

## · 论著 ·

# 社区老年居民握力体重指数与代谢综合征的相关性

王应昉<sup>1</sup> 曹璐<sup>2</sup> 陈凤<sup>2</sup> 许帅<sup>2</sup> 陈凤<sup>1</sup> 郭妍<sup>1</sup> 王岩<sup>3</sup> 王涤非<sup>1</sup>

<sup>1</sup>中国医科大学附属第一医院老年医学内分泌科, 沈阳 110001; <sup>2</sup>中国医科大学公共卫生学院卫生统计学教研室, 沈阳 110013; <sup>3</sup>沈阳市铁西区路官社区卫生服务中心 110020

通信作者: 王涤非, Email: dfwang@cmu.edu.cn

**【摘要】 目的** 探讨握力体重指数与代谢综合征 (MS) 及其组分的相关性。**方法** 选取 2017 年 5—10 月在沈阳市 9 个社区卫生服务中心建立健康档案并进行体检的 3 598 名 60 岁以上老年常住居民为研究对象, 进行问卷调查、体格检测、握力测量和实验室检测, 应用 Spearman 相关分析、logistic 回归、受试者工作特征 (ROC) 曲线分析握力体重指数与 MS 的相关性。**结果** 握力体重指数与 MS [男性 ( $r = -0.213, P = 0.000$ ), 女性 ( $r = -0.236, P = 0.000$ )] 呈负相关。对不同性别居民握力体重指数水平进行四分位数划分, 调整年龄、民族、文化程度、吸烟、饮酒等混杂因素后, 随着握力体重指数降低, MS 发生的危险性增加。与握力体重指数  $>P75$  者相比, 男性握力体重指数  $<P25$  发生 MS 的相对危险度为 3.714 (95% CI: 2.604 ~ 5.298,  $P < 0.001$ ),  $P25 \sim P50$  者为 2.816 (95% CI: 1.997 ~ 3.969,  $P < 0.001$ ),  $P50 \sim P75$  者为 1.655 (95% CI: 1.169 ~ 2.343,  $P = 0.004$ ); 女性握力体重指数  $<P25$  者为 3.000 (95% CI: 2.356 ~ 3.821,  $P < 0.001$ ),  $P25 \sim P50$  者为 2.013 (95% CI: 1.592 ~ 2.545,  $P < 0.001$ ),  $P50 \sim P75$  者为 1.885 (95% CI: 1.492 ~ 2.381,  $P < 0.001$ )。男性握力体重指数 ROC 曲线下面积为 0.626 (0.595 ~ 0.657), 女性为 0.614 (0.591 ~ 0.637), 握力体重指数诊断 MS 的最佳切点为 0.443 (男性) 及 0.351 (女性)。**结论** 握力体重指数与 MS 及其组分的发生风险呈显著负相关, 评估握力体重指数可为 MS 的预防及早期诊断提供依据。

**【关键词】** 握力体重指数; 代谢综合征

**基金项目:** 辽宁省中央引导地方科技发展专项 (2016007024); 沈阳市科技计划项目 (Z18-5-104)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4157.2020.01.002

**Relationship between handgrip strength body mass index and metabolic syndrome in community elderly residents** Wang Yingfang<sup>1</sup>, Cao Lu<sup>2</sup>, Chen Feng<sup>2</sup>, Xu Shuai<sup>2</sup>, Chen Feng<sup>1</sup>, Guo Yan<sup>1</sup>, Wang Yan<sup>3</sup>, Wang Difei<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Department of Geriatric Endocrinology, The First Affiliated Hospital of China Medical University, Shenyang 110001, China; <sup>2</sup> Department of Public Health, China Medical University, Shenyang 110013, China; <sup>3</sup> Luguan Community Health Service Center, Tiexi Area of Shenyang, Shenyang 110020, China

Corresponding author: Wang Difei, Email: dfwang@cmu.edu.cn

**【Abstract】 Objective** To investigate the relationship between handgrip strength body mass index and metabolic syndrome and its components. **Methods** From May to October 2017, a total of 3 598 community residents over 60 years old who had health records and underwent physical examination in nine community health service centers in Shenyang were recruited. All individuals received questionnaires, physical tests, handgrip strength measurement and laboratory tests. Spearman correlation analysis, logistic regression and receiver operating characteristic (ROC) curve were used to analyze the correlation between handgrip strength body mass index and metabolic syndrome. **Results** Handgrip strength body mass index was negatively correlated with metabolic syndrome [male ( $r = -0.213, P = 0.000$ ), female ( $r = -0.236, P = 0.000$ )]. Handgrip strength body mass index were divided into quartile for different genders. After adjustment for potential confounders (such as age, nationality, educational level, smoking, drinking), the risks of metabolic syndrome increased with the decrease of handgrip strength body mass index. Compared with individuals with

handgrip strength body mass  $>P75$ , the relative risk for metabolic syndrome was 3.714 (95% CI: 2.604-5.298,  $P<0.01$ ) in individuals with handgrip strength body mass  $<P25$ , 2.816 (95% CI: 1.997-3.969,  $P<0.01$ ) in individuals with  $P25$ - $P50$ , and 1.655 (95% CI: 1.169-2.343,  $P=0.004$ ) in individuals with  $P50$ - $P75$  in male, respectively, while the relative risk of metabolic syndrome was 3.000 (95% CI: 2.356-3.821,  $P<0.01$ ) in individuals with handgrip strength body mass  $<P25$ , 2.013 (95% CI: 1.592-2.545,  $P<0.01$ ) in individuals with  $P25$ - $P50$ , and 1.885 (95% CI: 1.492-2.381,  $P<0.01$ ) in individuals with  $P50$ - $P75$  in female, respectively. The area under the ROC curve was 0.626 (0.595-0.657) in male, and 0.614 (0.591-0.637) in female; the optimal cut-off point for the diagnosis of metabolic syndrome was 0.443 for male and 0.351 for female. **Conclusions** There is a significant negative correlation between handgrip strength body mass index and the risk of metabolic syndrome and its components. Assessment of handgrip strength body mass index may provide evidence for the prevention and early diagnosis of metabolic syndrome.

**【Key words】** Handgrip strength body mass index; Metabolic syndrome

**Fund program:** Local Development Project of Science and Technology Guided by the Central Commission (2016007024); Science and Technology Projects of Shenyang(Z18-5-104)

DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-4157.2020.01.002

代谢综合征(MS)会导致心血管疾病发病率增加 3~4 倍,并通过增加心血管事件和死亡率影响生存及预后<sup>[1]</sup>。因此,早期识别 MS 发病的危险因素并进行早期干预,对降低心、脑血管疾病的发病率和死亡率具有重要意义。

美国运动医学学会的研究表明,从 50 岁以后,几乎每 10 年,肌肉力量下降 12%~15%<sup>[2]</sup>。肌肉力量的下降,使老年人的活动能力下降,造成老年人行走、坐立、登高和举重物等日常动作完成困难,临床不良事件增加,影响其生存期。维持较好的肌肉力量,对于防止老年人跌倒以及跌倒引起的损伤,减慢骨密度的下降速度及预防肥胖都非常重要<sup>[3]</sup>。目前,越来越多的研究表明,高肌肉力量是机体心血管及代谢健康的一个保护因子,肌力下降会增加老年慢性疾病的发生风险<sup>[4-6]</sup>。握力是一种简单、经济、信度较高的肌肉力量检查方法,是衡量人体肌肉力量的重要生理指标<sup>[7]</sup>。由于体重与握力独立相关,肥胖是 MS 的组分,为了校正体重对肌肉力量的影响,所以本研究使用校正体重的相对握力(握力/体重指数:指肌肉的相对力量,即每 kg 体重的握力)来探讨社区老年人握力/体重指数与 MS 及其组分的关系,期望通过关注肌肉力量来早期发现 MS,并为其预防及干预提供新思路。

## 1 对象与方法

1.1 研究对象 连续收集 2017 年 5—10 月在沈阳市 9 个社区卫生服务中心建立健康档案并进行体检的  $\geq 60$  岁的 3 598 名老年人为研究对象,平均年龄( $68.00 \pm 6.40$ )岁,其中男性 1 267 名,女性 2 331 名。入选标准:(1)年龄  $\geq 60$  岁。(2)能进行言语

交流。(3)愿意接受测量和调查,并知情同意。排除条件:(1)无法进行握力测试。(2)不愿意进行测量和调查。MS 的诊断参考中国 2 型糖尿病防治指南(2017 年版)<sup>[8]</sup>。本研究获得中国医科大学附属第一医院伦理委员会批准(2016-173-2)。所有受试者均签署知情同意书。

1.2 研究方法 调查员经过统一培训并达到合格后进行调查。所使用的测量工具使用前均经过校正,调查结束后质控人员对调查表进行审核。调查问卷采用面对面访谈的方式采集受试者人口学特征、生活方式和疾病史。人体测量学数据包括身高、体重、腰围、体重指数、血压、握力。受试者穿着轻便的衣服,脱鞋站立于身高体重仪上,测量身高、体重,测量两次并取平均值(精确到 0.1 cm 和 0.1 kg)。用卷尺测量腰围,精确到 0.1 cm,记录两次测量的平均值。使用标准水银压力计测量血压,参与者在测量前静坐 5 min,记录两次测量的平均值。握力(绝对握力)采用电子握力计(WCS-100)测量,用优势手持握力计,显示屏向外,勿与身体和衣物接触,一次性用力握紧握力计,读数并记录,休息 30 s 后重复测量 1 次,取两次测量最大值。握力/体重指数 = 握力/体重(kg/kg)。

1.3 生化指标 受试者空腹至少 8 h,采集静脉血,分离血清检测尿酸、总胆固醇、甘油三酯、高密度脂蛋白-胆固醇、低密度脂蛋白-胆固醇、空腹血糖。所有生化指标在罗氏模块分析系统上进行检测,使用标准试剂盒测定。所有实验室评估均由经过培训的临床实验室技术人员根据医院实验室的标准操作程序进行。

表 1 不同性别居民一般资料及临床特征的比较( $\bar{x} \pm s$ )

指标	男性( $n=1\ 267$ )				女性( $n=2\ 331$ )			
	代谢综合征 ( $n=489$ )	非代谢综合征 ( $n=778$ )	$t$ 值	$P$ 值	代谢综合征 ( $n=1\ 230$ )	非代谢综合征 ( $n=1\ 101$ )	$t$ 值	$P$ 值
年龄(岁)	68.79 ± 6.61	69.18 ± 6.66	-1.030	0.303	68.77 ± 6.32	67.73 ± 6.14	4.049	0.000
身高(cm)	169.05 ± 6.32	167.79 ± 5.95	3.600	0.000	156.76 ± 5.98	156.74 ± 5.68	0.080	0.936
体重(kg)	75.56 ± 8.83	66.72 ± 9.00	17.165	0.000	64.08 ± 8.76	57.75 ± 8.33	17.811	0.000
体重指数(kg/m <sup>2</sup> )	26.50 ± 2.64	23.78 ± 2.95	17.036	0.000	26.23 ± 3.43	23.66 ± 3.34	18.266	0.000
腰围(cm)	94.90 ± 6.97	85.49 ± 8.50	21.465	0.000	90.51 ± 8.14	82.09 ± 8.46	24.491	0.000
收缩压(mmHg)	145.74 ± 18.14	136.94 ± 19.68	7.981	0.000	143.10 ± 19.19	132.63 ± 19.85	8.007	0.000
舒张压(mmHg)	84.92 ± 11.66	80.74 ± 11.04	6.417	0.000	80.80 ± 11.12	77.12 ± 11.06	12.910	0.000
空腹血糖(mmol/L)	6.86 ± 2.07	5.67 ± 1.37	11.171	0.000	6.54 ± 1.93	5.50 ± 1.14	16.041	0.000
总胆固醇(mmol/L)	4.81 ± 0.97	4.70 ± 0.92	1.156	0.248	5.29 ± 1.04	5.27 ± 0.96	0.576	0.565
甘油三酯(mmol/L)	2.15 ± 1.33	1.17 ± 0.59	15.310	0.000	2.22 ± 1.25	1.28 ± 0.63	23.198	0.000
高密度脂蛋白-胆固醇(mmol/L)	1.11 ± 0.38	1.41 ± 0.38	-13.730	0.000	1.24 ± 0.37	1.58 ± 0.42	-20.832	0.000
低密度脂蛋白-胆固醇(mmol/L)	3.03 ± 0.89	3.00 ± 0.91	0.644	0.519	3.33 ± 1.05	3.27 ± 0.96	1.361	0.174
握力(kg)	31.20 ± 8.13	30.68 ± 7.67	1.140	0.255	18.03 ± 5.60	18.33 ± 5.39	-1.287	0.198
握力/体重	0.41 ± 0.10	0.46 ± 0.11	-7.529	0.000	0.28 ± 0.09	0.32 ± 0.09	-9.658	0.000

注:1 mmHg=0.133 kPa

1.4 统计学处理 采用 SPSS 20.0 软件进行统计分析,符合正态分布的计量资料用  $\bar{x} \pm s$  表示,而分类变量则表示为频率和百分比,计量资料组间差异用  $t$  检验,计数资料用  $\chi^2$  检验,相关性分析采用 Spearman 检验,回归性分析用 logistic 回归。用受试者工作特征(ROC)曲线来量化握力体重指数在 MS 中的诊断价值(包括灵敏性、特异性、曲线下面积),并计算切点值。所有的统计学检验均采用双侧检验,以  $\alpha=0.05$  为检验水准,  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 一般资料和生化指标的比较 MS 的患病率为 47.8% (1 719/3 598),女性患病率(52.8%, 1 230/2 331) 高于男性(38.6%, 489/1 267)。与男性非 MS 患者相比,男性 MS 患者的身高、体重、体重指数、腰围、收缩压、舒张压、空腹血糖、甘油三酯、握力体重指数升高,高密度脂蛋白-胆固醇降低( $P$  均  $<0.05$ )。与女性非 MS 者相比,女性 MS 患者的年龄、体重、体重指数、腰围、收缩压、舒张压、空腹血糖、甘油三酯、握力体重指数升高,高密度脂蛋白-胆固醇降低( $P$  均  $<0.05$ ),见表 1。

2.2 不同性别握力体重指数与 MS 及各组分的相关性分析 采用 Spearman 相关性分析握力体重指数与 MS 及其组分的相关性,结果表明,男性及女性的握力体重指数分别与 MS 及其 5 个组分呈负相关( $P<0.05$ ),见表 2。

表 2 不同性别居民握力体重指数与 MS 及各组分的相关性分析

指标	男性		女性	
	$r$ 值	$P$ 值	$r$ 值	$P$ 值
腹型肥胖	-0.297	0.000	-0.267	0.000
甘油三酯升高	-0.117	0.000	-0.140	0.000
高密度脂蛋白-胆固醇降低	-0.087	0.000	-0.179	0.000
高血压	-0.112	0.000	-0.038	0.000
血糖异常	-0.114	0.000	-0.081	0.000
代谢综合征	-0.213	0.000	-0.236	0.000

注:MS:代谢综合征

2.3 不同性别握力体重指数与 MS 及其组分 logistic 回归分析 分别对不同性别受试者握力体重指数进行四分位数划分,调整年龄、民族、文化程度、吸烟、饮酒等混杂因素后发现,随着握力体重指数水平降低,男性及女性发生 MS 危险性均增加,对 MS 5 个组分分别进行 logistic 回归分析,发现随着握力体重指数水平降低,男性腹型肥胖、甘油三酯升高、高血压、血糖异常 4 个组分的发生风险递增,女性腹型肥胖、甘油三酯升高、高密度脂蛋白-胆固醇降低、高血压、血糖异常 5 个组分的发生风险均递增,见表 3、表 4。

2.4 MS 患者握力体重指数的 ROC 分析 ROC 分析结果表明,男性握力体重指数水平诊断 MS 的 ROC 曲线下面积是 0.626(0.595 ~ 0.657),女性是 0.614(0.591 ~ 0.637),握力体重指数诊断 MS 的最佳切点值分别为 0.443(男性)及 0.351(女性),见图 1。

表 3 男性握力体重指数对 MS 及其组分发生风险的影响

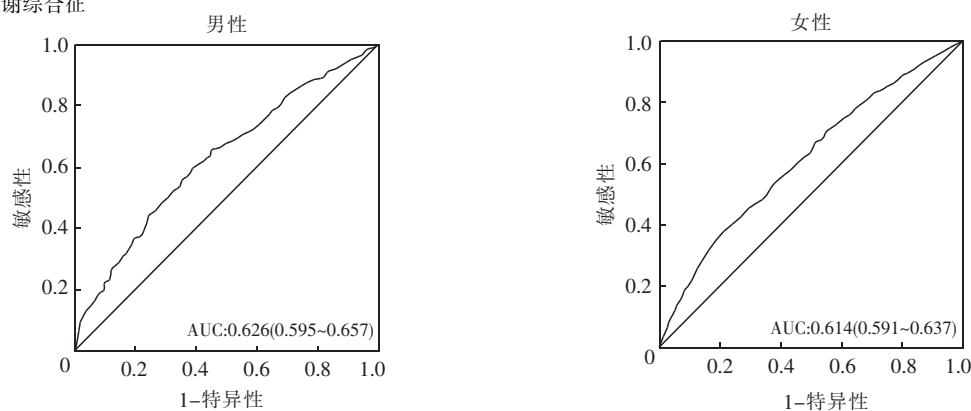
指标	<P25(0.00~0.37)		P25~P50(0.37~0.45)		P50~P75(0.45~0.52)		>P75(0.43~1.00)		P 值
	n(%)	OR 值(95% CI)	n(%)	OR 值(95% CI)	n(%)	OR 值(95% CI)	n(%)	OR 值	
腹型肥胖	20(65.7)	5.924 (4.125~8.508)	186(58.5)	4.139 (2.941~5.824)	145(45.6)	2.316 (1.656~3.239)	88(27.8)	1	<0.001
甘油三酯升高	110(34.9)	2.122 (1.471~3.061)	100(31.4)	1.691 (1.182~2.421)	78(24.5)	1.156 (0.800~1.672)	71(22.5)	1	0.001
高密度脂蛋白-胆固醇降低	84(26.7)	1.427 (0.977~2.083)	78(24.5)	1.298 (0.886~1.902)	66(20.8)	1.078 (0.731~1.603)	61(19.3)	1	0.104
高血压	266(84.4)	1.877 (1.253~2.810)	261(82.1)	1.768 (1.209~2.584)	259(81.4)	1.079 (1.224~2.587)	223(70.6)	1	<0.001
血糖异常	149(47.3)	1.912 (1.366~2.678)	129(40.6)	1.403 (1.011~1.947)	107(33.6)	1.019 (0.732~1.418)	107(33.9)	1	0.001
代谢综合征	159(50.5)	3.714 (2.604~5.298)	145(45.6)	2.816 (1.997~3.969)	108(34.0)	1.655 (1.169~2.343)	77(24.4)	1	<0.001

注:MS:代谢综合征

表 4 女性握力体重指数对 MS 及其组分发生风险的影响

指标	<P25(0.00~0.26)		P25~P50(0.26~0.34)		P50~P75(0.34~0.43)		>P75(0.43~1.00)		P 值
	n(%)	OR 值(95% CI)	n(%)	OR 值(95% CI)	n(%)	OR 值(95% CI)	n(%)	OR 值	
腹型肥胖	412(71.0)	3.685 (2.878~4.719)	397(68.3)	3.418 (2.682~4.356)	317(54.2)	1.893 (1.498~2.392)	224(38.3)	1	<0.001
甘油三酯升高	260(44.8)	1.613 (1.272~2.044)	242(41.7)	1.417 (1.117~1.798)	255(43.6)	1.534 (1.210~1.944)	196(33.5)	1	<0.001
高密度脂蛋白-胆固醇降低	295(50.9)	1.477 (1.148~1.823)	256(44.1)	1.101 (0.873~1.388)	278(47.5)	1.266 (1.005~1.594)	244(41.7)	1	0.01
高血压	460(79.3)	1.409 (1.072~1.851)	450(77.5)	1.356 (1.039~1.769)	433(74.0)	1.181 (0.912~1.529)	409(69.9)	1	0.001
血糖异常	257(44.3)	1.886 (1.472~2.416)	204(35.1)	1.332 (1.037~1.711)	230(39.3)	1.644 (1.285~2.103)	163(27.9)	1	<0.001
代谢综合征	380(65.5)	3.000 (2.356~3.821)	320(55.1)	2.013 (1.592~2.545)	311(53.2)	1.885 (1.492~2.381)	219(37.4)	1	<0.001

注:MS:代谢综合征



注:AUC:曲线下面积

图 1 握力体重指数受试者工作特征曲线分析

### 3 讨论

随着社会经济的发展和生活方式的改变,MS 的患病率尤其是老年 MS 的患病率急剧升高,本研究中,社区老年居民中 MS 的患病率是 47.8%,相对于儿童和成年 MS 患者,老年患者各种机能开始逐渐退化,代谢缓慢,治疗效果不理想,合并症多而广泛,心脑血管疾病、认知功能障碍疾病、结直肠癌恶性肿瘤及男性前列腺癌的发病风险增加<sup>[9]</sup>。因此,老

年 MS 已经成为慢性病和公共卫生问题的焦点,尽早识别其危险因素并进行早期干预刻不容缓。骨骼肌是人体最大的器官,在一般成年人中骨骼肌重量可高达体重的 60%,肌肉质量在 30 岁以后每年的下降速度约为 0.5%~1%,在 65 岁以后会急剧下降,骨骼肌功能随着年龄增长也会逐渐下降,而且肌肉力量开始降低不仅早于肌肉质量,下降速度也要快于肌肉质量<sup>[7]</sup>。50 岁以上老年人肌肉力量平均

每 10 年下降 15%, 70 岁以上老年人肌肉力量每 10 年下降可高达 30%<sup>[10-12]</sup>。目前,越来越多的研究表明,高肌肉力量是机体心血管及代谢健康的一个保护因子,肌力下降会增加老年慢性疾病的发生风险。因此,肌力在老年人群疾病发生、发展中的作用日益受到关注。握力是肌肉力量测量最常用的方法,欧洲老年肌少症工作组也推荐采用握力作为评估肌肉力量的指标,但是研究表明,体重会影响绝对握力的测量值,为了调整体重变化对握力测量的影响,本研究选用握力体重指数来判断其与 MS 及其组分的关系。

本研究结果显示,握力体重指数在男性和女性人群中与 MS 及其 5 个组分均呈负相关,为进一步阐述握力体重指数与 MS 的关系,笔者将握力体重指数进行四分位数分组,发现随握力体重指数的下降,MS 的患病率依次增加,logistic 回归分析显示,调整混杂因素后,握力体重指数依然为 MS 的保护因素。本研究结果与其他横断面及前瞻性研究结果相一致<sup>[13-17]</sup>。Byeon 等<sup>[18]</sup>研究分析了 1 009 名韩国成年人,结果显示,握力与 MS 的患病率之间存在显著负相关。Wu 等<sup>[4]</sup>研究分析了中国天津 17 703 名 40 岁及以上成年人显示,男性 MS 患者的握力最高四分位数是最低四分位数的 3.36 倍,在女性是 3.89 倍。握力降低增加 MS 的发生风险机制尚不明确,但有研究表明,骨骼肌能释放出数百种具有内分泌作用的因子,称肌力因子,如虹膜素和肌连接蛋白<sup>[19]</sup>。肌力因子分泌和活动受损,可能导致更高水平的促炎脂肪因子释放,促进 2 型糖尿病、心血管疾病和 MS 等病理过程<sup>[20-23]</sup>。因此认为,骨骼肌通过分泌多种肌力因子,抵抗促炎性脂肪因子的有害作用。还有研究认为,骨骼肌作为胰岛素作用的靶器官,握力与代谢的关系可能由胰岛素抵抗来介导<sup>[24-25]</sup>。骨骼肌是人体最大的糖原储存器官,肌肉含量减少会降低其糖原储存能力,肌糖原合成异常在胰岛素抵抗中起主导作用,体内的葡萄糖不能通过胰岛素及时转化为糖原,使胰岛素抵抗指数增加<sup>[26]</sup>。肌肉含量下降时,骨骼肌中的肌纤维数量和体积减少,而减少的肌肉组织会被脂肪替代,进一步加重胰岛素抵抗。因此笔者认为,握力体重指数是 MS 的独立危险因素,可能成为 MS 的一个筛查手段。应该重视对老年人握力的评估,并鼓励老年居民积极锻炼,特别是增加抗阻力训练,改善肌肉功能,从而降低 MS 的发生风险,进一步降低心血管事件的发生率。

本研究采用握力体重指数排除体重对握力的影

响,更准确地表明肌肉力量与 MS 的相关性,为 MS 的预防提供一个新的思路,并给出诊断 MS 的切点值,有重要的临床意义。但本研究也存在局限性,首先,本研究为横断面研究,未能明确握力与 MS 之间的因果关系,需要前瞻性研究加以证实;其次,本研究未行糖耐量试验,糖耐量受损的情况未能分析,有待进一步的研究补充。

综上所述,社区老年居民握力体重指数与 MS 及其组分呈显著负相关,握力体重指数的评估可为 MS 的预防及早期诊断提供参考依据。

## 参 考 文 献

- [1] Sherling DH, Perumareddi P, Hennekens CH. Metabolic syndrome [J]. J Cardiovasc Pharmacol Ther, 2017, 22(4): 365-367. DOI: 10.1177/1074248416686187.
- [2] 任海静, 胡景萍, 任海妹. 老年人肌力减退及预防的研究进展 [J]. 中国老年学杂志, 2013, 33(21): 5484-5487. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2013.21.142.
- [3] 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. DOI: 10.3969/j.issn.1674-2591.2016.03.001.
- [4] Wu H, Liu M, Chi VTQ, et al. Handgrip strength is inversely associated with metabolic syndrome and its separate components in middle aged and older adults: a large-scale population-based study [J]. Metabolism, 2019, 93: 61-67. DOI: 10.1016/j.metabol.2019.01.011.
- [5] Dominguez LJ, Barbagallo M. The biology of the metabolic syndrome and aging [J]. Curr Opin Clin Nutr Metab Care, 2016, 19(1): 5-11. DOI: 10.1097/MCO.0000000000000243.
- [6] Yates T, Zaccardi F, Dhalwani NN, et al. Association of walking pace and handgrip strength with all-cause, cardiovascular, and cancer mortality: a UK Biobank observational study [J]. Eur Heart J, 2017, 38(43): 3232-3240. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx449.
- [7] 王洁, 莫永珍, 李咏阳, 等. 社区老年人群握力与 2 型糖尿病的相关性分析 [J]. 护理学报, 2018, 25(17): 69-71. DOI: 10.16460/j.issn1008-9969.2018.17.069.
- [8] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南 (2017 年版) [J]. 中国实用内科杂志 [J]. 2018, 38(4): 292-344. DOI: 10.19538/j.nk2018040108.
- [9] 刘庆苗, 涂修毅, 周秋娟. 老年代谢综合征的研究现状与防治对策 [J]. 广州医药, 2019, 50(2): 126-130. DOI: 10.3969/j.issn.1000-8535.2019.02.035.
- [10] Bohannon RW. Muscle strength: clinical and prognostic value of hand-grip dynamometry [J]. Curr Opin Clin Nutr Metab Care, 2015, 18(5): 465-470. DOI: 10.1097/MCO.0000000000000202.
- [11] Rijk JM, Roos PR, Deckx L, et al. Prognostic value of handgrip strength in people aged 60 years and older: a systematic review and meta-analysis [J]. Geriatr Gerontol Int, 2016, 16(1): 5-20. DOI: 10.1111/ggi.12508.

- [13] He X, Hu X, Ma X, et al. Elevated serum fibroblast growth factor 23 levels as an indicator of lower extremity atherosclerotic disease in Chinese patients with type 2 diabetes mellitus [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2017, 16 ( 1 ) : 77. DOI: 10. 1186/s12933-017-0559-x.
- [14] Dobnig H, Piswanger-S Iknier JC, Roth M, et al. Type 2 diabetes mellitus in nursing home patients: effects on bone turnover, bone-mass, and fracture risk [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2006, 91 ( 9 ) : 3355-3363. DOI: 10. 1210/jc. 2006-0460.
- [15] Achemlal L, Tellal S, Rkiouak F, et al. Bone metabolism in male patients with type 2 diabetes [J]. *Clin Rheumatol*, 2005, 24 ( 5 ) : 493-496. DOI: 10. 1007/s10067-004-1070-9.
- [16] Holvik K, van Schoor NM, Eekhoff EM, et al. Plasma osteocalcin levels as a predictor of cardiovascular disease in older men and women: a population-based cohort study [J]. *Eur J Endocrinol*, 2014, 171 ( 2 ) : 161-170. DOI: 10. 1530/EJE-13-1044.
- [17] Lee NK, Sowa H, Hinoi E, et al. Endocrine regulation of energy metabolism by the skeleton [J]. *Cell*, 2007, 130 ( 3 ) : 456-469. DOI: 10. 1016/j. cell. 2007. 05. 047.
- [18] Ferron M, Hinoi E, Karsenty G, et al. Osteocalcin differentially regulates beta cell and adipocyte gene expression and affects the development of metabolic diseases in wild-type mice [J]. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2008, 105 ( 13 ) : 5266-5270. DOI: 10. 1073/pnas. 071119105.
- [19] Hinoi E, Gao N, Jung DY, et al. The sympathetic tone mediates leptin's inhibition of insulin secretion by modulating osteocalcin bioactivity [J]. *J Cell Biol*, 2008, 183 ( 7 ) : 1235-1242. DOI: 10. 1083/jcb. 200809113.
- [20] Ferron M, Wei J, Yoshizawa T, et al. Insulin signaling in osteoblasts integrates bone remodeling and energy metabolism [J]. *Cell*, 2010, 142 ( 2 ) : 296-308. DOI: 10. 1016/j. cell. 2010. 06. 003.
- [21] Mabileau G, Pereira M, Chenu C. Novel skeletal effects of glucagon-like peptide-1 ( GLP-1 ) receptor agonists [J]. *J Endocrinol*, 2018, 236 ( 1 ) : R29-R42. DOI: 10. 1530/JOE-17-0278.
- [22] Wang H, Yoshiko Y, Yamamoto R, et al. Overexpression of fibroblast growth factor 23 suppresses osteoblast differentiation and matrix mineralization *in vitro* [J]. *J Bone Miner Res*, 2008, 23 ( 6 ) : 939-948. DOI: 10. 1359/jbmr. 080220.

( 收稿日期: 2019-04-16 )

( 本文编辑: 刘欣 )

( 上接第 9 页 )

- [12] Auyeung TW, Lee SW, Leung J, et al. Age-associated decline of muscle mass, grip strength and gait speed: a 4-year longitudinal study of 3018 community-dwelling older Chinese [J]. *Geriatr Gerontol Int*, 2014, 14 ( Suppl 1 ) : 76-84. DOI: 10. 1111/ggi. 12213.
- [13] Lawman HG, Troiano RP, Perna FM, et al. Associations of relative handgrip strength and cardiovascular disease biomarkers in U. S. adults, 2011-2012 [J]. *Am J Prev Med*, 2016, 50 ( 6 ) : 677-683. DOI: 10. 1016/j. amepre. 2015. 10. 022.
- [14] Peterson MD, Duchowny K, Meng Q, et al. Low normalized grip strength is a biomarker for cardiometabolic disease and physical disabilities among U. S. and Chinese adults [J]. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2017, 72 ( 11 ) : 1525-1531. DOI: 10. 1093/gerona/glx031.
- [15] Vieira DC, Tibana RA, Tajra V, et al. Decreased functional capacity and muscle strength in elderly women with metabolic syndrome [J]. *Clin Interv Aging*, 2013, 8 : 1377-1386. DOI: 10. 2147/CIA. S50333.
- [16] Sayer AA, Syddall HE, Dennison EM, et al. Grip strength and the metabolic syndrome: findings from the Hertfordshire Cohort Study [J]. *QJM*, 2007, 100 ( 11 ) : 707-713. DOI: 10. 1093/qjmed/hcm095.
- [17] Yang EJ, Lim S, Lim JY, et al. Association between muscle strength and metabolic syndrome in older Korean men and women: the Korean Longitudinal Study on Health and Aging [J]. *Metabolism*, 2012, 61 ( 3 ) : 317-324. DOI: 10. 1016/j. metabol. 2011. 07. 005.
- [18] Byeon JY, Lee MK, Yu MS, et al. Lower relative handgrip strength is significantly associated with a higher prevalence of the metabolic syndrome in adults [J]. *Metab Syndr Relat Disord*, 2019, 17 ( 5 ) : 280-288. DOI: 10. 1089/met. 2018. 0111.
- [19] 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.
- [20] Mottillo S, Filion KB, Genest J, et al. The metabolic syndrome and cardiovascular risk a systematic review and meta-analysis [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2010, 56 ( 14 ) : 1113-1132. DOI: 10. 1016/j. jacc. 2010. 05. 034.
- [21] Grundy SM. Metabolic syndrome update [J]. *Trends Cardiovasc Med*, 2016, 26 ( 4 ) : 364-373. DOI: 10. 1016/j. tcm. 2015. 10. 004.
- [22] Otaka N, Shibata R, Ohashi K, et al. Myonectin is an exercise-induced myokine that protects the heart from ischemia-reperfusion injury [J]. *Circ Res*, 2018, 123 ( 12 ) : 1326-1338. DOI: 10. 1161/CIRCRESAHA. 118. 313777.
- [23] 王兴芳, 张美琳. 握力与心血管疾病的关联及其影响因素的分析 [J]. *现代医学与健康研究电子杂志*, 2018, 2 ( 13 ) : 46.
- [24] Warren JL, Bulur S, Ovalle F, et al. Effects of acute hyperinsulinemia on skeletal muscle mitochondrial function, reactive oxygen species production, and metabolism in premenopausal women [J]. *Metabolism*, 2017, 77 : 1-12. DOI: 10. 1016/j. metabol. 2017. 08. 004.
- [25] Barlow J, Solomon TPJ. Conditioned media from contracting skeletal muscle potentiates insulin secretion and enhances mitochondrial energy metabolism of pancreatic beta-cells [J]. *Metabolism*, 2019, 91 : 1-9. DOI: 10. 1016/j. metabol. 2018. 11. 004.
- [26] 王洁, 莫永珍, 李咏阳, 等. 社区老年人群握力与 2 型糖尿病的相关性分析 [J]. *护理学报*, 2018, 25 ( 17 ) : 69-71. DOI: 10. 16460/j. issn1008-9969. 2018. 17. 069.

( 收稿日期: 2019-09-05 )

( 本文编辑: 饶颖 )