

## 定量CT研究青年人群的体质成分与握力相关性\*

杨沛<sup>1</sup>, 唐静<sup>1</sup>, 舒意<sup>1</sup>, 廖紫菱<sup>1</sup>, 李 颢<sup>2</sup>, 涂婷婷<sup>1</sup>, 李真林<sup>1△</sup>

1. 四川大学华西医院 放射科(成都 610041); 2. 四川大学华西医院 健康管理中心(成都 610041)

**【摘要】目的** 采用定量CT(QCT)研究不同体质量指数(body mass index, BMI)青年人群的各体质成分、腰臀围与握力的相关性。**方法** 收集2021年4-7月于我院进行胸部体检QCT的1310例青年人群资料,并计算其BMI,按BMI分为4组:偏瘦组( $BMI < 18.5 \text{ kg/m}^2$ );正常组( $18.5 \text{ kg/m}^2 \leq BMI < 24 \text{ kg/m}^2$ );超重组( $24 \text{ kg/m}^2 \leq BMI < 28 \text{ kg/m}^2$ );肥胖组( $BMI \geq 28 \text{ kg/m}^2$ )。将原始数据传至QCT Mindways Pro 6.1软件后处理测量L2椎体的各体质成分脂肪含量(面积),包括腹部总脂肪(total adipose tissue, TAT)、腹腔内脂肪(visceral adipose tissue, VAT)、皮下脂肪(subcutaneous adipose tissue, SAT)、腹腔内脂肪/皮下脂肪(腹脂比, VAT/SAT)。采用CAMRY EH101型数字握力计测量握力。对数据进行统计学分析,并探讨不同BMI的各体质成分、腰围、臀围与握力的相关性;同时对正常、超重两组按照年龄进行分层分析。**结果** 正常组男性在21~40岁身高、体质量、臀围与握力呈正相关,36~40岁SAT与握力呈负相关,而VAT/SAT与其呈正相关;女性在21~25岁SAT与握力呈负相关,而VAT、VAT/SAT与其呈正相关,26~40岁身高、体质量、臀围与握力呈正相关,36~40岁VAT/SAT与握力呈正相关。超重组男性在21~25岁臀围、体质量与握力呈正相关,26~30岁TAT、腰臀比、腰高比与握力均呈负相关,31~40岁身高、体质量与握力呈正相关,而腰臀比、腰高比与其呈负相关,且在31~35岁臀围与握力呈正相关;女性在21~25岁腰围、臀围、腰高比与握力呈正相关,26~30岁身高、体质量与握力呈正相关,31~35岁TAT、SAT、腰围、腰臀比、腰高比与握力均呈负相关,36~40岁SAT、腰高比与握力呈负相关,VAT、VAT/SAT、身高、体质量与其呈正相关。偏瘦组男女身高、体质量与握力呈正相关,且偏瘦组女性臀围与握力也呈正相关。肥胖组男性TAT、VAT、腰高比与握力呈负相关,女性则无相关性。**结论** 不同BMI的青年人群的腹部脂肪含量与握力关系密切,对于青年人群应控制腹部脂肪含量、臀部脂肪含量来维持相应的肌肉力量。

**【关键词】** 定量CT 青年人群 体质成分 握力 体质量指数 腰围 臀围

**Using Quantitative Computed Tomography to Study the Correlation Between Physical Composition and Grip Strength in Young People** YANG Pei<sup>1</sup>, TANG Jing<sup>1</sup>, SHU Yi<sup>1</sup>, LIAO Zi-ling<sup>1</sup>, LI Si<sup>2</sup>, TU Ting-ting<sup>1</sup>, LI Zhen-lin<sup>1△</sup>.

1. Department of Radiology, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China; 2. Health Management Center, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China

△ Corresponding author, E-mail: lzld01@126.com

**【Abstract】 Objective** To study with quantitative computed tomography (QCT) the correlation between grip strength and physical composition and waist and hip circumferences in young people with different body mass indexes (BMIs). **Methods** A total of 1310 young people who came to West China Hospital, Sichuan University for physical checkups and underwent chest QCT at our hospital from April to July 2021 were included in the study. Their data were collected and their BMIs were calculated. The subjects were divided according to their BMIs into 4 groups, underweight group ( $BMI < 18.5 \text{ kg/m}^2$ ), normal-weight group ( $18.5 \text{ kg/m}^2 \leq BMI < 24 \text{ kg/m}^2$ ), overweight group ( $24 \text{ kg/m}^2 \leq BMI < 28 \text{ kg/m}^2$ ), and obesity group ( $BMI \geq 28 \text{ kg/m}^2$ ). The raw data were uploaded to QCT Mindways Pro 6.1 software to be processed for measurement of the fat content (area) of the physical components of the L2 vertebral body, including total adipose tissue (TAT), visceral adipose tissue (VAT), subcutaneous adipose tissue (SAT), and abdominal fat ratio, or VAT/SAT. Grip strength was measured with CAMRY EH101 digital grip dynamometer. Statistical analysis of the data was performed, and the correlations between grip strength and various physical components, waist circumference, and hip circumference in subjects of different BMIs were examined. In addition, stratified analysis of normal-weight and overweight subjects of different age groups was conducted. **Results** In the normal-weight group, height, body mass, hip circumference and grip strength were positively correlated with grip strength in males aged 21-40 years, SAT was negatively correlated with grip strength in males aged 36-40 years, and VAT/SAT was positively correlated with grip strength in males aged 36-40 years. In normal-weight females aged 21-25 years, SAT was negatively correlated with grip strength, while VAT and VAT/SAT

\* 四川省科技厅重点研发项目(No. 2019YFS0522)资助

△ 通信作者, E-mail: lzld01@126.com

were positively correlated with grip strength. In normal-weight females aged 26-40 years, height, body mass, and hip circumference were positively correlated with grip strength. In normal-weight females aged 36-40 years, VAT/SAT was positively correlated with grip strength. In overweight males aged 21-25 years, hip circumference and body mass were positively correlated with grip strength. In overweight males aged 26-30 years, TAT, waist-to-hip ratio, and waist-to-height ratio were negatively correlated with grip strength. In overweight males aged 31-40 years, height and body mass were positively correlated with grip strength, while waist-to-hip ratio and waist-to-height ratio were negatively correlated with grip strength. In addition, hip circumference was positively correlated with grip strength in overweight males aged 31-35 years. In overweight females aged 21-25 years, waist circumference, hip circumference, and waist-to-height ratio were positively correlated with grip strength. In overweight females aged 26-30 years, height and body mass were positively correlated with grip strength. In overweight females aged 31-35 years, TAT, SAT, waist circumference, waist-to-hip ratio, and waist-to-height ratio were negatively correlated with grip strength. In overweight females aged 36-40 years, SAT and waist-to-height ratio were negatively correlated with grip strength, while VAT, VAT/SAT, height and body mass were positively correlated with grip strength. The height and body mass of males and females in the underweight group were positively correlated with grip strength, and the hip circumference of females in the underweight group was also positively correlated with grip strength. In the obesity group, TAT, VAT, and waist-to-height ratio were negatively correlated with grip strength in males, but no such correlation was observed in females. **Conclusion** There is a close association between abdominal fat content and grip strength in young people with different BMIs, indicating that young people should control abdominal fat content and hip fat content in order to maintain the strength of corresponding muscles.

**【Key words】** Quantitative CT    Young people    Physical composition    Grip strength    Body mass index    Waist circumference    Hip circumference

随着生活质量和医疗水平的进步提高,肌肉的力量、质量及功能的退化越来越受到人们的关注<sup>[1]</sup>。研究指出,肌肉的力量和质量随着年龄增长而下降,且肌肉力量的改变与腹部脂肪含量关系密切<sup>[2-4]</sup>。关于肌肉力量的测量有研究指出,手持握力计是测量握力的一种最简单、快速且无创的测量肌肉力量的方法,且能反映总体肌肉力量水平<sup>[5-6]</sup>。现如今随着科学技术发展导致社会信息化、机械化的提高,人们虽然重视健康,但由于工作的原因养成久坐的习惯,忽视自身的锻炼,导致脂肪含量的堆积从而引起肌肉力量的减少。虽然大部分关于握力的研究集中于老年人<sup>[7-8]</sup>,但也有研究发现从青春期中到中年期测量的低握力在逐步增加<sup>[9]</sup>,同时握力的减少会引起一系列的疾病(如肌肉无力、心血管疾病等),因此本研究探讨青年人群的腹部脂肪含量与握力的相关性。同时本研究采用的一站式低剂量胸部定量CT(quantitative computed tomography, QCT)检查<sup>[10]</sup>,即在不增加患者辐射剂量的前提下,不仅能获得患者的肺部筛查,也能使用QCT软件测量腰2(L2)的脂肪含量,并探讨其与握力的相关性。由于肥胖与握力的相关性研究是近年来的热点之一<sup>[11-12]</sup>,本研究重点分析不同性别在不同体质量指数(body mass index, BMI)下的腹部脂肪与握力的相关性,观察不同BMI的腹部脂肪与握力的相关性差异,同时也分析了身高、体质量、腰围、臀围、腰臀比、腰高比与握力的相关性,旨在为预防肌肉减少提供新的依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 资料来源

一般资料:收集2021年4-7月来我院进行健康体检并自愿进行握力测量的青年人群1310例。纳入标准:年龄21~40岁,汉族;无心血管、肌肉骨骼等一系列疾病或慢性病;通过体检数据库能获得身高、体质量、腰围、臀围等数值的人群。排除标准:服用过任何影响肌肉力量、质量的药物,心肺功能不好,或者由于各种原因或疾病(关节炎、腕管综合征等)引起肌肉骨骼损伤而导致无法完成握力测试的人群。本研究已通过四川大学华西医院生物医学伦理委员会批准(2021年审1777号),伦理注册号:ChiCTR2200055595。

### 1.2 相关指标及定义

BMI:采用体质量(kg)/身高(m)<sup>2</sup>计算。根据世界卫生组织定义,BMI是衡量人体胖瘦指标之一<sup>[13]</sup>,将研究对象根据BMI不同分为四组: BMI<18.5 kg/m<sup>2</sup>为偏瘦组; 18.5 kg/m<sup>2</sup>≤BMI<24 kg/m<sup>2</sup>为正常组; 24 kg/m<sup>2</sup>≤BMI<28 kg/m<sup>2</sup>为超重组; BMI≥28 kg/m<sup>2</sup>为肥胖组。腰围(cm)/臀围(cm)=腰臀比;腰围(cm)/身高(cm)=腰高比。

### 1.3 握力的测量

采用握力器(CAMRY EH101型数字握力计,广东)进行测量,测量时研究对象采用站立位,左右手各测量两次,记录最大值,并纳入分析。

1.4 体质成分的测量

**1.4.1 扫描方法** 使用GE MEDICAL SYSTEMS Revolution CT对研究对象进行低剂量胸部QCT的一站式扫描检查,扫描体位: 仰卧位,扫描范围为肺尖到L2下缘,扫描参数: 管电压为100 kV,管电流为自动毫安秒,扫描视野500 mm,扫描层厚1.25 mm,螺距0.992 : 1,旋转时间0.5 s。扫描前定期使用美国Mindways公司QCT Pro 6.1软件配套的体膜进行校正。

**1.4.2 测量方法** 将扫描的重建薄层数据传至QCT Pro 6.1软件(Mindways)分析,使用其中的“tissue composition”功能勾画出L2椎体中心层面的腹部脂肪,软件自动对脂肪成分着色,以腹壁肌肉外缘界定腹内脂肪与皮下脂肪,软件自动输出得到L2椎体正中层面的腹部总脂肪(total adipose tissue, TAT)和腹腔内脂肪(visceral adipose tissue, VAT),二者相减为皮下脂肪(subcutaneous adipose tissue, SAT),并计算出VAT/SAT。见图1、图2。

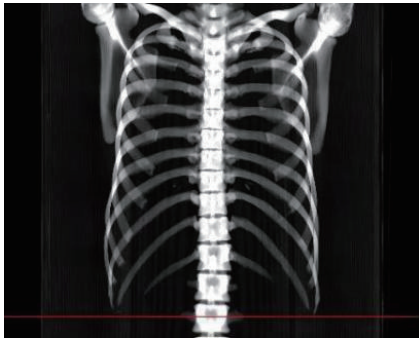


图1 应用QCT Pro 6.1软件选取测量L2椎体层面定位图  
Fig 1 QCT Pro 6.1 software was used to select and measure L2 vertebral level positioning map

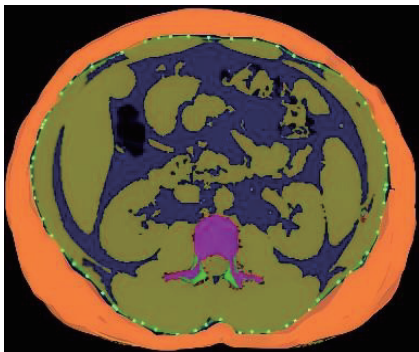


图2 QCT软件的L2椎体中心脂肪分布图,软件自动对脂肪成分着色,蓝色区域为VAT,橙色区域为SAT  
Fig 2 In the L2 central fat distribution map rendered with QCT software, the fat composition is automatically colored by the software. The blue area is VAT, and the orange area is SAT

1.5 统计学方法

计量资料均以 $\bar{x} \pm s$ 表示,经正态性检验得到所有数据均符合正态分布,两组之间对比采用独立样本 $t$ 检验。采用卡方趋势检验分析随着BMI的增加男女各指标的变

化趋势。BMI与左右握力的相关性采用一般线性回归分析建立回归方程。两变量相关性采用Pearson分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况

共纳入研究对象1 310例,其中男性717例,女性593例,年龄21 ~ 40岁。男女两组数据除了年龄、SAT无明显差异外,其他指标差异均有统计学意义( $P < 0.001$ )。见表1。

表1 青年人群的基本资料比较 ( $\bar{x} \pm s$ )  
Table 1 Comparison of basic data of the subjects ( $\bar{x} \pm s$ )

| Variable                 | Male( $n=717$ ) | Female( $n=593$ ) | $t$    | $P$    |
|--------------------------|-----------------|-------------------|--------|--------|
| Age/yr.                  | 32.55±4.46      | 32.16±5.03        | 1.479  | 0.139  |
| Height/cm                | 171.81±6.01     | 160.21±5.74       | 35.664 | <0.001 |
| Body mass/kg             | 71.84±10.67     | 53.79±7.93        | 35.082 | <0.001 |
| BMI/(kg/m <sup>2</sup> ) | 24.32±3.28      | 20.95±2.83        | 19.946 | <0.001 |
| R-Grip/kg                | 42.15±7.83      | 24.58±5.13        | 48.780 | <0.001 |
| L-Grip/kg                | 38.86±7.32      | 22.88±4.82        | 47.333 | <0.001 |
| Waist/cm                 | 81.82±8.32      | 70.66±6.92        | 26.514 | <0.001 |
| Hip/cm                   | 97.11±5.79      | 91.84±5.57        | 16.752 | <0.001 |
| TAT/cm <sup>2</sup>      | 245.58±112.86   | 147.97±75.84      | 18.624 | <0.001 |
| SAT/cm <sup>2</sup>      | 89.54±45.77     | 86.82±44.38       | 1.090  | 0.276  |
| VAT/cm <sup>2</sup>      | 156.04±76.69    | 61.16±38.27       | 29.042 | <0.001 |
| VAT/SAT                  | 1.88±0.78       | 0.73±0.35         | 35.343 | <0.001 |
| WHR                      | 0.84±0.06       | 0.77±0.05         | 25.068 | <0.001 |
| WHtR                     | 0.48±0.05       | 0.44±0.04         | 13.559 | <0.001 |

BMI: Body mass index; R-Grip: Right grip strength; L-Grip: Left grip strength; TAT: Total adipose tissue; SAT: Subcutaneous adipose tissue; VAT: Visceral adipose tissue; WHR: Waist-to-hip ratio; WHtR: Waist-to-height ratio.

2.2 不同BMI男、女性握力及体质成分等的差异

卡方趋势检验结果显示,无论男女,TAT、SAT、VAT、腰围、臀围、腰臀比、腰高比、体质量均随着BMI增大而增大( $P < 0.05$ )。男性的握力大于女性( $P < 0.05$ ),右侧握力大于左侧( $P < 0.05$ )。女性VAT/SAT各组之间的差异无统计学意义;而男性VAT/SAT各组之间的差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),肥胖组最小,偏瘦组最大。见图3。

2.3 握力与体质成分等指标的相关性

BMI与男、女的右侧握力相关性线性回归方程分别为:  $y = 20.98 + 0.08x$ ,  $y = 18.20 + 0.11x$ ; BMI与男、女的左侧握力相关性线性回归方程分别为:  $y = 20.28 + 0.10x$ ,  $y = 18.13 + 0.12x$ 。图4可见,BMI与左、右握力均呈正相关,且男性相关性高于女性( $P < 0.05$ )。由表2、表3可见,超重组

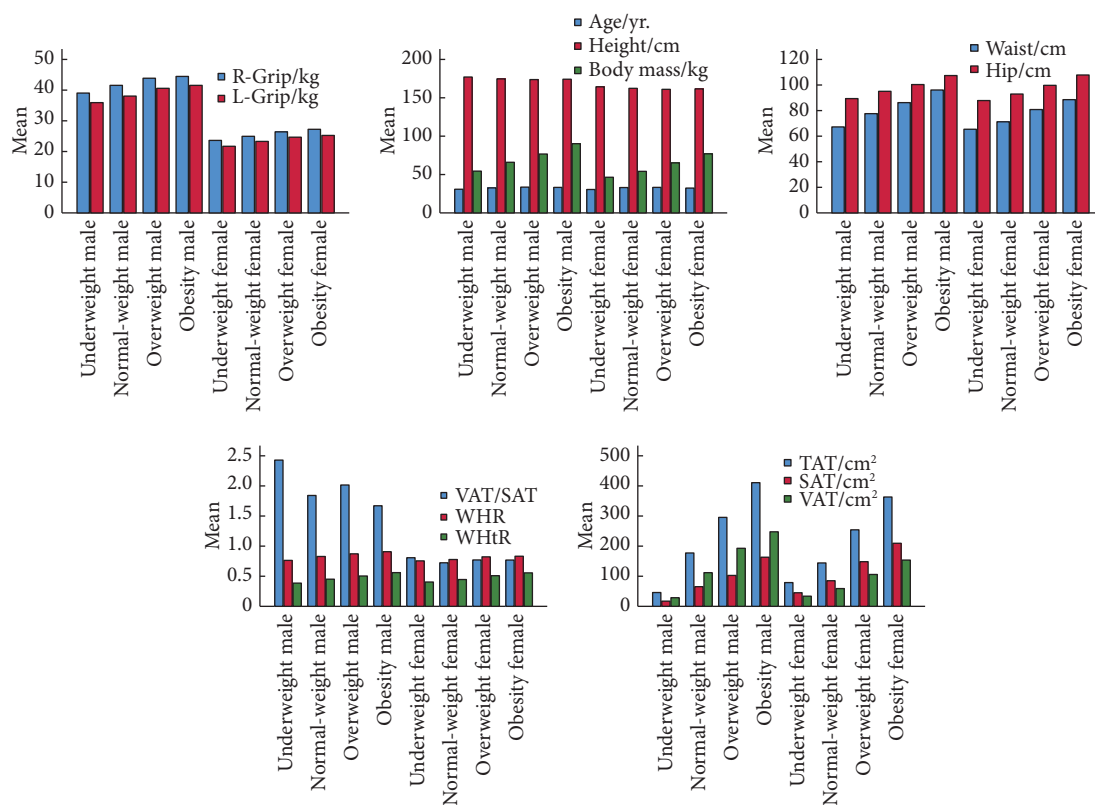


图3 研究对象左右握力、体质成分等指标的分布图

Fig 3 Distribution map of left and right grip strength, physical components, etc. of study subjects

R-Grip, L-Grip, VAT, SAT, WHR, WHtR, and TAT: The denotations are the same as those in table 1.

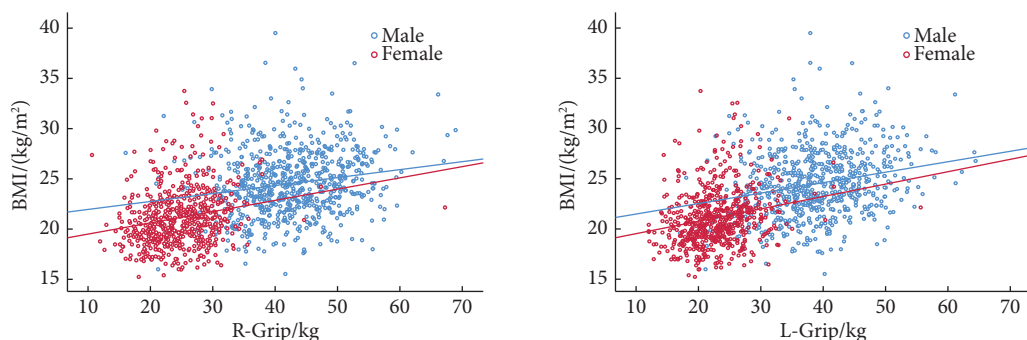


图4 研究对象的BMI与右侧握力和左侧握力的相关性分布图

Fig 4 Distribution of correlation between BMI and right/left hand grip (R-Grip/L-Grip) strength of the subjects

Right hand grip, male:  $y=20.98+0.08x$ , female:  $y=18.20+0.11x$ ; Left hand grip, male:  $y=20.28+0.10x$ , female:  $y=18.13+0.12x$ .

男性年龄与右侧握力呈负相关, 女性则无相关性。在偏瘦、正常、超重三组男女的身高、体质量与左、右侧握力均呈正相关, 且在偏瘦组男性相关性高于女性( $P<0.05$ ), 其他两组却低于女性( $P<0.05$ )。在正常组男女的腰围与握力呈正相关, 且男性相关性高于女性( $P<0.05$ )。在正常、超重两组男性臀围与左、右侧握力呈正相关, 而女性的臀围与左、右侧握力呈正相关则在偏瘦、正常两组。男性TAT在超重、肥胖两组与握力呈负相关, 女性则无相关性。男性SAT在正常组与右侧握力呈负相关, 女性在

超重组与右侧握力呈负相关。男性VAT在肥胖组与右侧握力呈负相关, 女性在正常、超重两组与握力均呈正相关。男性VAT/SAT在正常组与右侧握力呈正相关, 女性在正常、超重两组与握力均呈正相关。男性腰臀比在超重组与左、右侧握力呈负相关, 女性无相关性。男性腰高比在偏瘦、超重、肥胖组均呈负相关, 而女性仅在超重组与左、右侧握力呈负相关。

#### 2.4 不同年龄段体质成分等指标与握力的相关性

具体见表4~表7。由于男性偏瘦组和女性肥胖组的

表 2 男性不同BMI分组的各体质成分与握力的相关性

Table 2 Correlations between physical components and grip strength in groups of male subjects with different BMIs

| Variable            | Underweight group<br>(BMI<18.5 kg/m <sup>2</sup> , n=18) |            | Normal-weight group<br>(18.5 kg/m <sup>2</sup> ≤BMI<24 kg/m <sup>2</sup> , n=329) |            | Overweight group<br>(24 kg/m <sup>2</sup> ≤BMI<28 kg/m <sup>2</sup> , n=282) |            | Obesity group<br>(BMI≥28 kg/m <sup>2</sup> , n=88) |            |
|---------------------|----------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------|------------|
|                     | r (R-Grip)                                               | r (L-Grip) | r (R-Grip)                                                                        | r (L-Grip) | r (R-Grip)                                                                   | r (L-Grip) | r (R-Grip)                                         | r (L-Grip) |
| Age/yr.             | -0.007                                                   | 0.149      | 0.055                                                                             | 0.002      | -0.134*                                                                      | -0.096     | -0.156                                             | -0.064     |
| Height/cm           | 0.746**                                                  | 0.818**    | 0.284**                                                                           | 0.262**    | 0.233**                                                                      | 0.263**    | 0.158                                              | 0.029      |
| Body mass/kg        | 0.678**                                                  | 0.717**    | 0.328**                                                                           | 0.339**    | 0.251**                                                                      | 0.269**    | 0.060                                              | 0.041      |
| Waist/cm            | 0.055                                                    | 0.027      | 0.084                                                                             | 0.126*     | -0.108                                                                       | -0.089     | -0.161                                             | -0.134     |
| Hip/cm              | 0.368                                                    | 0.313      | 0.236**                                                                           | 0.264**    | 0.206**                                                                      | 0.212**    | -0.006                                             | 0.026      |
| TAT/cm <sup>2</sup> | -0.056                                                   | 0.050      | -0.025                                                                            | 0.019      | -0.119*                                                                      | -0.131*    | -0.287**                                           | -0.183     |
| SAT/cm <sup>2</sup> | -0.442                                                   | -0.429     | -0.113*                                                                           | -0.039     | -0.073                                                                       | -0.100     | -0.196                                             | -0.167     |
| VAT/cm <sup>2</sup> | 0.319                                                    | 0.466      | 0.022                                                                             | 0.044      | -0.110                                                                       | -0.111     | -0.256*                                            | -0.127     |
| VAT/SAT             | 0.237                                                    | 0.275      | 0.166**                                                                           | 0.104      | -0.037                                                                       | -0.029     | 0.076                                              | 0.137      |
| WHR                 | -0.268                                                   | -0.253     | -0.069                                                                            | -0.036     | -0.263**                                                                     | -0.250**   | -0.182                                             | -0.175     |
| WHtR                | -0.462                                                   | -0.539*    | -0.061                                                                            | -0.006     | -0.258**                                                                     | -0.259**   | -0.242*                                            | -0.147     |

BMI, R-Grip, L-Grip, TAT, SAT, VAT, WHR, and WHtR: The denotations are the same as those in table 1. \* P<0.05, \*\* P<0.01.

表 3 女性不同BMI分组的各体质成分与握力相关性

Table 3 Correlations between physical components and grip strength in groups of female subjects with different BMIs

| Variable            | Underweight group<br>(BMI<18.5 kg/m <sup>2</sup> , n=99) |            | Normal-weight group<br>(18.5 kg/m <sup>2</sup> ≤BMI<24 kg/m <sup>2</sup> , n=420) |            | Overweight group<br>(24 kg/m <sup>2</sup> ≤BMI<28 kg/m <sup>2</sup> , n=57) |            | Obesity group<br>(BMI≥28 kg/m <sup>2</sup> , n=17) |            |
|---------------------|----------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------|------------|
|                     | r (R-Grip)                                               | r (L-Grip) | r (R-Grip)                                                                        | r (L-Grip) | r (R-Grip)                                                                  | r (L-Grip) | r (R-Grip)                                         | r (L-Grip) |
| Age/yr.             | -0.051                                                   | 0.047      | 0.062                                                                             | 0.082      | -0.118                                                                      | -0.13      | -0.25                                              | 0.138      |
| Height/cm           | 0.407**                                                  | 0.377**    | 0.312**                                                                           | 0.315**    | 0.460**                                                                     | 0.535**    | 0.455                                              | 0.259      |
| Body mass/kg        | 0.348**                                                  | 0.330**    | 0.383**                                                                           | 0.357**    | 0.339*                                                                      | 0.486**    | 0.327                                              | 0.197      |
| Waist/cm            | 0.019                                                    | 0.014      | 0.110*                                                                            | 0.122*     | -0.088                                                                      | 0.078      | -0.18                                              | -0.368     |
| Hip/cm              | 0.226*                                                   | 0.205*     | 0.268**                                                                           | 0.263**    | 0.134                                                                       | 0.259      | -0.002                                             | -0.456     |
| TAT/cm <sup>2</sup> | -0.089                                                   | -0.091     | 0.066                                                                             | 0.046      | -0.108                                                                      | 0.051      | 0.049                                              | -0.144     |
| SAT/cm <sup>2</sup> | -0.108                                                   | -0.138     | 0.014                                                                             | -0.029     | -0.303*                                                                     | -0.211     | 0.013                                              | -0.139     |
| VAT/cm <sup>2</sup> | -0.048                                                   | -0.02      | 0.101*                                                                            | 0.109*     | 0.122                                                                       | 0.267*     | 0.085                                              | -0.096     |
| VAT/SAT             | -0.004                                                   | 0.07       | 0.142**                                                                           | 0.175**    | 0.255                                                                       | 0.378**    | -0.019                                             | 0.072      |
| WHR                 | -0.132                                                   | -0.12      | -0.072                                                                            | -0.054     | -0.188                                                                      | -0.087     | -0.261                                             | -0.17      |
| WHtR                | -0.178                                                   | -0.165     | -0.04                                                                             | -0.031     | -0.405**                                                                    | -0.269*    | -0.31                                              | -0.437     |

BMI, R-Grip, L-Grip, TAT, SAT, VAT, WHR, and WHtR: The denotations are the same as those in table 1. \* P<0.05, \*\* P<0.01.

表 4 正常组男性在不同年龄段的各体质成分与握力的相关性

Table 4 Correlation between physical components and grip strength of normal-weight males of different age groups

| Variable            | 21-25 yr. (n=25) |            | 26-30 yr. (n=98) |            | 31-35 yr. (n=121) |            | 36-40 yr. (n=85) |            |
|---------------------|------------------|------------|------------------|------------|-------------------|------------|------------------|------------|
|                     | r (R-Grip)       | r (L-Grip) | r (R-Grip)       | r (L-Grip) | r (R-Grip)        | r (L-Grip) | r (R-Grip)       | r (L-Grip) |
| Age/yr.             | 0.017            | -0.08      | -0.06            | -0.108     | 0.14              | 0.09       | 0.162            | 0.073      |
| Height/cm           | 0.545**          | 0.447*     | 0.292**          | 0.214*     | 0.266**           | 0.277**    | 0.208            | 0.217*     |
| Body mass/kg        | 0.678**          | 0.623**    | 0.398**          | 0.387**    | 0.261**           | 0.293**    | 0.231*           | 0.236*     |
| Waist/cm            | 0.207            | 0.28       | 0.102            | 0.143      | 0.025             | 0.096      | 0.081            | 0.088      |
| Hip/cm              | 0.608**          | 0.544**    | 0.287**          | 0.294**    | 0.173             | 0.208*     | 0.18             | 0.216*     |
| TAT/cm <sup>2</sup> | 0.355            | 0.276      | -0.035           | -0.007     | -0.075            | -0.004     | -0.077           | -0.01      |
| SAT/cm <sup>2</sup> | 0.236            | 0.301      | -0.043           | 0.042      | -0.114            | -0.067     | -0.295**         | -0.201     |
| VAT/cm <sup>2</sup> | 0.356            | 0.206      | -0.023           | -0.036     | -0.05             | 0.025      | 0.031            | 0.075      |
| VAT/SAT             | 0.251            | -0.015     | 0.018            | -0.082     | 0.109             | 0.126      | 0.273*           | 0.251*     |
| WHR                 | -0.153           | 0          | -0.083           | -0.038     | -0.107            | -0.042     | -0.03            | -0.046     |
| WHtR                | -0.105           | 0.014      | -0.078           | 0.014      | -0.103            | -0.034     | -0.017           | -0.012     |

BMI, R-Grip, L-Grip, TAT, SAT, VAT, WHR, and WHtR: The denotations are the same as those in table 1. \* P<0.05, \*\* P<0.01.



表 5 超重组男性在不同年龄段的各体质成分与握力的相关性

Table 5 Correlations between physical components and grip strength in overweight males of different age groups

| Variable            | 21-25 yr. (n=19) |            | 26-30 yr. (n=59) |            | 31-35 yr. (n=104) |            | 36-40 yr. (n=100) |            |
|---------------------|------------------|------------|------------------|------------|-------------------|------------|-------------------|------------|
|                     | r (R-Grip)       | r (L-Grip) | r (R-Grip)       | r (L-Grip) | r (R-Grip)        | r (L-Grip) | r (R-Grip)        | r (L-Grip) |
| Age/yr.             | -0.002           | -0.132     | -0.258*          | -0.208     | -0.119            | 0.02       | -0.042            | -0.111     |
| Height/cm           | 0.393            | 0.34       | 0.138            | 0.191      | 0.262**           | 0.322**    | 0.19              | 0.214*     |
| Body mass/kg        | 0.513*           | 0.411      | 0.213            | 0.148      | 0.281**           | 0.339**    | 0.168             | 0.225*     |
| Waist/cm            | 0.209            | -0.013     | -0.172           | -0.208     | -0.06             | -0.037     | -0.1              | -0.03      |
| Hip/cm              | 0.541*           | 0.406      | 0.164            | 0.13       | 0.173             | 0.225*     | 0.148             | 0.175      |
| TAT/cm <sup>2</sup> | -0.151           | -0.401     | -0.137           | -0.278*    | -0.059            | -0.049     | -0.13             | -0.042     |
| SAT/cm <sup>2</sup> | -0.118           | -0.405     | -0.066           | -0.161     | -0.033            | -0.087     | -0.142            | -0.051     |
| VAT/cm <sup>2</sup> | -0.137           | -0.322     | -0.132           | -0.252     | -0.057            | -0.018     | -0.089            | -0.026     |
| VAT/SAT             | -0.043           | -0.051     | -0.074           | -0.108     | -0.065            | 0.001      | 0.095             | 0.05       |
| WHR                 | -0.296           | -0.328     | -0.287*          | -0.297*    | -0.199*           | -0.212*    | -0.226*           | -0.183     |
| WHtR                | -0.166           | -0.292     | -0.244           | -0.305*    | -0.227*           | -0.242*    | -0.238*           | -0.181     |

BMI, R-Grip, L-Grip, TAT, SAT, VAT, WHR, and WHtR: The denotations are the same as those in table 1. \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ .

表 6 正常组女性在不同年龄段的各体质成分与握力的相关性

Table 6 Correlation between physical components and grip strength of normal-weight females of different age groups

| Variable            | 21-25 yr. (n=40) |            | 26-30 yr. (n=102) |            | 31-35 yr. (n=142) |            | 36-40 yr. (n=136) |            |
|---------------------|------------------|------------|-------------------|------------|-------------------|------------|-------------------|------------|
|                     | r (R-Grip)       | r (L-Grip) | r (R-Grip)        | r (L-Grip) | r (R-Grip)        | r (L-Grip) | r (R-Grip)        | r (L-Grip) |
| Age/yr.             | 0.155            | 0.018      | -0.041            | -0.002     | 0.068             | 0.099      | 0.048             | 0.07       |
| Height/cm           | 0.183            | 0.2        | 0.201*            | 0.192      | 0.301**           | 0.253**    | 0.404**           | 0.463**    |
| Body mass/kg        | 0.197            | 0.247      | 0.309**           | 0.292**    | 0.367**           | 0.277**    | 0.486**           | 0.499**    |
| Waist/cm            | -0.017           | 0.124      | 0.143             | 0.187      | 0.111             | 0.088      | 0.104             | 0.086      |
| Hip/cm              | 0.184            | 0.246      | 0.267**           | 0.284**    | 0.303**           | 0.253**    | 0.280**           | 0.275**    |
| TAT/cm <sup>2</sup> | 0.052            | 0.057      | 0.063             | 0.119      | 0.111             | 0.024      | 0.017             | 0          |
| SAT/cm <sup>2</sup> | -0.337*          | -0.269     | 0.08              | 0.113      | 0.101             | -0.021     | -0.053            | -0.092     |
| VAT/cm <sup>2</sup> | 0.355*           | 0.304      | 0.025             | 0.091      | 0.099             | 0.066      | 0.078             | 0.086      |
| VAT/SAT             | 0.465**          | 0.408**    | -0.024            | 0.003      | 0.072             | 0.12       | 0.175*            | 0.214*     |
| WHR                 | -0.154           | -0.033     | -0.081            | -0.043     | -0.073            | -0.066     | -0.086            | -0.101     |
| WHtR                | -0.108           | 0.022      | 0.048             | 0.098      | -0.027            | -0.026     | -0.109            | -0.16      |

BMI, R-Grip, L-Grip, TAT, SAT, VAT, WHR, and WHtR: The denotations are the same as those in table 1. \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ .

表 7 超重组女性在不同年龄段的各体质成分与握力的相关性

Table 7 Correlations between physical components and grip strength in overweight females of different age groups

| Variable            | 21-25 yr. (n=3) |            | 26-30 yr. (n=18) |            | 31-35 yr. (n=16) |            | 36-40 yr. (n=20) |            |
|---------------------|-----------------|------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|------------|
|                     | r (R-Grip)      | r (L-Grip) | r (R-Grip)       | r (L-Grip) | r (R-Grip)       | r (L-Grip) | r (R-Grip)       | r (L-Grip) |
| Age/yr.             | 0.685           | 0.994      | 0.217            | 0.33       | 0.211            | 0.196      | 0.21             | 0.172      |
| Height/cm           | 0.996           | 0.698      | 0.634**          | 0.677**    | -0.233           | -0.214     | 0.551*           | 0.689**    |
| Body mass/kg        | 0.995           | 0.821      | 0.499*           | 0.559*     | -0.367           | -0.237     | 0.510*           | 0.763**    |
| Waist/cm            | 0.998*          | 0.718      | 0.214            | 0.29       | -0.740**         | -0.659**   | -0.185           | 0.207      |
| Hip/cm              | 0.997*          | 0.707      | 0.206            | 0.177      | -0.101           | 0.045      | -0.048           | 0.21       |
| TAT/cm <sup>2</sup> | 0.941           | 0.934      | 0.169            | 0.287      | -0.572*          | -0.545*    | -0.13            | 0.229      |
| SAT/cm <sup>2</sup> | 0.861           | 0.984      | 0.05             | 0.095      | -0.716**         | -0.607*    | -0.484*          | -0.288     |
| VAT/cm <sup>2</sup> | 0.981           | 0.869      | 0.208            | 0.344      | -0.25            | -0.308     | 0.294            | 0.538*     |
| VAT/SAT             | 0.987           | 0.644      | 0.114            | 0.258      | 0.105            | -0.008     | 0.528*           | 0.668**    |
| WHR                 | -0.994          | -0.68      | 0.16             | 0.272      | -0.655**         | -0.655**   | -0.19            | 0.082      |
| WHtR                | 1.000**         | 0.755      | -0.2             | -0.14      | -0.767**         | -0.680**   | -0.549*          | -0.231     |

BMI, R-Grip, L-Grip, TAT, SAT, VAT, WHR, and WHtR: The denotations are the same as those in table 1. \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ .

样本量很少,以年龄进行分层分析后各变量与握力相关性差异无统计学意义,而在正常、超重两组差异则有统计学意义,故本研究仅对正常与超重两组以5岁为等级进行亚分组,分为21~25岁,26~30岁,31~35岁和36~40岁四组,进一步分析不同年龄间的各体质成分、腰、臀围与握力的相关性。

在BMI正常情况下,各年龄段男性的身高、体质量、臀围均与握力呈正相关,而女性除了21~25岁无相关性,其他三个年龄段其身高、体质量、臀围也均与握力呈正相关。男性SAT在36~40岁与右侧握力呈负相关,而女性在21~25岁呈负相关。男性VAT与握力无相关,而女性在21~25岁呈正相关。男性VAT/SAT在36~40岁与握力呈正相关,而女性在21~25岁、36~40岁与握力均呈正相关。

在BMI超重的情况下,26~30岁男性与右侧握力呈负相关,女性无相关。31~40岁男性身高与握力呈正相关,而26~30岁、36~40岁女性身高与握力呈正相关。21~25岁、31~40岁男性体质量与握力呈正相关,而26~30岁、36~40岁女性体质量与握力呈正相关。21~25岁、31~35岁男性臀围与握力呈正相关,21~25岁女性臀围与握力呈正相关。各个年龄段男性腰围与握力无相关性。21~25岁女性腰围与握力呈正相关,31~35岁与握力呈负相关。26~30岁男性TAT与左侧握力呈负相关,31~35岁女性TAT与握力呈负相关。各个年龄段男性SAT与握力无相关性,31~40岁女性SAT与握力呈负相关。各个年龄段男性VAT、VAT/SAT与握力无相关性,36~40岁女性VAT、VAT/SAT与握力呈正相关。26~40岁男性腰臀比与握力呈负相关,31~35岁女性腰臀比与握力呈负相关。26~40岁男性腰高比与握力呈负相关。21~25岁女性腰高比与右侧握力呈正相关,31~40岁与握力呈负相关。

### 3 讨论

有研究指出肌肉力量随着BMI的增加而增大,而过多的脂肪会导致肌肉力量的减少,肌肉力量的减少会引起一系列的心血管及神经性疾病<sup>[14-15]</sup>。握力的大小可以衡量整体的肌肉力量的健康状况<sup>[16]</sup>。因此,本研究采用QCT讨论不同BMI青年人群的脂肪含量与握力的相关性,并对比其差异性。QCT是在临床CT扫描数据的基础上经过QCT体膜校准和专业软件分析的一种测量骨密度的方法,随着时代进步发展,低剂量胸部CT已经成为人们筛查肺部的体检项目之一,前期研究指出低剂量胸部CT与QCT结合可以精准测量腹部脂肪含量,且QCT已经

成为测量腹部脂肪含量的“金标准”<sup>[17-18]</sup>。本研究采用一站式QCT扫描,不仅能对体检人群进行肺部筛查,同时也可以测量腹部脂肪含量,降低患者的辐射剂量,节约医疗成本。

既往研究<sup>[19]</sup>采用L4中心层面测量腹部脂肪面积,结果显示青年人群腹内脂肪与骨密度呈负相关,也有研究<sup>[20]</sup>采用腰椎L2/L3层面测量腹部脂肪,发现腹内脂肪与高血压关系密切。还有研究<sup>[21]</sup>对腰椎T12/L1-L5/S1每一层面的腹部脂肪面积与全腹部脂肪含量进行相关性分析,结果显示L2/L3层面测量的腹部脂肪是最佳显示全腹部脂肪含量的层面,但本研究采用的是一站式QCT扫描,扫描范围到L2下缘,受扫描范围与辐射剂量的限制,故采用L2中心层面来测量腹部脂肪与握力相关性分析。

既往研究<sup>[22-23]</sup>大部分讨论中老年的握力,而本研究则重点研究分析青年人群TAT、SAT、VAT、VAT/SAT、身高、体质量、BMI、腰围、臀围、腰高比、腰臀比与握力的相关性,分析男女按不同BMI分组的各变量与握力的相关性。结果显示,BMI<28 kg/m<sup>2</sup>的男女身高、体质量与握力均呈正相关,而BMI≥28 kg/m<sup>2</sup>则无相关性,说明在偏瘦、正常、超重情况下身高、体质量增加会引起肌肉力量的增大,意味着21~40岁不属于肥胖的青年人群较大的体型会引起较大的握力,从而降低由于握力低而引起的一系列疾病的概率。而且还得出男性在偏瘦组握力的相关性高于女性,但在正常组、超重组却低于女性。说明对于偏瘦的男性增加体质量来增加肌肉力量较明显,而对于正常、超重的女性增加体质量来增加肌肉力量较明显。

由于腹部脂肪含量与握力关系密切,而肌肉力量随着BMI增加而增大,故本研究讨论TAT、SAT、VAT与握力在不同BMI情况下的相关性,旨在发现在不同BMI情况下各变量与握力的相关性。结果显示男性SAT在正常组与握力呈负相关,VAT/SAT与握力呈正相关,TAT在超重组和肥胖组与握力呈负相关,VAT在肥胖组与握力呈负相关,表明男性在BMI正常情况下应控制皮下脂肪的摄入,在BMI超重情况下需注意控制腹部总脂肪的摄入,在肥胖的情况下既要控制内脏脂肪、又要控制腹部总脂肪的摄入。女性VAT在正常组和超重组与握力呈正相关,SAT在超重组与握力呈负相关,VAT/SAT在正常组和超重组与握力呈正相关。表明女性在正常的情况下可以适当增加内脏脂肪的摄入,超重情况下既要适当增加内脏脂肪并同时减少皮下脂肪的摄入。

目前肥胖已经成为全球性人们普遍关心的问题,尤其年轻人由于工作原因长时间久坐,缺乏锻炼导致腹部

与臀部脂肪含量增多,引起肌肉力量减少,所以本研究重点关注青年人群的腰围、臀围、腰臀比、腰高比与握力的相关性。孙春<sup>[24]</sup>的研究结果显示青少年的腰围、臀围、腰高比、腰臀比与肌肉力量均呈正相关,与本研究部分一致。孙春<sup>[24]</sup>的研究对象为某中学12~14岁少年,而本次研究对象为来我院体检的21~40岁的青年人群。本研究结果显示在偏瘦组男性腰高比与握力呈负相关,说明男性在偏瘦情况下控制腰部脂肪含量;正常组男性腰、臀围与握力呈正相关,说明BMI正常情况下增加腰部脂肪和臀部脂肪含量;超重组男性臀围与握力呈正相关,腰臀比、腰高比与握力呈负相关,超重情况下应更加注重适当增加臀部的脂肪含量;肥胖组男性腰高比与握力呈负相关,肥胖情况下注重控制腰部脂肪含量。偏瘦组女性臀围与握力呈正相关,偏瘦的情况下可以通过健身锻炼来增加臀部脂肪含量;正常组女性腰臀围与握力均呈正相关,BMI正常情况下增加腰部脂肪和臀部的脂肪含量;超重组女性腰高比与握力呈负相关,超重情况下控制腰部脂肪含量。

既往研究<sup>[25]</sup>发现握力大小反映肌肉力量情况,而肌肉力量随着年龄增长而下降,故本研究进一步分析了在不同BMI情况下握力与年龄的相关性。由于男性偏瘦组和女性肥胖组的样本量很少,故本研究仅对正常、超重男女两组以5岁为等级进行亚分组,并讨论其差异性,得出在超重情况下男性在25~30岁握力与年龄呈负相关,而女性则无相关性。

本研究结果还显示在BMI正常情况下,26~40岁男女身高、体质量、臀围与握力均呈正相关,不同的是21~25岁男性其与握力也呈正相关,而女性则无相关性。说明体型越大,肌肉力量越大。21~25岁女性SAT与握力呈负相关,VAT、VAT/SAT与握力却呈正相关,而36~40岁男性SAT与握力呈负相关,VAT/SAT与握力呈正相关。说明BMI正常情况下21~25岁女性减少皮下脂肪含量,同时增加内脏脂肪含量,而26~40岁则注意适当增加臀部脂肪含量。21~35岁男性适当增加臀部脂肪含量,36~40岁更要注意既要控制皮下脂肪含量又要增加臀部脂肪含量,来预防因肌肉减少而引起一系列疾病的发生。由此得出在BMI正常情况下21~25岁女性和36~40岁男性重点关注腹部脂肪含量。

本研究分析在BMI超重情况下男女各变量与握力的相关性,结果显示BMI超重的情况下,21~25岁、31~35岁男性需要适当增加体质量、臀部脂肪含量,26~30岁则需要减少腹部总脂肪含量及控制腰臀部脂肪含量,36~40岁控制腰臀部脂肪含量;21~25岁女性适当

增加腰臀部脂肪含量,31~35岁控制皮下脂肪和腰臀部脂肪含量,而36~40岁不仅要控制皮下脂肪含量,还要适当增加内脏脂肪含量和体质量来维持相应的肌肉力量。由此得出在超重的情况下26~30岁男性和31~40岁女性均需要重点关注腹部脂肪含量。

研究结果显示身高、体质量对男女左右握力的影响有显著差异<sup>[26]</sup>。本研究同样显示在不同BMI组,体质成分等指标对男女左右侧握力的影响存在差异,如偏瘦组男性右侧握力与各指标的相关性小于左侧,而女性则反之。可能原因为男女的手部尺寸、体型不同,同时男女的优势手不同,而对优势手握力的影响大于非优势手。

本研究的不足之处:本研究纳入的是来我院进行体检的青年人群,肥胖组的女性和偏瘦组的男性样本量偏少,可能会造成结果的偏倚,故需扩大样本量进一步研究分析。

综上所述,不同BMI下男女各体质成分与握力存在显著性差异。BMI偏瘦情况下,男性增加体质量而女性则需增加臀部脂肪含量来维持一定的肌肉力量;BMI正常情况下,21~25岁女性和36~40岁男性应重点关注腹部脂肪含量;BMI超重的情况下,26~30岁男性和31~40岁女性应重点关注腹部脂肪含量,通过控制饮食和增加有氧运动来控制脂肪含量,从而提升肌肉力量,以预防由于肌肉力量减少而引起的疾病。

\* \* \*

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参 考 文 献

- [1] PRATT J, DE VITO G, NARICI M, *et al.* Grip strength performance from 9431 participants of the GenoFit study: normative data and associated factors. *Geroscience*, 2021, 43(5): 2533–2546.
- [2] TROMBETTI A, REID K F, HARS M, *et al.* Age-associated declines in muscle mass, strength, power, and physical performance: impact on fear of falling and quality of life. *Osteoporos Int*, 2016, 27(2): 463–471.
- [3] ZACCAGNI L, TOSELLI S, BRAMANTI B, *et al.* Handgrip strength in young adults: association with anthropometric variables and laterality. *Int J Environ Res Public Health*, 2020, 17(12): 4273.
- [4] PALACIO-AGÜERO A, DÍAZ-TORRENTE X, QUINTILIANO SCARPELLI DOURADO D. Relative handgrip strength, nutritional status and abdominal obesity in Chilean adolescents. *PLoS One*, 2020, 15(6): e0234316[2021-12-16]. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234316>.
- [5] BOHANNON R W. Muscle strength: clinical and prognostic value of hand-grip dynamometry. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2015, 18(5): 465–470.



- [6] KIM C R, JEON Y J, KIM M C, *et al.* Reference values for hand grip strength in the South Korean population. *PLoS One*, 2018, 13(4): 0195485[2021-12-26]. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195485>.
- [7] 成伟兵, 姚雪梅, 肖辉. 乌鲁木齐市中老年人握力、步速与肌肉量关联性研究. *新疆医科大学学报*, 2018, 41(1): 102-105.
- [8] 董潇杨, 张琳洁, 顾冬红, 等. 中老年人握力与多重慢病共病关联的纵向研究. *四川大学学报(医学版)*, 2021, 52(2): 267-273.
- [9] KIM M, WON C W, KIM M. Muscular grip strength normative values for a korean population from the korea National Health and Nutrition Examination Survey, 2014-2015. *PLoS One*, 2018, 13(8): 0201275[2021-12-26]. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201275>.
- [10] 王勇朋, 阳琰, 何生生, 等. 低剂量胸部CT与QCT椎体骨密度测量一站式扫描可行性研究. *放射学实践*, 2018, 33(11): 1194-1197.
- [11] 缪琴, 缪英, 张片红, 等. 营养指导联合运动干预在社区老年肥胖性肌肉衰减综合征患者中的应用效果. *中华现代护理杂志*, 2020, 26(15): 2046-2049.
- [12] 王天昱. 肥胖及体力活动中老年人握力的纵向关联研究. 青岛: 青岛大学, 2019.
- [13] 胡达道, 丁孝民, 王卉, 等. 基于BMI分级高校大学生身体素质指标比较研究. *广州体育学院学报*, 2021, 41(6): 85-88.
- [14] PASDAR Y, DARBANDI M, MIRTAHER E, *et al.* Associations between muscle strength with different measures of obesity and lipid profiles in men and women: Results from RaNCD Cohort Study. *Clin Nutr Res*, 2019, 8(2): 148-158.
- [15] MCGRATH R, JOHNSON N, KLAUITTER L, *et al.* What are the association patterns between handgrip strength and adverse health conditions? A topical review. *SAGE Open Med*, 2020, 8: 2050312120910358 [2021-12-26]. <https://doi.org/10.1177/2050312120910358>.
- [16] KRAKAUER N Y, KRAKAUER J C. Association of body shape index (ABSI) with hand grip strength. *Int J Environ Res Public Health*, 2020, 17(18): 6797.
- [17] 程晓光, 王亮, 曾强, 等. 中国定量CT(QCT)骨质疏松症诊断指南(2018). *中国骨质疏松杂志*, 2019, 25(6): 733-737.
- [18] WU Y, GUO Z, FU X, *et al.* The study protocol for the China Health Big Data (China Biobank) project. *Quant Imaging Med Surg*, 2019, 9(6): 1095-1102.
- [19] 李佳录, 程晓光, 蒋涛, 等. 定量CT测量青年人群腰椎骨密度与脂肪分布的关系. *中国组织工程研究*, 2019, 23(16): 2506-2510.
- [20] 胡琴. 基于定量CT分析中老年人血脂、腹部脂肪和腰椎骨密度的相关性. 芜湖: 皖南医学院, 2020.
- [21] CHENG X, ZHANG Y, WANG C, *et al.* The optimal anatomic site for a single slice to estimate the total volume of visceral adipose tissue by using the quantitative computed tomography (QCT) in Chinese population. *Eur J Clin Nutr*, 2018, 72(11): 1567-1575.
- [22] BOHANNON R W. Grip strength: An indispensable biomarker for older adults. *Clin Interv Aging*, 2019, 14: 1681-1691.
- [23] 吴小宝, 陈微, 周超. 肌肉强度和肌肉质量与绝经后女性骨密度的相关性研究. *中国骨质疏松杂志*, 2019, 25(7): 942-946.
- [24] 孙春. 腰围身高比与青少年身体成分、肌肉力量的相关分析. *山东体育科技*, 2018, 40(5): 69-74.
- [25] 武东明. 我国20~69岁人群握力增龄性变化趋势分析. *中国体育科技*, 2018, 54(2): 111-116.
- [26] EI-WEN LO V, CHAO S M, TU H H. Normative hand strength of healthcare industry workers in central Taiwan. *Int J Environ Res Public Health*, 2020, 18(1): 187.

(2022-01-16收稿, 2022-08-17修回)

编辑 余琳