

# 肥胖与 50 岁以上男性骨质疏松的相关性研究\*

秦 恩<sup>1</sup>, 何 敏<sup>1</sup>, 曹晓涛<sup>1</sup>, 洋翰伟<sup>1</sup>, 杨 英<sup>1</sup>, 王佑娟<sup>1</sup>, 于 川<sup>2</sup>, 安振梅<sup>3</sup>, 李舍予<sup>3△</sup>

1. 四川大学华西医院 健康管理中心(成都 610041); 2. 四川大学华西医院 中国循证医学中心(成都 610041);

3. 四川大学华西医院 内分泌代谢科(成都 610041)

**【摘要】 目的** 利用不同人体测量指标,调查分析成都地区 50 岁以上男性居民中肥胖与骨质疏松的相关性。**方法** 采集在四川大学华西医院进行健康体检的 50 岁以上男性受检者的临床资料,并测量和计算不同人体测量参数。使用 MetriScan 手掌骨密度测量仪进行骨密度测定,并根据 T 值将受试者分为 3 组(正常骨密度组、骨量减少组和骨质疏松组),比较各组间肥胖的检出率。将体质量指数(BMI)、体圆柱指数(BRI)、腰围、腰高比(WHtR)、腰臀比(WHR)、身体形态指数(ABSI)和身高等人体测量参数分别按四分位数等分为 Q1、Q2、Q3、Q4 四组,均以 Q1 组为参照组,采用单因素及年龄校正后的多元 logistic 回归分析上述人体测量参数与骨质疏松检出风险的关系。同时计算各指标受试者操作特征(ROC)曲线的曲线下面积(AUC)。**结果** 共纳入 9 135 例成都地区 50 岁以上男性居民,其中骨质疏松症的检出率为 5.75%(525 例)。骨质疏松组各种人体测量参数(BMI、WHR、WHtR、体质量、腰围、臀围、ABSI、BRI 等)与骨量减少组和正常骨密度组比较差异具有统计学意义( $P<0.01$ )。与最低四分位数(Q1)组相比,BMI、BRI、WHtR、WHR、ABSI、腰围和身高的最高四分位数(Q4)组受检者合并骨质疏松的经年龄校正的比值比分别为 0.443[95%可信区间(CI):0.342~0.574]、0.580(95%CI:0.454~0.740)、0.587(95%CI:0.460~0.751)、0.664(95%CI:0.516~0.854)、1.369(95%CI:1.069~1.751)、0.634(95%CI:0.497~0.809)、1.357(95%CI:1.047~1.758)。ROC 曲线分析显示,BMI 对骨质疏松的 AUC 为 0.606(95%CI:0.580~0.632)。**结论** 肥胖与男性骨质疏松呈一定的负相关,利用 BMI 测量的肥胖对男性骨质疏松有潜在的预测价值,需要进一步的纵向研究明确其临床意义。

**【关键词】** 骨密度 骨质疏松 肥胖 人体测量参数

**Obesity and Osteoporosis in Men Aged Above 50** QIN Ken<sup>1</sup>, HE Min<sup>1</sup>, CAO Xiao-tao<sup>1</sup>, YANG Han-wei<sup>1</sup>, YANG Ying<sup>1</sup>, WANG You-juan<sup>1</sup>, YU Chuan<sup>2</sup>, AN Zhen-mei<sup>3</sup>, LI She-yu<sup>3△</sup>. 1. Physical Examination Center, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China; 2. Chinese Evidence-based Medicine Center, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China; 3. Department of Endocrinology and Metabolism, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China

△ Corresponding author, E-mail: lisheyu@gmail.com

**【Abstract】 Objective** To investigate the association between obesity and osteoporosis in men aged above 50 in Chengdu. **Methods** Male participants aged above 50 were recruited from those who visited West China Hospital of Sichuan University for health examinations. Bone mineral density was measured by MetriScan Bone Densitometry. The participants were divided into three groups according to T values: normal, osteopenia and osteoporosis. **Results** About 5.75% (525 cases) of the 9 135 male participants had osteoporosis. The three groups had significant different anthropometric parameters, including body mass, waist circumference, hip circumference, body mass index (BMI), waist-hip ratio (WHR), waist-height ratio (WHtR), a body shape index (ABSI), and body roundness index (BRI) ( $P<0.01$ ). The participants with the highest quartile (Q4) of BMI, BRI, WHtR, WHR, ABSI, waist circumference and height had an age-adjusted odds ratios (OR) of 0.443 [95% confidence interval (CI): 0.342-0.574], 0.580 (95% CI: 0.454-0.740), 0.587 (95% CI: 0.460-0.751), 0.664 (95% CI: 0.516-0.854), 1.369 (95% CI: 1.069-1.751), 0.634 (95% CI: 0.497-0.809), and 1.357 (95% CI: 1.047-1.758), respectively, for osteoporosis compared with those with the lowest quartile (Q1). The area under curves (AUC) of receiver operator characteristic (ROC) curve of BMI for osteoporosis was 0.606 (95% CI: 0.580-0.632). **Conclusion** Large body mass was negatively associated with osteoporosis in middle and old aged men. BMI is the strongest predictor of osteoporosis. Further longitudinal studies are required to verify such associations.

\* 国家自然科学基金(No. 81400811 和 No. 21534008)资助

△ 通信作者, E-mail: lisheyu@gmail.com

【Key words】 Bone mineral density Osteoporosis Obesity Anthropometric parameter

肥胖是体内脂肪过度堆积的生理状态,由于严重影响人体健康,目前已被公认为一种疾病<sup>[1-2]</sup>。肥胖的诊断通常由人体测量参数进行判定,目前公认的肥胖的诊断有赖于体质量指数(body mass index, BMI)的计算。在亚洲人群, BMI > 28 kg/m<sup>2</sup> 被定义为肥胖症, BMI 在 24~28 kg/m<sup>2</sup> 之间则被定义为超重<sup>[3]</sup>。然而,流行病学研究中常常都会发现一种被称为“肥胖悖论”(obesity paradox)的现象,即那些轻度 BMI 增加的患者,即使合并更多的代谢性疾病,反而可能具有更长的寿命<sup>[4]</sup>。腰围(waist circumference, WC)则是另一种公认的测量指标。通常在亚洲人群,男性腰围大于 85 cm,女性腰围大于 80 cm 则被定义为腹型肥胖<sup>[3]</sup>。一些学者认为,以腰围诊断的腹型肥胖,相比以 BMI 诊断的肥胖症,对健康程度的判断更为重要<sup>[5-6]</sup>。此外,也有一些学者提出了一些其他的人体测量学指标,比如身体形态指数(a body shape index, ABSI)<sup>[7]</sup>等,并指出其在对死亡的预测上优于 BMI 和腰围。

骨质疏松症是一种以骨骼矿物质含量减少及骨质微结构破坏为特征的代谢性疾病,骨质疏松相关的骨骼脆性增加是导致中老年患者非暴力性骨折最重要的危险因素,已被世界卫生组织(WHO)列为第二大影响公众健康的疾病<sup>[8]</sup>。男性骨质疏松的发病机理与女性骨质疏松存在较大差异。男性骨量丢失的起始时间比女性晚,速率也较缓慢,通常发生于 50 岁以后<sup>[9]</sup>。大量研究提示,骨质疏松与肥胖密切相关<sup>[10]</sup>。由于骨骼的适当负重有利于青春期后骨密度的维持,肥胖通常被认为是骨质疏松的保护性因素。由于对肥胖的定义本身存在较大分歧,因此不同的人体测量方法与骨密度的相关性目前尚不清楚,而哪一种肥胖检测方法与男性骨密度更具相关性目前尚无报道。本研究拟通过对成都地区 50 岁以上接受健康体检的男性居民资料的初步分析,探讨男性骨密度与人体测量参数的相关性及男性骨质疏松与肥胖的流行病学联系。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

回顾性采集四川大学华西医院体检中心 2015 年 1 月至 2016 年 5 月进行健康体检人群的体检资料,并纳入年龄 50 岁以上男性受检者,考虑到甲状腺疾病和恶性肿瘤对骨密度检测的影响,故排除

已知有甲状腺疾病和恶性肿瘤患者及临床资料不全者。

### 1.2 调查方法与指标

收集研究对象的既往病史及吸烟饮酒的频率。清晨(空腹至少 8 h)采集患者血液标本,并测量患者腰围、臀围、体质量、身高和右上臂血压。BMI = 体质量/身高<sup>2</sup>;腰臀比(waist-hip ratio, WHR) = 腰围/臀围;腰高比(waist-height ratio, WHtR) = 腰围/身高;ABSI 和体圆柱指数(body roundness index, BRI)的计算分别参考文献<sup>[7]</sup>和文献<sup>[11]</sup>。

使用全自动生化分析仪(德国罗氏诊断有限公司, Modular P800)检测患者空腹血糖(fasting plasma glucose, FPG)、尿酸(uric acid, UA)。采用 MetriScan X 线骨密度测试仪(美国 Miles IHW Medical Technology 公司)测定受试者手指骨骨密度,并计算 T 值。

### 1.3 骨质疏松标准

研究参照 1994 年 WHO 推荐的标准将体检者分为骨质疏松、骨量减少、正常骨量 3 组。其中骨质疏松定义为骨密度 ≤ 正常人峰值骨量的 2.5 倍标准差(T 值 ≤ -2.5),骨量减少定义为 -2.5 < T 值 ≤ -1.0,正常骨量定义为 T 值 > -1.0。

### 1.4 统计学方法

FPG 经检验为非正态分布,经对数转换为正态分布资料后再进行统计分析。正态分布的计量资料用  $\bar{x} \pm s$  表示。多组间计量资料比较采用 ANOVA 分析,组间两两比较采用 LSD 方法。分类变量分布比较采用  $\chi^2$  相关。骨密度 T 值与其他变量间的相关性分析采用 Pearson 相关。将 BMI、BRI、腰围、WHtR、WHR、ABSI 和身高等人体测量参数分别按四分位数等分为 Q1、Q2、Q3、Q4 四组,均以 Q1 组为参照组,采用单因素及年龄校正后的多元 logistic 回归分析上述人体测量参数与骨质疏松检出风险的关系。同时计算各指标受试者操作特征(ROC)曲线的曲线下面积(AUC)。AUC > 0.7 则有诊断价值,0.5 < AUC ≤ 0.7 有一定预测意义,但无诊断价值。P < 0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 基线资料

从 23 010 例男性受检者中共筛选出 9 135 例 50 岁以上符合纳入排除标准者进入分析,年龄 50~

92 岁。骨量减少的患病人数为 3 151 例,检出率为 34.49%,骨质疏松症患病人数为 525 例,检出率为 5.75%。如表 1 所示,按骨密度 T 值将样本分成 3 组人群(骨量减少组、骨质疏松组和正常组),并根据吸烟饮酒的频率分层,戒烟/戒酒的时间界定为≥1 年。正常组、骨量减少组、骨质疏松组的年龄、ABSI 呈递增趋势( $P<0.05$ );骨质疏松组及骨量减少组的身高均高于正常组( $P<0.05$ ),而骨质疏松组与骨量减少组的身高差异无统计学意义。正常组、骨

量减少组、骨质疏松组的 FPG、UA、BMI、BRI、WHtR 及糖尿病的患病率呈递减趋势( $P<0.001$ );骨质疏松组的 WHR、腰围、臀围、体质量均低于正常组及骨量减少组( $P<0.05$ )。3 组人群间收缩压、舒张压及高血压的患病率差异均无统计学意义。正常组中经常饮酒者、每日饮酒者、每日吸烟者及戒烟者的比例最低,骨质疏松组最高( $P<0.001$ );正常组中不吸烟者、不饮酒者及戒酒者的比例最高,而骨质疏松组的比例最低( $P<0.001$ )。

表 1   研究对象基线资料  
Table 1   Baseline characteristics of participants

| Parameter                | Control group<br>( <i>n</i> =5 459) | Osteopenia group<br>( <i>n</i> =3 151) | Osteoporosis group<br>( <i>n</i> =525) | <i>P</i> |
|--------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------|
| Age/yr.                  | 58.32±7.60                          | 58.65±8.03                             | 60.92±9.27                             | <0.001   |
| FPG/(mmol/L) *           | 0.75±0.10                           | 0.75±0.09                              | 0.74±0.08                              | <0.001   |
| UA/(μmol/L)              | 384.13±77.76                        | 381.88±80.00                           | 375.70±81.50                           | 0.044    |
| Height/cm                | 165.72±5.90                         | 166.48±6.05                            | 166.41±6.09                            | <0.001   |
| Body mass/kg             | 68.82±9.33                          | 68.60±10.01                            | 66.04±10.37                            | <0.001   |
| BMI/(kg/m <sup>2</sup> ) | 25.02±2.86                          | 24.71±3.04                             | 23.78±3.05                             | <0.001   |
| WC/cm                    | 87.06±8.14                          | 87.04±8.71                             | 85.22±9.07                             | <0.001   |
| HC/cm                    | 95.48±5.54                          | 95.50±5.85                             | 94.35±6.07                             | <0.001   |
| WHR                      | 0.91±0.05                           | 0.91±0.06                              | 0.90±0.06                              | <0.001   |
| ABSI                     | 1.120±0.055                         | 1.127±0.058                            | 1.132±0.062                            | <0.001   |
| BRI                      | 3.90±0.97                           | 3.85±1.01                              | 3.64±1.00                              | <0.001   |
| WHtR                     | 0.526±0.048                         | 0.523±0.051                            | 0.512±0.052                            | <0.001   |
| SBP/mmHg                 | 123.08±16.51                        | 123.23±16.67                           | 123.11±17.18                           | 0.917    |
| DBP/mmHg                 | 78.91±10.39                         | 78.47±10.62                            | 78.18±10.51                            | 0.084    |
| Hypertension/case (%)    | 1 879 (34.4)                        | 1 086 (34.5)                           | 165 (31.4)                             | 0.370    |
| Diabetes/case (%)        | 458 (8.39)                          | 220 (6.98)                             | 27 (5.14)                              | 0.005    |
| Smoking/ case (%)        |                                     |                                        |                                        |          |
| Never                    | 2 908 (53.27)                       | 1 383 (43.89)                          | 208 (39.62)                            | <0.001   |
| Occasional               | 315 (5.77)                          | 152 (4.82)                             | 33 (6.29)                              |          |
| Everyday                 | 1 936 (35.46)                       | 1 399 (44.40)                          | 247 (47.05)                            |          |
| Ceased                   | 300 (5.50)                          | 217 (6.89)                             | 37 (7.05)                              |          |
| Alcohol/case (%)         |                                     |                                        |                                        |          |
| Never or occasional      | 4 142 (75.87)                       | 2 296 (72.87)                          | 381 (72.57)                            | <0.001   |
| Frequent                 | 892 (16.34)                         | 549 (17.42)                            | 94 (17.90)                             |          |
| Everyday                 | 350 (6.41)                          | 263 (8.35)                             | 44 (8.38)                              |          |
| Ceased                   | 75 (1.37)                           | 43 (1.36)                              | 6 (1.14)                               |          |

FPG: Fasting plasma glucose; UA: Uric acid; BMI: Body mass index; WC: Waist circumference; HC: Hip circumference; WHR: Waist-hip ratio; ABSI: A body shape index; BRI: Body roundness index; WHtR: Waist-height ratio; SBP: Systolic blood pressure; DBP: Diastolic blood pressure. \* Transferred to normal distribution. 1 mmHg=0.133 kPa

2.2  男性骨密度 T 值与临床指标的相关性分析

结果见表 2。单因素分析显示骨密度 T 值水平和年龄、身高、收缩压、ABSI 呈负相关( $P<0.05$ ),与 FPG、UA、体质量、BMI、BRI、WHtR 呈正相关( $P<0.05$ ),T 值水平与腰围、臀围、舒张压、WHR 的相关性无统计学意义。经过对年龄调整后骨密度 T 值水平与身高、ABSI 呈负相关( $P<0.05$ ),与 FPG、UA、BMI、BRI、WHtR 仍呈正相关( $P<$

0.05),与体质量、腰围、臀围、收缩压、舒张压、WHR 无相关性。

2.3  不同肥胖检测方法与男性骨质疏松的相关性分析

如表 3 所示,以各人体测量参数的四分位数进行分组,单因素和矫正年龄后的非条件 logistic 回归显示,BMI、BRI、WHtR、WHR、腰围的最高四分位分组(Q4)相比最低四分位分组(Q1)的骨质疏松

表 2 男性骨密度 T 值与临床相关参数的相关分析

Table 2 Correlation between T values of bone density and clinical and anthropometric parameters in the male participants

| Parameter | Univariate <i>r</i> | <i>P</i> | Adjusted <i>r</i> △ | <i>P</i> |
|-----------|---------------------|----------|---------------------|----------|
| Age       | −0.058              | <0.001   | —                   | —        |
| FPG *     | 0.037               | <0.001   | 0.043               | <0.001   |
| UA        | 0.026               | 0.013    | 0.023               | 0.031    |
| Height    | −0.068              | <0.001   | −0.085              | <0.001   |
| Body mass | 0.028               | 0.008    | 0.014               | 0.174    |
| BMI       | 0.077               | <0.001   | 0.069               | <0.001   |
| WC        | 0.003               | 0.758    | −0.001              | 0.889    |
| HC        | 0.004               | 0.713    | −0.004              | 0.710    |
| WHR       | 0.004               | 0.685    | 0.004               | 0.681    |
| ABSI      | −0.093              | <0.001   | −0.085              | <0.001   |
| BRI       | 0.026               | 0.012    | 0.027               | 0.009    |
| WHtR      | 0.030               | 0.004    | 0.030               | 0.004    |
| SBP       | −0.027              | 0.011    | −0.012              | 0.238    |
| DBP       | 0.005               | 0.641    | −0.002              | 0.849    |

FPG, UA, BMI, WC, HC, WHR, ABSI, BRI, WHtR, SBP and DBP denote the same as those in table 1. \* Transferred to normal distribution; △ *r* values were adjusted by age

检出率低,骨质疏松的检出风险随着上述参数测值

的增加而降低(95%CI 未跨 1)。无论是否校正年龄,ABSI 的 Q4 与 Q1 组相比骨质疏松检出风险均较高(95%CI 未跨 1)。单因素 logistic 回归中身高的 Q4 组与 Q1 组相比,骨质疏松检出风险不具有统计学意义(95%CI 跨过 1),而在矫正年龄后骨质疏松检出风险升高(95%CI 未跨 1)。提示,BMI、BRI、WHtR、WR 和腰围最高的男性人群发生骨质疏松的风险低于上述指标较低的人群,即体型最胖的男性人群发生骨质疏松的风险偏低。

### 2.4 不同肥胖检测方法对男性骨质疏松的诊断价值

如表 4 所示,腰围、BMI、ABSI、WHtR、BRI、WHR 对骨质疏松检出存在潜在的预测价值,其中 BMI 的 AUC 最高,为 0.606,但仍不足 0.7,故诊断价值不足。

表 3 不同肥胖检测方法与男性骨质疏松的关系

Table 3 Associations between anthropometric parameters and osteoporosis in the male participants

| Parameter | Group | <i>n</i> | Osteoporosis/<br>case (%) | Unadjusted OR<br>(95% CI) | Adjusted OR<br>(95% CI) * |
|-----------|-------|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| BMI       | Q1    | 2 292    | 208 (9.1)                 | 1                         | 1                         |
|           | Q2    | 2 276    | 120 (5.3)                 | 0.558 (0.442-0.704)       | 0.587 (0.465-0.742)       |
|           | Q3    | 2 230    | 109 (4.9)                 | 0.498 (0.392-0.633)       | 0.534 (0.420-0.680)       |
|           | Q4    | 2 267    | 88 (3.9)                  | 0.405 (0.313-0.523)       | 0.443 (0.342-0.574)       |
| BRI       | Q1    | 2 278    | 181 (7.9)                 | 1                         | 1                         |
|           | Q2    | 2 311    | 129 (5.6)                 | 0.685 (0.542-0.865)       | 0.695 (0.550-0.879)       |
|           | Q3    | 2 248    | 104 (4.6)                 | 0.562 (0.438-0.721)       | 0.565 (0.441-0.725)       |
|           | Q4    | 2 298    | 111 (4.8)                 | 0.588 (0.461-0.750)       | 0.580 (0.454-0.740)       |
| WHtR      | Q1    | 2 278    | 181 (7.9)                 | 1                         | 1                         |
|           | Q2    | 2 311    | 129 (5.6)                 | 0.685 (0.542-0.865)       | 0.695 (0.550-0.879)       |
|           | Q3    | 2 297    | 105 (4.6)                 | 0.555 (0.433-0.711)       | 0.558 (0.435-0.715)       |
|           | Q4    | 2 249    | 110 (4.9)                 | 0.596 (0.467-0.761)       | 0.587 (0.460-0.751)       |
| WHR       | Q1    | 2 286    | 159 (7.0)                 | 1                         | 1                         |
|           | Q2    | 2 285    | 131 (5.7)                 | 0.814 (0.641-1.033)       | 0.836 (0.658-1.063)       |
|           | Q3    | 2 271    | 126 (5.5)                 | 0.786 (0.617-1.000)       | 0.811 (0.637-1.033)       |
|           | Q4    | 2 293    | 109 (4.8)                 | 0.668 (0.519-0.858)       | 0.664 (0.516-0.854)       |
| ABSI      | Q1    | 2 284    | 116 (5.1)                 | 1                         | 1                         |
|           | Q2    | 2 284    | 116 (5.1)                 | 1.000 (0.768-1.302)       | 0.987 (0.757-1.286)       |
|           | Q3    | 2 286    | 120 (5.2)                 | 1.035 (0.797-1.346)       | 0.995 (0.765-1.294)       |
|           | Q4    | 2 281    | 173 (7.6)                 | 1.534 (1.203-1.955)       | 1.369 (1.069-1.751)       |
| WC        | Q1    | 2 654    | 202 (7.6)                 | 1                         | 1                         |
|           | Q2    | 2 183    | 106 (4.9)                 | 0.619 (0.486-0.789)       | 0.644 (0.505-0.822)       |
|           | Q3    | 2 049    | 111 (5.4)                 | 0.695 (0.547-0.883)       | 0.734 (0.577-0.933)       |
|           | Q4    | 2 249    | 106 (4.7)                 | 0.600 (0.471-0.765)       | 0.634 (0.497-0.809)       |
| Height    | Q1    | 2 566    | 141 (5.5)                 | 1                         | 1                         |
|           | Q2    | 2 295    | 120 (5.2)                 | 0.949 (0.739-1.219)       | 1.044 (0.811-1.345)       |
|           | Q3    | 2 242    | 143 (6.4)                 | 1.172 (0.922-1.489)       | 1.382 (1.081-1.766)       |
|           | Q4    | 2 032    | 121 (6.0)                 | 1.089 (0.848-1.399)       | 1.357 (1.047-1.758)       |

BMI, WC, WHR, ABSI, BRI and WHtR denote the same as those in table 1. OR: Odds ratio; CI: Confidence interval. \* The OR was adjusted by age

表 4   不同肥胖检测方法 ROC 曲线分析的曲线下面积  
Table 4   AUC of ROC curves of anthropometric parameters for detecting osteoporosis

| Parameter | AUC (95% CI)        |
|-----------|---------------------|
| Height    | 0.519 (0.494-0.545) |
| WHR       | 0.545 (0.519-0.571) |
| ABSI      | 0.550 (0.523-0.577) |
| WC        | 0.555 (0.529-0.582) |
| BRI       | 0.568 (0.541-0.594) |
| WHtR      | 0.568 (0.541-0.594) |
| BMI       | 0.606 (0.580-0.632) |

BMI, WC, WHR, ABSI, BRI, WHtR, OR and CI denote the same as those in table 1. AUC: Area under curve

3   讨论

肥胖作为一种多因素引起的慢性代谢性疾病<sup>[1-2]</sup>,是包括心血管疾病、脂肪肝、糖尿病等在内的多种疾病的危险因素,可显著增加患者的死亡风险。然而流行病学研究中却发现,人群的死亡率并非与体质量呈完美的线性相关<sup>[4]</sup>,即一定程度的体质量增加反而可能降低死亡风险。这一现象被称为“肥胖悖论”<sup>[4]</sup>。目前,尚无对“肥胖悖论”的完美解释。本研究提示,肥胖可能作为中老年男性骨质疏松的潜在保护性因素,即肥胖人群患骨质疏松的风险更低。这与以往的一些研究结果相一致<sup>[12]</sup>。尽管女性骨质疏松患病率更高,但男性骨质疏松相关骨折的死亡率却显著高于女性<sup>[13-14]</sup>。与此同时,男性骨质疏松症往往被医生和患者忽视,致使大量患者并未得到及时诊断和治疗<sup>[15]</sup>。流行病学调查显示,美国男性骨质疏松症的患病率在白人大致为 6%、非裔 5%、西班牙裔 3%<sup>[16]</sup>。在我国,骨质疏松的患病率约为 5.5%<sup>[17]</sup>,本研究中,成都地区 50 岁以上男性体检人群中骨质疏松症的检出率为 5.75%。这些结果均提示,骨质疏松可能是我国中老年男性的重要死亡原因。而男性肥胖患者同时患骨质疏松的风险较低,有可能部分解释“肥胖悖论”的现象。

然而,也有学者指出,作为肥胖并发症的 2 型糖尿病则是骨质疏松的高危因素,长期的高血糖可能导致骨组织代谢障碍,从而增加骨质疏松的发生风险<sup>[18]</sup>。目前,研究者对于肥胖对骨质疏松风险的保护的解释,主要有两种。一种解释为,体质量较高的人体骨骼承受的负荷较大,而骨骼负重会直接转化为机械应力刺激骨的形成,并抑制骨吸收,从而有利于提高骨强度和骨矿含量<sup>[19]</sup>。另一种解释为,由于体质量的组成成分不但包含脂肪,也包含肌肉、骨

骼,而肌肉量与骨密度相比脂肪由于密度更高,可能对体质量的贡献更大<sup>[20]</sup>。第二种解释即引出一种质疑,即流行病学研究中观察到的这些“肥胖”患者,可能是由于不合并骨质疏松,而具有更高的肌肉和骨骼质量,导致检测出的体质量较高而被诊断为“肥胖”,而并非过多脂肪堆积的真正的肥胖。

本研究中,所有肥胖检测方法的指标均与骨质疏松的检出有关。除 ABSI 与身高之外,其他参数(如 BMI、腰围、WHR、WHtR、BRI 等)均随其值的增高,骨质疏松的检出风险降低。其中腰围、WHR、WHtR 在计算时均不使用体质量,不受肌肉骨骼质量的影响。而 ABSI 也经腰围等矫正,反映了患者的综合体质成分。这些非体质量依赖的肥胖诊断方法均证实肥胖与骨质疏松的相关性,提示中老年男性患者中肥胖与骨质疏松所呈现的负相关不能完全被肌肉骨骼质量的混杂因素解释,不支持前段所述的质疑。同时,在本研究中,经年龄矫正与未经年龄矫正的结果趋于一致,提示肥胖很可能是骨质疏松重要的独立低风险因素,即体质量负荷对骨矿化的强化作用可能可以抵消并超过高血糖相关代谢障碍对骨代谢的损害。然而,尽管本研究证据支持肥胖可能是男性骨质疏松的一种保护因素,但不能抵消肥胖对机体糖代谢等多个系统的损害风险。

本研究显示,BMI 的 ROC 曲线 AUC 在所有肥胖检测指标中最大(AUC 0.550; 95%CI:0.580~0.632)。虽然该结果不足以支持其作为骨质疏松的诊断依据,但也提示其可以在今后纵向研究中作为骨质疏松的备选预测因素。在既往的大型队列研究中,ABSI 被认为相比腰围和 BMI,具有对死亡更好的预测作用<sup>[7]</sup>。但结合本研究结果,传统肥胖评价指标 BMI 相比 ABSI 对我国中老年男性骨质疏松具有更好的预测价值。而我国报道中 ABSI 与糖尿病的相关性也不具有优势<sup>[21]</sup>。这提示,BMI 而非 ABSI 在中国人群中可能具有更强的临床意义。

但本研究也存在不足之处:①本研究为横断面研究,不能进行因果分析,需要纵向队列研究进一步引证这些人体测量参数对男性骨密度的预测价值;②研究人群来自体检人群,与一般社区人群可能存在一定差异;③本研究未考虑继发性骨质疏松病因、生活方式、合并疾病等骨质疏松潜在影响因素,缺少对这些参数的矫正可能存在一些未校正的混杂因素;④本研究的骨密度采用手指骨密度的监测,并非腰椎髌部双能 X 线骨密度测量,因此存在测量误差

的可能性。

综上所述,在中老年男性人群中,肥胖与骨质疏松呈现负相关。各种肥胖检测指标(如 BMI、腰围、ABSI、WHtR、BRI、WHR 等)均与骨质疏松的检出风险有关,其中 BMI 的 ROC 曲线 AUC 最大,在今后的研究中 BMI 可以作为骨质疏松潜在的备选预测因素,从而进行进一步分析。

## 参 考 文 献

- [1] GARVEY WT, GARBER AJ, MECHANICK JI, *et al.* American association of clinical endocrinologists and american college of endocrinology consensus conference on obesity: building an evidence base for comprehensive action. *Endocr Pract*,2014,20(9):956-976.
- [2] GARVEY WT, GARBER AJ, MECHANICK JI, *et al.* American association of clinical endocrinologists and american college of endocrinology position statement on the 2014 advanced framework for a new diagnosis of obesity as a chronic disease. *Endocr Pract*,2014,20(9):977-989.
- [3] 中国肥胖问题工作组数据汇总分析协作组. 我国成人体重指数和腰围对相关疾病危险因素异常的预测价值:适宜体重指数和腰围切点的研究. *中华流行病学杂志*,2002,23(1):5-10.
- [4] DORNER TE, RIEDER A. Obesity paradox in elderly patients with cardiovascular diseases. *Int J Cardiol*,2012,155(1):56-65.
- [5] 李晓玲,朱旅云,胡丽叶,等. 肥胖人群体脂含量、分布与代谢综合征组分关系的 7 年随访研究. *实用医学杂志*,2009,25(1):93-95.
- [6] FENG RN, ZHAO C, WANG C, *et al.* BMI is strongly associated with hypertension, and waist circumference is strongly associated with type 2 and dyslipidemia, in northern Chinese adults. *J Epidemiol*,2012,22(4):317-323.
- [7] KRAKAUER NY, KRAKAUER JC. A new body shape index predicts mortality hazard independently of body mass index. *PLoS One*, 2012, 7 ( 7 ): e39504 [ 2016-10-25 ]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/pmid/22815707/>. doi: 10.1371/journal.pone.0039504.
- [8] KANIS JA, MELTON L, 3rd, CHRISTIANSEN C, *et al.* The diagnosis of osteoporosis. *J Bone Miner Res*,1994,9(8):1137-1141.
- [9] 徐 彤,王学宏,栾 霞. 青岛市 4434 例正常人群骨密度测定分析. *中国骨质疏松杂志*,2011,17(10):896-898.
- [10] BECK TJ, PETIT MA, WU G, *et al.* Does obesity really

make the femur stronger? BMD, geometry, and fracture incidence in the women's health initiative-observational study. *J Bone Miner Res*,2009,24(8):1369-1379.

- [11] THOMAS DM, BREDLAU C, BOSY-WESTPHAL A, *et al.* Relationships between body roundness with body fat and visceral adipose tissue emerging from a new geometrical model. *Obesity*,2013,21(11):2264-2271.
- [12] MOSCA LN, DA SILVA VN, GOLDBERG TB. Dose excess weight interfere with bone mass accumulation during adolescence? *Nutrients*,2013,5(6):2047-2061.
- [13] HAENTJENS P, MAGAZINER J, COLON E, *et al.* Meta-analysis: excess mortality after hip fracture among older women and men. *Ann Intern Med*,2010,152(2):380-390.
- [14] NELSON B, WATTS S. Osteoporosis in men. *Endocr Pract*,2013,10(4):33-34.
- [15] JIANG HX, MAJUMDAR SR, DICK DA, *et al.* Development and initial validation of a risk score for predicting in-hospital and 1-year mortality in patients with hip fractures. *J Bone Miner Res*,2005,20(3):494-500.
- [16] LIU H, PAIGE NM, GOLDZWEIG CL, *et al.* Screening for osteoporosis in men: a systematic review for an American College of Physicians Guideline. *Ann Intern Med*,2008,148(9):685-701.
- [17] WANG Y, TAO Y, HYMAN ME, *et al.* Osteoporosis in China. *Osteoporos Int*,2009,20(10):1651-1662.
- [18] NAPOLI N, CHANDRAN M, PIERROZ DD, *et al.* Mechanisms of diabetes mellitus-induced bone fragility. *Nat Rev Endocrinol*, 2016 Sep 23 [2016-10-25]. <http://www.nature.com/nrendo/journal/vaop/ncurrent/full/nrendo.2016.153.html>. doi: 10.1038/nrendo.2016.153.
- [19] 于爱红,陈祥述,孙伟杰,等. 体重、身高及体重指数与双能 X 线骨密度仪和定量 CT 测量腰椎骨密度的关系. *中国医学影像学杂志*,2011,19(12):909-911.
- [20] VANDEWALLE S, TAES Y, VAN HELVOIRT M, *et al.* Bone size and bone strength are increased in obese male adolescents. *J Clin Endocrinol Metab*, 2013, 98(7):3019-3028.
- [21] CHANG Y, GUO X, CHEN Y, *et al.* A body shape index and body roundness index: two new body indices to identify diabetes mellitus among rural populations in northeast China. *BMC Public Health*, 2015(15):794 [2016-10-25]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/pmid/26286520/>. doi: 10.1186/s12889-015-2150-2.

(2016-11-06 收稿,2016-11-19 修回)

编辑 余 琳