

# 青年女性肌力、身体成分与骨密度的关联性研究\*

谭思洁<sup>1</sup> 曹立全<sup>1</sup> 陈文政<sup>2</sup>

## 摘要

**目的:**通过对青年女性不同部位肌力、身体成分、BMD的同步综合性实验,探讨它们之间的确切关联,为骨质疏松早期干预和女性体质改善提供依据。

**方法:**25—44岁女性(5岁分组),进行仰卧推举、负重蹲起、负重屈肘的1RM和仰卧推举15RM、仰卧举腿等肌力与耐力测试;同步使用GE双能X线骨密度仪进行全身、正位脊柱(L2—L4)、双侧股骨颈BMD及体脂百分比、肌肉含量等身体成分测定。

**结果:**青年女性30岁以后,体重和体脂百分比有明显上升,BMD水平在30岁左右最高。仰卧推举与全身BMD值的相关系数为0.344—0.728。40—44岁年龄组仰卧举腿次数与正位脊柱BMD相关系数为0.726( $P<0.05$ ),提示随着年龄的增大,腰腹肌肉耐力可在一定程度上影响正位脊柱BMD水平。

**结论:**青年女性的上肢和胸背部最大肌力、胸背部、腰腹部肌肉耐力与骨密度关系密切,提示加强这部分肌力练习的针对性,对于提高全身BMD有更为积极的作用;青年女性从40岁左右开始全身BMD水平下降明显,其中股骨颈的BMD下降更早;增加肌肉含量对提高骨密度水平有直接作用。

**关键词** 肌肉力量;身体成分;骨密度

中图分类号:R681 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2012)-10-903-05

**Association of muscle strength, endurance, body composition and bone mineral density in young women/  
TAN Sijie, CAO Liquan, CHEN Wenzheng//Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2012, 27(10): 903—907**

## Abstract

**Objective:** To investigate the association of bone mineral density (BMD) and muscle strength, endurance, body composition by the synchronization comprehensive experiments in young women, to provide the evidence of rehabilitation of osteoporosis and the improvement of female physique.

**Method:** In this study 106 women with age 25—44 were evaluated. All the subjects performed maximum muscle strength tests (1RM bench press, 1RM weight squat, 1RM biceps curl) and muscle endurance tests (supine leg raise, 15RM bench press, et al). Body composition (lean mass, fat mass, and fat percent) and BMD of lumbar spine (L2—L4), femoral neck, and total body were measured by dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA).

**Result:** When the young women were after age 30, body mass and body fat percent increased obviously, BMD in 30 years old or so reached the peak level. The correlation coefficient of bench press and whole body BMD was 0.344—0.728. The correlation coefficient of supine leg raise and lumbar spine BMD was 0.726( $P<0.05$ ) in 40—44 age group. The increase of age, lumbar abdomen muscle endurance in a certain extent impacted lumbar spine BMD level.

**Conclusion:** BMD was associated with the maximum muscle strength of upper limbs, chest and back, as well as the muscle endurance of chest and back, waist and abdomen in young women. It suggested that muscle strength—

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2012.10.003

\*基金项目:教育部人文社会科学研究一般项目(11YJAZH081)

1 天津体育学院,天津,300381; 2 天津市第三十二中学

作者简介:谭思洁,女,教授; 收稿日期:2012-02-21

ening interventions may contribute to the bone health. The whole body BMD begin to decrease significantly in young women aged 40, the femoral neck BMD levels decrease earlier. The increase of muscle mass may has a direct effect in improving BMD level.

**Author's address** Tianjin university of sport, Tianjin thirty-two school, Tianjin, 300381

**Key word** muscle strength; body composition; bone mineral density

以往的研究证实,骨密度(bone mineral density, BMD)的变化与遗传、环境、运动、营养等都有较大关联<sup>[1-2]</sup>。近年人们更为关注肌肉力量对骨密度的影响,认为作用于骨骼的机械负荷大小是骨重建的重要因素,肌肉发达者骨骼粗壮,BMD高;肌力可以作为BMD水平的一个独立预测因素<sup>[3]</sup>,然而也有研究得出不同的结果,如Rock等<sup>[4]</sup>对10名女性进行持续数月的肌力练习后,发现受试者腰椎BMD降低了3.96%,他们认为肌力对骨密度的影响还需进一步深入研究。

再有,身体成分对骨密度变化的影响也不断受到研究者的关注,一些研究认为,瘦体重和脂肪均可影响BMD,因此BMD的高低与体重成正相关,进而提出肥胖是骨量的保护因素<sup>[5-7]</sup>。但另有研究证实,肌肉组织量才有利于BMD的增加,而体脂肪与BMD成负相关<sup>[8]</sup>。因此,肌力、身体成分与BMD之间的关联性还需进行深入的探讨,迄今,尚无综合性实验对其进行必要的论证。

一般认为,只有中老年人存在骨量减少,但已有研究发现骨质疏松症在年轻时期就已存在<sup>[9-10]</sup>。尤见于青年女性。本文通过对女青年不同部位肌力,身体成分、BMD的同步实验,探讨它们之间的确切关联,旨在为骨质疏松症早期干预和女性体质改善提供依据。

## 1 对象与方法

### 1.1 受试者

25—44岁健康女性106人,间隔5岁分组,排除有专业运动训练史及骨关节疾病者,实验前受试者自愿签署《知情同意书》。

### 1.2 测试指标与方法

**1.2.1 骨密度和身体成分测试:**测试仪器采用GE双能X线骨密度仪(美国)。

选取指标:全身、正位脊柱(L2—L4)、左侧股骨颈、右侧股骨颈BMD值以及全身脂肪含量、瘦体重、

体脂百分比等。

**1.2.2 肌力测试使用仪器:**杠铃片、史密斯架、电子握力仪、秒表等。

受试者测试前进行培训,熟悉和掌握测试方法,测试前完成充分的准备活动。

最大肌力测试(1RM)指标:握力(右利手)、仰卧推举、负重蹲起、负重屈肘,测试方案如表1。

表1 1RM测试方案

关键问题	实施方案
初始负荷	仰卧推举:女性40%—60%体重 负重蹲起:女性75%—100%体重 负重屈肘:仰卧推举的初始负荷一半
间歇时间	3—5min
技术熟悉次数	2—3次

肌肉耐力测试指标:15RM仰卧推举、仰卧举腿次数、1min连续深蹲起次数。

### 1.3 统计学分析

所有实验数据使用SPSS 16.0软件进行统计分析,计算平均数、标准差,差异显著性检验、相关度分析等,差异显著性水平取 $P < 0.05$ 。

## 2 结果

### 2.1 身体成分测试结果

表2可见,30岁以后,体重和体脂百分比有明显上升( $P < 0.05$ );骨矿含量在40岁以后呈现明显下降( $P < 0.05$ )。

### 2.2 骨密度测试结果

表3显示,全身及股骨颈BMD在25岁左右处于峰值时期,正位脊柱BMD值在30岁左右达到峰值,40岁以后出现明显下降( $P < 0.05$ )。

### 2.3 肌力测试结果

表4可知,肌力与肌肉耐力在25岁左右处于峰值时期,最大肌力在40岁以后出现下降,其中下肢肌力下降最为明显。下肢和腰腹肌肉耐力在30岁就已经出现下降,见表5。

### 2.4 肌力与骨密度相关性

表6可见,上肢和躯干肌力与全身BMD值存在

表2 不同年龄身体成分变化 ( $\bar{x}\pm s$ )

	25—29岁 (n=36)	30—34岁 (n=26)	35—39岁 (n=22)	40—44岁 (n=22)
身高(cm)	160.6±5.3	160.9±3.8	158.3±2.96	160.4±5.93
体重(kg)	52.8±5.1	59.7±7.98	60.8±7.85	59.3±9.07
脂肪含量(kg)	13.38±3.98	19.73±4.98	19.98±4.42	20.15±6.85
瘦体重(kg)	36.95±2.98	36.78±3.32	38.37±3.82	38.18±3.79
全身骨矿含量(kg)	2.32±0.39	2.33±0.30	2.33±0.33	2.17±0.38 <sup>①</sup>
体脂(%)	26.19±5.71	34.23±4.69	34±3.02	34.6±5.13

与35—39岁组比较:①P<0.05

表4 不同年龄最大肌力变化 ( $\bar{x}\pm s$ )

	25—29岁 (n=36)	30—34岁 (n=26)	35—39岁 (n=22)	40—44岁 (n=22)
握力(kg)	28.6±4.29	28.5±4.12	26.5±5.13	24.0±6.23
仰卧推举(kg)	39.2±7.78	34.9±5.33	36.2±7.63	32.9±5.77
负重蹲起(kg)	64.8±15.27	63.0±8.53	63.0±16.2	55.4±15.9
负重屈肘(kg)	20.8±2.5	20.7±2.63	20.3±3.53	19.1±2.7

与35—39岁组比较:①P<0.05

表3 不同年龄BMD值变化 ( $\bar{x}\pm s$ )

	25—29岁 (n=36)	30—34岁 (n=26)	35—39岁 (n=22)	40—44岁 (n=22)
全身(g/cm <sup>2</sup> )	1.14±0.12	1.12±0.05	1.13±0.08	1.05±0.07
正位脊柱(g/cm <sup>2</sup> )	1.15±0.13	1.23±0.13	1.23±0.2	1.09±0.11 <sup>①</sup>
右侧股骨颈(g/cm <sup>2</sup> )	1.05±0.15	1.05±0.14	0.98±0.1	0.89±0.1
左侧股骨颈(g/cm <sup>2</sup> )	1.05±0.14	1.03±0.09	0.97±0.1	0.87±0.1

与35—39岁组比较:①P<0.05

表5 不同年龄肌肉耐力变化 ( $\bar{x}\pm s$ )

	25—29岁 (n=36)	30—34岁 (n=26)	35—39岁 (n=22)	40—44岁 (n=22)
仰卧推举(kg)	25.6±6.83	23.9±3.55	25.4±4.03	23.5±3.39
仰卧举腿(次)	29.0±14.9	19.7±8.35 <sup>①</sup>	19.4±10.37	15.9±5.77
深蹲(次)	42.3±5.98	35.4±5	35.6±6.02	36.5±3.67

与25—29岁组比较:①P<0.05

表6 最大肌力(1RM)与不同部位BMD相关系数 (r)

	握力				仰卧推举				负重屈肘				负重蹲起			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
全身	0.504 <sup>①</sup>	.477	0.674 <sup>①</sup>	0.302	0.481 <sup>①</sup>	0.389	0.728 <sup>①</sup>	0.344	0.174	0.520	0.460	-0.209	0.345	0.251	0.236	0.419
正位脊柱	0.325	.094	0.441	0.188	0.402	0.388	0.514 <sup>①</sup>	0.127	0.241	0.452	0.511	-0.614	0.285	0.000	0.168	-0.063
右侧股骨颈	0.243	.260	0.449	0.099	0.375	0.527	0.715 <sup>①</sup>	0.275	-0.101	0.561 <sup>①</sup>	0.536	-0.458	0.123	0.306	0.255	0.426
左侧股骨颈	0.272	.110	0.472	-0.047	0.266	0.553 <sup>①</sup>	0.748 <sup>②</sup>	0.265	-0.123	0.511	0.546	-0.246	-0.095	0.259	0.243	0.249

1代表25—29岁年龄组,2代表30—34岁年龄组,3代表35—39岁年龄组,4代表40—44岁年龄组;①P<0.05,②P<0.01

表7 肌肉耐力与不同部位BMD相关系数 (r)

	仰卧推举				仰卧举腿				连续深蹲起			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
全身	0.546 <sup>①</sup>	0.457	0.552	0.012	0.422	0.272	0.568	0.501	0.646 <sup>②</sup>	0.269	0.366	0.258
正位脊柱	0.311	0.395	0.604 <sup>①</sup>	0.107	0.125	0.469	0.420	0.726 <sup>①</sup>	0.442	0.237	0.343	0.122
右侧股骨颈	0.467	0.545	0.525	0.113	0.351	0.316	0.554	0.544	0.477 <sup>①</sup>	0.461	0.397	0.493
左侧股骨颈	0.286	0.595 <sup>①</sup>	0.497	0.037	0.028	-0.094	0.562	0.268	0.348	0.568 <sup>①</sup>	0.311	0.420

1代表25—29岁年龄组,2代表30—34岁年龄组,3代表35—39岁年龄组,4代表40—44岁年龄组;①P<0.05,②P<0.01

表8 不同年龄身体成分与全身骨密度相关系数 (r)

年龄	体重(kg)	全身脂肪含量(kg)	瘦体重(kg)	体脂百分比
25—29岁	0.516 <sup>①</sup>	-0.077	0.782 <sup>②</sup>	-0.265
30—34岁	0.716 <sup>②</sup>	0.720 <sup>②</sup>	0.576 <sup>①</sup>	0.644 <sup>①</sup>
35—39岁	0.691 <sup>②</sup>	0.490	0.797 <sup>②</sup>	0.202
40—44岁	0.748 <sup>②</sup>	0.389	0.594 <sup>①</sup>	0.363

注:①P<0.05,②P<0.01

一定的相关性,而测量下肢肌力的负重蹲起与各部位BMD相关系数无显著性。

表7结果显示,40—44岁年龄组仰卧举腿次数与正位脊柱BMD呈显著性相关,其他年龄组均无显著性相关,提示随着年龄的增大,腰腹肌肉耐力可在一定程度上影响正位脊柱BMD水平;25—29岁年龄组连续蹲起次数值与全身及股骨颈BMD呈中度以

上相关(P<0.01),而35岁后下肢肌肉耐力与各部位BMD值无显著相关。

### 2.5 身体成分与骨密度相关性

表8可见,各年龄组体重、瘦体重与全身BMD均存在显著正相关性(P<0.05),全身脂肪含量、体脂百分比与全身BMD则呈现不规律的相关性变化,提示瘦体重是影响全身BMD水平的重要因素。

### 3 讨论

肌肉的丢失和肌力的下降是造成功能障碍的重要方面,并可能造成更深远的影响,包括跌倒、骨质疏松症、生存质量下降、死亡和健康费用支出等。美国运动医学会认为干预骨质疏松症,最好是力量性项目

与耐力性项目结合以达到增加肌力来进行干预<sup>[11]</sup>。力量练习和测试均有较大的针对性,因此,无论从实验的角度还是制定练习方案都应尽量选取该肌肉作为原动肌进行肌力水平的测试,而且在不同的年龄段应关注不同部位肌力的保持和发展。其中动力性力量测试被称为最实用的功能性肌力评定方法,它的最大优点是更贴近人们维持良好体质所需要的肌力水平,而且测试相对简便,不需要特别昂贵的设备,美国已经把最大等张肌力(1RM)测试用于国民体质健康评价<sup>[12]</sup>。所以本研究力量测试选用的是动力性的涵盖全身不同部位的最大力量及力量耐力测试指标,可以全面反映人体的力量水平。

在骨密度和身体成分测试中,双能X线吸收法是近年发展起来的一种新方法<sup>[13]</sup>,该方法可推断和计算出人体全身及区分不同部位的BMD、脂肪和肌肉含量。本研究通过双能X线法对受试者进行全身、正位脊椎、双侧股骨颈BMD及体脂百分比、肌肉含量等指标进行测定,用此方法得出相应部位的测量数据进行与动力性最大肌力和肌肉耐力之间的关联性研究将更为深入和更有利于把研究结果应用于力量练习方案的设计,使练习者获得更好的康复效果。

通过表6可以看出,在所选定四种力量测试方法中,仰卧推举在各年龄段与全身BMD和正位脊椎、双侧股骨颈BMD均具有较高的相关性( $r=0.265-0.748, P<0.05, P<0.01$ ),另外,负重屈肘在30—34岁、35—39岁两个年龄段与BMD具有显著相关( $r=0.452-0.561, P<0.05$ ),而握力与负重蹲起与BMD的相关不够规律或没有表现出较高的相关度,这与一些研究结果相似<sup>[14]</sup>。仰卧推举与负重屈肘是反映人体胸背部和上肢肌力的常用指标,本研究结果提示,对于中青年女性来说,这两种肌力水平对于BMD有更大的作用。

目前,有关耐力性运动对骨密度影响的研究相对少,且研究结果之间存在较大的差异。如Rockwell等<sup>[15]</sup>的研究发现绝经前妇女进行肌肉耐力练习后腰椎的BMD没有改善,甚至降低3.96%;而Lane等<sup>[16]</sup>的研究证实,耐力性练习使女性骨密度增加约4%。本研究选取了三种肌肉耐力测试方法,分别为15RM的仰卧推举、仰卧举腿(腰腹部肌肉耐力)、连

续深蹲起(下肢肌肉耐力),测试动作基本涵盖了全身肌肉。表7可以看出,仍是表达胸背部肌力的仰卧推举和表达腹部肌肉耐力的仰卧举腿在大多数年龄组与BMD呈现高相关度,其中仰卧举腿随年龄增大与正位脊柱BMD相关性上升;这进一步提示,为保持较好的BMD水平,中青年女性应特别注意上肢和躯干部位肌力和肌肉耐力的练习。

一些研究证实,体重、瘦体质量和脂肪均可以影响骨密度,因而认为体重的增加会对骨密度产生积极的影响,如有研究认为肥胖对骨量是一个保护因素,肥胖患者的骨密度较正常人群要高,肥胖者骨骼负重和体内较多的脂肪组织可以提高芳香化酶的作用而使循环中雌激素水平较高,从而增加骨密度<sup>[17-18]</sup>。还有研究显示女性脂量与骨密度关系显著,瘦体质量与骨密度无明显关系<sup>[19]</sup>。低体重常伴随低含量骨矿,可能会影响成人期骨密度峰值,以至增加老年期发生骨质疏松的危险性<sup>[20]</sup>。但实际上,总体重对BMD的影响还存在争议,如Blum等<sup>[21]</sup>的实验是在排除体质量对骨密度的影响后,发现体脂与骨密度呈负相关;还有研究则显示青年女性的瘦体重比体脂含量更能决定骨密度变异的大小<sup>[22-23]</sup>。

本研究结果显示,肌肉含量对BMD的影响更为显著,因此,通过体育锻炼,改善人体的体成分,增加肌肉含量是改善提高BMD更为有效的方法。特别是对于女性来说,其无机盐含量较少,骨密度厚度较薄,丢失钙的速度比男性快,负荷刺激可以有效的提高成骨细胞活性。本研究证实,青年女性的BMD水平在30岁左右最高,从40岁左右开始全身BMD水平明显下降,这也与Thommesen<sup>[24]</sup>对国外人群的研究结果基本一致,因此,女性应该高度重视这个时期。再有本研究结果还提示,作为人们容易骨折的左右侧股骨颈部位,骨量丢失的现象更为提前,在35岁左右就有较明显的骨量丢失现象,因此应提前对左右侧股骨颈的骨质疏松进行检测和预防。

#### 4 结论

①青年女性的上肢和胸背部最大肌力、胸背部、腰腹部肌肉耐力与骨密度关系密切,提示加强这部分肌力练习的针对性,对于提高全身BMD有更为积极的作用。②肌肉含量与全身BMD具有中度或高

度的相关性,提示增加肌肉含量对提高骨密度水平有直接作用。③青年女性的BMD水平在30岁左右最高,从40岁左右开始全身BMD水平下降明显,其中股骨的BMD水平下降更早。

### 参考文献

- [1] 许洁,赵东宝,刘文斌,等. 上海市社区中老年人骨密度相关影响因素研究[J].中国康复医学杂志,2010,25(1):68—69.
- [2] 杨霖,杨永红,何成奇. 骨质疏松症的康复评定[J].中国康复医学杂志,2006,21(12):1140—1142.
- [3] Pocock N,Eisman J,Gwinn T, et al. Muscle strength, physical fitness, and weight but not age predict femoral neck bone mass[J]. Bone Miner Res,1989,4(3):441—448.
- [4] Rock well JC, Sorensen AM, Baker S, et al. Weight training decreases vertebral bone density in premenopausal women: a prospective study[J]. J Clin Endocrinol Med, 1990,71.
- [5] 邢晨芳,周伟文.影响女子骨密度因素[J].中国妇幼保健,2008,23: 1453—1454.
- [6] Pruitt LA, Taaffe DR,Marcus R. Effects of one-year high-intensity versus low intensity resistance training program on bone mineral density in older women[J]. Journal of bone and mineral research,1995,10(11):1788—1795.
- [7] Witzke KA,Snow CM. Effects of plyometric jump training on bone mass in adolescent girls[J]. Mde Sci Sports Exerc,2000, 32:1051—1057.
- [8] Martin A,David V,Malaval L,et al.Opposite effects of leptin on bone metabolism:a dose-dependent balance related to energy-intake and insulinlike growth factor-I pathway[J]. Endocrinology,2007,148(7):3419—3425.
- [9] Taaffe DR, Robinson TL, Snow CM,et al. High-impact exercise promotes bone gain in well-trained female athletes[J]. Journal of bone and mineral research,1997,12(2):255—261.
- [10] Creighton DL, Morgan AL, Boardley D, et al.Weight-bearing exercised markers of bone turnover in female athletes[J]. J Appl Physiol 2001,90(2):65—570.
- [11] Larnos G,Baillon LG. An evaluation of bone mineral density in Australian women of Asian descent[J]. AustralasRadiol, 1998,42: 341—343.
- [12] Walter R. Thompson, Neil F. Gordon MD, Linda S. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription , 8e [M]. American College of Sports Medicine, 2010.
- [13] Lee SY,Gallagher D.Assessment methods in human body composition[J]. Curr Opin Clin Nutr Metab Care,2008 11(5):566—572.
- [14] 张林. 女大学生骨质状况调查与相关影响因素分析[J]. 中国体育科技,2007,43(2):15—20.
- [15] Rockwell JC, Sorensen AM, Baker S, et al. Weight training decreases vertebral bone density in premenopausal women: a prospective study[J]. J Clin Endocrinol Med,1990,71.
- [16] Lane NE, Bloch DA, Jones HH, et al. Long-distance running, bone density and osteoarthritis[J]. JAMA, 1986, 255(9): 1147—1151.
- [17] Baskin ML, Ard J, Franklin F, et al. Prevalence of obesity in the United States[J].Obes Rev,2005,6:5—7.
- [18] Hla MM, Davis JW, Ross PD, et al. A multicenter study of the influence of fat and lean mass on bone mineral content; evidence for differences in their relative influence at major fracture sites[J]. Am J Clin Nutr,1996,64(3):354—360.
- [19] Reid IR, Plank LD, Evants MC. Fat mass is an important determinant of whole body bone density in premenopausal women but not in men[J]. J Clin Endocrinol Metab,2002,75: 779—782.
- [20] Larnos G, Baillon LG. An evaluation of bone mineral density in Australian women of Asian descent[J]. Australas Radiol, 1998,42:341—343.
- [21] Blum M, Harris SS, Must A, et al. Leptin, body composition and bone mineral density in premenopausal women[J].Caleif Tissue Int,2003,73(1):27—32.
- [22] Wang MC, Bacherch LK, Van Loan M, et al. The relative contributions of lean tissue mass and fat mass to bone density in young women[J]. Bone,2005,37(4):474—481.
- [23] 李远能,陈湘定,雷署丰,等.绝经前的健康女性中瘦体重、体脂含量和骨密度的关系[J].湖南师范大学自然科学学报,2007,30 (1):107—109.
- [24] Thommesen L, Stunes AK, Monjo M, et al. Expression and regulation of resistin in osteoblasts and osteoclasts indicate a role in bone metabolism[J].J CellBiochem,2006,99(3):824—834.