 个项目地区成人体力活动和休闲静坐时间特征差异的分析[J]. *中华流行病学杂志*, 2015, 36(8):779-785. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2015.08.002.
Fan MY, Lv J, Guo Y, et al. Regional differences on patterns of physical activity and leisure sedentary time: findings from the China Kadoorie Biobank study, including a million people from 10 regions[J]. *Chin J Epidemiol*, 2015, 36(8):779-785. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2015.08.002.
- [12] Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, et al. 2011 Compendium of physical activities: a second update of codes and MET values[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2011, 43(8):1575-1581. DOI:10.1249/MSS.0b013e31821e12.
- [13] Chen LK, Liu LK, Woo J, et al. Sarcopenia in Asia: consensus report of the Asian Working Group for Sarcopenia[J]. *J Am Med Dir Assoc*, 2014, 15(2):95-101. DOI:10.1016/j.jamda.2013.11.025.
- [14] 刘琪, 吴曼, 温俏睿, 等. 中国 10 个地区成年人膳食模式与低肌肉重量、力量和质量的相关性分析[J]. *中华流行病学杂志*, 2021, 42(5):780-786. DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20200618-00855.
Liu Q, Wu M, Wen QR, et al. The correlation of dietary patterns with low muscle mass, strength and quality in adults from 10 regions of China[J]. *Chin J Epidemiol*, 2021, 42(5): 780-786. DOI: 10.3760/cma. j. cn112338-20200618-00855.
- [15] Cooper AJM, Lamb MJE, Sharp SJ, et al. Bidirectional association between physical activity and muscular strength in older adults: Results from the UK Biobank study[J]. *Int J Epidemiol*, 2017, 46(1): 141-148. DOI: 10.1093/ije/dyw054.
- [16] Foong YC, Chherawala N, Aitken D, et al. Accelerometer-determined physical activity, muscle mass, and leg strength in community-dwelling older adults[J]. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, 2016, 7(3): 275-283. DOI: 10.1002/jcsm.12065.
- [17] de Labra C, Guimaraes-Pinheiro C, Maseda A, et al. Effects of physical exercise interventions in frail older adults: a systematic review of randomized controlled trials[J]. *BMC Geriatr*, 2015, 15:154. DOI:10.1186/s12877-015-0155-4.
- [18] Beckwée D, Delaere A, Aelbrecht S, et al. Exercise interventions for the prevention and treatment of sarcopenia. A systematic umbrella review[J]. *J Nutr Health Aging*, 2019, 23(6): 494-502. DOI: 10.1007/s12603-019-1196-8.
- [19] 从祥丰, 刘少博, 徐婷玲, 等. 中国成年人静坐时间与 2 型糖尿病发病关系的前瞻性队列研究[J]. *中华流行病学杂志*, 2020, 41(9): 1465-1470. DOI: 10.3760/cma. j. cn112338-20190926-00705.
Cong XF, Liu SB, Xu TL, et al. Relationship between sedentary time and incidence of type 2 diabetes in adults in China: a prospective cohort study[J]. *Chin J Epidemiol*, 2020, 41(9): 1465-1470. DOI: 10.3760/cma. j. cn112338-20190926-00705.
- [20] 段银娟, 杨淞淳, 韩雨廷, 等. 四城市成年人主观感知建成环境与休闲性体力活动的相关性研究[J]. *中华流行病学杂志*, 2020, 41(8):1280-1285. DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20200227-00203.
Duan YJ, Yang SC, Han YT, et al. Association between perceived built environment attributes and adults' leisure-time physical activity in four cities of China[J]. *Chin J Epidemiol*, 2020, 41(8):1280-1285. DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20200227-00203.
- [21] 中国疾病预防控制中心慢性非传染性疾病预防控制中心. 中国慢性病及其危险因素监测报告(2013)[M]. 北京: 军事医学科学出版社, 2016.
National Center for Chronic and Non-communicable Disease Control and Prevention. Report on chronic disease risk factor surveillance in China 2013[M]. Beijing: Military Medical Science Press, 2016.
- [22] Amiri S, Behnezhad S. Is job strain a risk factor for musculoskeletal pain? A systematic review and meta-analysis of 21 longitudinal studies[J]. *Public Health*, 2020, 181:158-167. DOI:10.1016/j.puhe.2019.11.023.
- [23] van der Molen HF, Foresti C, Daams JG, et al. Work-related risk factors for specific shoulder disorders: a systematic review and meta-analysis[J]. *Occup Environ Med*, 2017, 74(10):745-755. DOI:10.1136/oemed-2017-104339.
- [24] Reid N, Healy GN, Gianoudis J, et al. Association of sitting time and breaks in sitting with muscle mass, strength, function, and inflammation in community-dwelling older adults[J]. *Osteoporos Int*, 2018, 29(6): 1341-1350. DOI: 10.1007/s00198-018-4428-6.
- [25] Piercy KL, Troiano RP, Ballard RM, et al. The physical activity guidelines for Americans[J]. *JAMA*, 2018, 320(19): 2020-2028. DOI:10.1001/jama.2018.14854.
- [26] Bohannon RW, Magasi SR, Bubela DJ, et al. Grip and knee extension muscle strength reflect a common construct among adults[J]. *Muscle Nerve*, 2012, 46(4):555-558. DOI: 10.1002/mus.23350.