

· 论著 ·

肌肉强度和肌肉质量与绝经后女性骨密度的相关性研究

吴小宝* 陈微 周超

中国人民解放军第九二医院骨伤科, 福建 南平 353000

中图分类号: R589 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2019) 07-0942-05

摘要: **目的** 探索绝经后女性肌肉强度和肌肉质量与骨密度相关性。**方法** 分析了 2014 年 3 月至 2017 年 8 月在我院就诊的 340 名绝经后妇女。使用双能量 X 射线吸收测定法检测股骨颈和腰椎骨密度 (bone mineral density, BMD)、全身骨密度和四肢骨骼肌肌肉量 (appendicular skeletal muscle, ASM)。ASM 指数 (ASMI, kg/m²) 按照 ASM (kg) 除以高度的平方 (m²) 计算。测量握力 (kg) 作为肌肉力量的指标。**结果** 调整 ASMI 和年龄后 (股骨颈标准化偏回归系数 $\beta=0.105$, 腰椎 = 0.116), 握力强度与几个骨骼部位 BMD 呈显著性正相关 ($P<0.05$)。股骨颈和腰椎骨密度的调整平均值显示出握力强度从最低到最高三分位数的显著增加趋势。本研究结果表明肌肉强度与绝经后妇女肌肉量的几个位点的 BMD 密切相关。无论肌肉大小如何, 肌力强健的绝经后妇女都有健康的骨骼状态。**结论** 绝经后女性骨密度和肌肉强度密切相关, 与肌肉质量无明显相关性。

关键词: 肌肉强度; 肌肉质量; 肌肉骨骼系统; 骨密度; 绝经后女性

Relationship between muscle strength, muscle mass and bone mineral density in postmenopausal women

WU Xiaobao*, CHEN Wei, ZHOU Chao

Department of Orthopaedics, the 92nd Hospital of Chinese People's Liberation Army, Nanping 353000, China

* Corresponding author; WU Xiaobao, Email: 2536189046@qq.com

Abstract: Objective To explore the correlation between muscle strength, muscle mass and bone mineral density in postmenopausal women. **Methods** This study analyzed 340 postmenopausal women who attended our hospital between March 2014 and August 2017. Areal bone mineral density (BMD) at the femoral neck and lumbar spine, whole-body bone mineral density, and appendicular skeletal muscle mass (ASM, kg) were measured by dual-energy X-ray absorptiometry. The ASM index (ASMI, kg/m²) was calculated as ASM divided by height squared (m²). Grip strength (kg) was measured as an indicator of muscle strength. **Results** Grip strength showed significant ($P<0.05$) positive relationships with BMD at several skeletal sites after adjusting for ASMI and age (standardized partial regression coefficient (β) = 0.105 at femoral neck, β = 0.116 at lumbar spine). Adjusted means of BMD at the femoral neck and lumbar spine showed significant increasing trends from the lowest to highest tertile of grip strength. Our findings indicate that muscle strength is associated with BMD at several sites independently of muscle mass in postmenopausal women. Postmenopausal women with strong muscle strength tend to have healthy bone status regardless of muscle size. **Conclusion** Bone mineral density is closely related to muscle strength in postmenopausal women, and there is no significant correlation with muscle mass.

Key words: muscle strength; muscle mass; musculoskeletal system; bone mineral density; postmenopausal women

肌肉和骨骼在人体生理学中起着重要的作用, 例如, 它们可以进行运动, 增强血液流向器官, 并为重要器官提供保护^[1]。肌骨单位是人类生物和生命活动的基础, 许多研究已经检验了肌肉和骨骼之

间的关系^[2-5]。例如, 许多研究报道肌肉量越大, 骨密度 (bone mineral density, BMD) 越高^[2-5]。通过双能 X 线骨密度仪 (DXA) 测量的瘦肌肉组织质量 (LSTM) 是肌肉质量的代表^[6], 也与 BMD 正相关^[4]。另一方面, 以肌肉量减少和肌肉功能障碍为特征的肌肉减少症^[7] 往往涉及骨质疏松^[5]。随着年龄的增长, 肌肉减少症越来越多^[7], 在社区居住

* 通信作者: 吴小宝, Email: 2536189046@qq.com

的老年人中报道的流行率高达 29%^[8]。肌肉减少症导致不良后果,如身体残疾、生活质量差和死亡^[7]。肌肉的机械负荷是维持 BMD 的重要机制^[4]。作为机械负荷来源的肌肉力量和肌肉重量(肌肉质量)与 BMD 相关,运动负荷对 BMD 的有益影响已有报道,这些研究将这些与久坐行为进行比较^[9]。据报道,以骨骼缺乏重力负荷为特征的航天飞行导致每个月有 1%~1.5% 的骨质流失迅速,由于受力和重量的机械负荷可以调节骨量,因此肌肉强度(定义为肌肉可以施加的最大力量)可能与 BMD 有关^[10]。但是有研究认为肌肉强度与 BMD 无关,且与肌肉质量无关^[11]。然而,相互矛盾的研究报道肌肉强度与肌肉质量与 BMD 密切相关^[12]。因此,没有研究证据,特别是来自流行病学的关于肌肉力量(最大力量)如何独立于肌肉质量来影响 BMD 的经验证据。本研究探索老年妇女的代表性人群中肌肉强度是否与 BMD 有关,与肌肉质量有关,并检查肌肉强度和肌肉质量对 BMD 的个体影响。

1 材料和方法

1.1 研究设计

本研究分析了 2014 年 3 月至 2017 年 8 月在我院就诊的绝经后女性。共有 340 名绝经后妇女纳入本研究。排除标准:绝经前状态,影响骨代谢或 LSTM 的历史或现状,包括甲状腺功能亢进症、类风湿性关节炎、重症肌无力以及手术引起的更年期。没有握力(kg)或骨密度(g/cm^2)检测不准确的参与者也被排除在外。记录女性的一般资料包括有关月经史、当前和过去妇科状况、骨折史以及其他可能影响骨代谢和 LSTM 的情况或药物的问题。

1.2 BMD 和附肢骨骼肌重量指数

BMD 和身体组成参数均通过 DXA 扫描仪(QDR-4 500 A;Hologic, Bedford, MA, USA)来检测。在股骨颈和腰椎 L1-L4 处测量 BMD,同时测量全身的 LSTM 和 BMD。LSTM 分为确定区域,即手臂、腿和躯干。使用标准的制造商推荐的分析方法,从躯干 LSTM 分离胳膊和腿 LSTM。在前身全身图像中,手臂划定在垂直肩线处,在孟窝处将肱骨头等分,并且腿由两条斜线分开,这两条斜线组成了骨盆三角形,在骨嵴的顶部形成水平线髌骨并将两股股骨颈分开^[13]。骶尾骨骼肌量(ASM, kg)计算为手臂和腿部 LSTM 体积的总和。ASM 的高度归一化指数(ASMI, kg/m^2)被计算为 ASM 除以身高的平方

(m^2),并被用作肌肉质量指数。

1.3 肌肉力量的评估

使用美国 Omega 数字测力计测量用于评估肌肉力量的握力。在直立姿势下,参与者自然地将两条腿伸展,肘部伸展并用最大的努力紧紧抓住测力计。左右手均测量两次握力。分析中使用了双方最佳表现的平均值,以 CV 表示的抓握力的重现性为 3.62%。

1.4 身体尺寸测量

用日本生产的自动秤测量所有女性的身高(cm)和体重(kg)。体质量指数(body mass index, BMI)通过体重除以身高的平方(kg/m^2)计算。

1.5 统计学处理

受试者通过握力分为 3 个等级(T1、T2 和 T3)。使用简单回归分析来检查握力强度从最低到最高三分位数的趋势。Pearson 的相关性用于检查握力与 ASMI 之间以及 ASMI 与年龄之间的关系。为了评估握力与独立于 ASMI 的 BMD 之间的关联,进行了多元回归分析,其中握力和 ASMI 在相同模型中用作自变量。在调整 ASMI 和年龄后,使用一般线性模型计算每个 BMD 的调整后平均值,通过握力分级。在调整 ASMI 和年龄后,多元线性回归分析也用于测试从最低三分位组到最高三分位握力组的平均值的趋势。所有数据分析均采用 SPSS 22.0 进行。 $P < 0.05$ 表示测试的结果比较差异有统计学意义。

2 结果

表 1 显示了根据握力等级分类的 340 名绝经后女性的特征。趋势测试显示,平均年龄从最低三分位数到最高三分位数的握力均显著下降。ASMI 从最低三分位数到最高三分位握把强度显著增加。

表 2 显示了年龄、握力和 ASMI 之间的关系。握力与年龄呈显著负相关,与 ASMI 和 BMI 呈显著正相关。全身、股骨颈和腰椎的 BMD 也显示出从最低三分位到最高三分位握力的显著增加。

表 3 显示了握力对全身 BMD 和 ASMI 对 BMD 的个体影响。全身、股骨颈和腰椎(模型 1)以及 ASMI 和 MDs(模型 2)之间的握力和 BMD 之间存在显著的正相关。当在相同的多重线性回归模型中考虑握力和 ASMI 时,握力与股骨颈和腰椎的 BMD 呈显著正相关关系(模型 3~5)。另一方面,在模型 4 和 5 中,握力与全身 BMD 之间没有观察到显著的关系。图 1 显示了调整 ASMI 和年龄的每个三分位握

力组中 BMD 的平均值。股骨颈 BMD 显示了握力强度从最低到最高三分位数的显著增加趋势。腰椎

BMD 也呈现出从握力最低到最高三分位数的显著增加趋势。

表 1 受试者特征按握力分类

Table 1 Subject characteristics according to grip strength classification

参数	均数	组别			分组趋势	
		T1 组 (113)	T2 组 (114)	T3 组 (113)	β	P 值
握力/kg	21.4±4.3	16.2±2.5	21.4±1.6	26.7±2.4		
年龄/岁	67.7±10.2	73.1±9.2	67.5±9.3	63.3±8.5	-0.42	<0.001
身高/cm	157.4±6.8	162.3±6.4	159.2±5.7	156.5±4.8	0.49	<0.001
体重/kg	51.8±8.6	48.2±7.3	51.8±8.4	55.2±8.4	0.39	<0.001
BMI/(kg/m ²)	22.3±3.8	22.4±3.5	22.8±3.4	23.3±3.4	0.13	<0.001
ASMI/kg	14.8±2.3	13.5±1.7	14.9±1.5	16.5±1.9	0.48	<0.001
ASMI/(kg/m ²)	6.53±0.65	6.31±0.62	6.42±0.64	6.73±0.61	0.25	<0.001
全身 BMD/(kg/m ²)	0.841±0.092	0.807±0.084	0.843±0.101	0.872±0.095	0.29	<0.001
股骨颈 BMD/(kg/m ²)	0.626±0.112	0.575±0.111	0.632±0.118	0.671±0.107	0.38	<0.001
腰椎 BMD/(kg/m ²)	0.836±0.143	0.779±0.132	0.843±0.134	0.896±0.144	0.35	<0.001

表 2 握力、ASMI、BMI 和年龄之间的关系

Table 2 Relationships between grip strength, ASMI, BMI, and age

类别	ASMI		BMI		年龄	
	r	P 值	r	P 值	r	P 值
握力	0.234	<0.001	0.105	0.004	-0.458	<0.001
ASMI			0.715	<0.001	0.046	0.201
BMI					0.002	0.945

表 3 握力对 BMD 和 ASMI 对 BMD 的个体影响

Table 3 Individual impact of grip strength and ASMI on BMD

模型中的独立变量	全身 BMD		股骨颈 BMD		腰椎 BMD	
	β	P 值	β	P 值	β	P 值
模型 1						
握力	0.291	<0.001	0.358	<0.001	0.317	<0.001
模型 2						
ASMI	0.122	<0.001	0.257	<0.001	0.208	<0.001
模型 3						
握力	0.278	<0.001	0.338	<0.001	0.301	<0.001
ASMI	0.057	0.098	0.155	<0.001	0.126	<0.001
模型 4						
握力	0.046	0.284	0.117	0.003	0.116	0.001
ASMI	0.145	<0.001	0.247	<0.001	0.227	<0.001
年龄	-0.476	<0.001	-0.447	<0.001	-0.347	<0.001
模型 5						
握力	0.056	0.216	0.132	<0.001	0.127	<0.001
ASMI	0.095	0.078	0.045	0.456	0.033	0.432
年龄	-0.468	<0.001	-0.487	<0.001	-0.318	<0.001
BMI	0.078	0.179	0.228	<0.001	0.217	<0.001

3 讨论

在针对中国绝经后妇女的研究中发现,握力与股骨颈和腰椎骨密度密切相关,并且这些关联独立于肌肉质量和 BMD 之间的关系。不管肌肉质量如何,具有强握力的老年妇女都有更高的 BMD。这一

发现表明肌肉强度不依赖于肌肉大小而影响 BMD,并且肌肉的最大力量是老年妇女骨调节的调节剂。另一方面,本研究调整肌肉质量和年龄后,握力与全身骨密度无显著相关性。Alireza 等^[14]报道平均全身 BMD 与局部测量(如腰椎和髋部 BMD)之间存在显著差异。因此,全身 BMD 和局部 BMD 可能与握

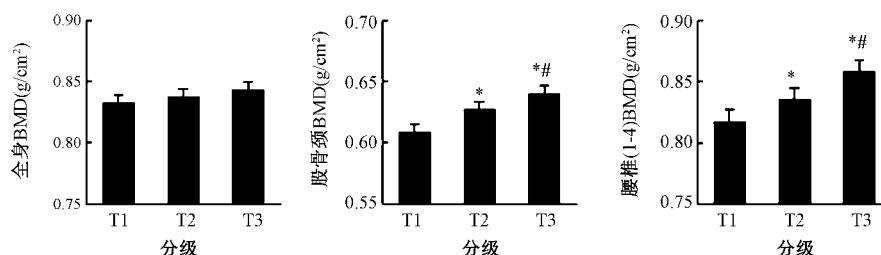


图1 不同分级(T1、T2 和 T3)的握力强度调整后的附肢骨肌重量指数和骨密度的平均值和标准误

Fig.1 Estimated means and standard errors of appendicular muscle mass index and bone mineral density (BMD) adjusted for grip strength of different grades (T1, T2 and T3)

注:与 T1 比较, * $P < 0.05$; 与 T2 比较, # $P < 0.05$ 。

力有密切关联。

文献中关于肌肉力量与 BMD 之间的关联存在矛盾的不同报道。一项关于老年白人女性的研究报道了股四头肌强度与股骨颈骨密度无关,而与瘦体重有关^[11]。此外,来自 3 个不同人群的研究还包括非洲裔美国人、高加索人和中国女性,发现握力与 BMD 之间存在独立关联^[15]。这些报告表明,肌肉力量是肌肉的最大力量,不依赖于肌肉大小而影响骨骼健康。相比之下,美国两个社区的一项研究得出结论,肌肉质量与髌部 BMD 相关性强于股四头肌强度^[16]。此外,韩国的一项研究报道了肌肉强度与 BMD 之间的关系,这与肌肉质量有关^[12]。后两项研究没有发现肌肉强度对骨骼的显著独立影响^[12,16],这表明肌肉强度与 BMD 之间的关联是由肌肉质量介导的。

本研究显示握力与 BMD 之间的关联与肌肉质量无关。肌肉的机械负荷是维持骨密度的重要机制。肌肉对骨骼的机械贡献包括由肌肉(肌肉质量)以及肌肉重量(肌肉质量)产生的力。鉴于肌肉质量不一定等于肌肉重量,肌肉强度对骨骼必须有独立的影响。骨骼肌肉和骨骼是肌肉骨骼系统的两大组织。先前报道了肌肉与骨之间的相互作用^[17]。相互作用的一个解释是骨骼和骨骼肌的机械耦合^[17]。例如,肌肉萎缩引起的机械负荷下降(例如肌肉减少症)会诱发骨质流失^[18]。有两个部件涉及骨骼的机械负载,一种形式的骨骼机械负荷是肌肉力量,肌肉重量也可能通过机械负荷调节骨量^[19]。另一方面,肌肉力量被认为部分取决于肌肉的重量。据报道,其独立于肌肉重量。鉴于肌肉力量被定义为最大力量,目前的结果表明肌肉力量对骨骼的机械贡献部分与肌肉重量无关。因此,肌肉的最大力量可以调节骨骼调节以及肌肉力量。与前述相反,

一些研究未发现肌肉强度(最大力量)对骨骼的显著独立影响^[12,16]。这可能是由于研究设计的差异,如研究人群的差异以及肌肉力量的测量方式。例如,一些研究测量了腿/四头肌的力量来评估肌肉力量^[12,16]。然而,据报道,测量腿部/股四头肌的强度不如握力^[18]。

目前的研究比以前的研究有许多优势。首先,在本研究中评估了握力,其提供了高度可重复的肌肉力量测量^[18]。其次,本研究的样本量足以检查肌肉强度是否与 BMD 无关,而与肌肉质量无关。最后,笔者使用具有高重复性的 DXA 来测量 BMD 和身体肌肉组成。本研究也有一些值得注意的局限性。首先,本研究局限于一家医院,是否适合其他地区不得而知。此外,研究人员数量有限。这些限制可能会引入选择偏倚并影响目前的结果。

总的来说,在绝经后妇女中,握力与几个骨骼部位的 BMD 密切相关;而 ASMI 和 BMD 之间未发现相关性。无论肌肉质量如何,具有强壮肌肉力量的老年妇女都倾向于具有健康的骨骼状态。目前的结果表明肌肉的最大力量与 BMD 呈现正相关性。

【参 考 文 献】

- [1] Goodman CA, Hornberger TA, Robling AG. Bone and skeletal muscle: Key players in mechanotransduction and potential overlapping mechanisms[J]. Bone, 2015, 80: 24-36.
- [2] Bijlsma AY, Meskers MC, Molendijk M, et al. Diagnostic measures for sarcopenia and bone mineral density [J]. Osteopor Int, 2013, 24(10): 2681-2691.
- [3] Genaro PS, Pereira GAP, Pinheiro MM, et al. Influence of body composition on bone mass in postmenopausal osteoporotic women [J]. Archives of Gerontology & Geriatrics, 2010, 51(3): 295-298.
- [4] Ho-Pham LT, Nguyen UD, Nguyen TV. Association between lean mass, fat mass, and bone mineral density: a meta-analysis

- [J]. J Clin Endocrinol Metab, 2014,99(1): 30-38.
- [5] Miyakoshi, Naohisa, Hongo, et al. Prevalence of sarcopenia in Japanese women with osteopenia and osteoporosis [J]. J Bone Miner Metab, 2013,31(5): 556-561.
- [6] Kim J, Wang Z, Heymsfield SB, et al. Total-body skeletal muscle mass: estimation by a new dual-energy X-ray absorptiometry method [J]. Am J Clin Nutr, 2002, 76(2): 378-383.
- [7] Cruzjentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People[J]. Age & Ageing, 2010,39(4): 412.
- [8] Cruzjentoft AJ, Landi F, Schneider SM, et al. Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: a systematic review. Report of the International Sarcopenia Initiative (EWGSOP and IWGS) [J]. Age & Ageing, 2014,43(6): 748-759.
- [9] Lang T, Leblanc A, Evans H, et al. Cortical and trabecular bone mineral loss from the spine and hip in long-duration spaceflight [J]. Journal of Bone & Mineral Research, 2010, 19(6): 1006-1012.
- [10] Di MM, Di MR, Manca M, et al. Handgrip strength is an independent predictor of distal radius bone mineral density in postmenopausal women [J]. Clinical Rheumatology, 2000, 19(6): 473-476.
- [11] Blain H, Vuillemin A, Teissier A, et al. Influence of muscle strength and body weight and composition on regional bone mineral density in healthy women aged 60 years and over [J]. Gerontology, 2001,47(4): 207-212.
- [12] Kim JH, Choi SH, Lim S, et al. Thigh muscle attenuation measured by computed tomography was associated with the risk of low bone density in community-dwelling elderly population [J]. Clinical Endocrinology, 2013,78(4): 512-517.
- [13] Laskey MA. Dual-energy X-ray absorptiometry and body composition [J]. Nutrition, 1996,12(1): 45-51.
- [14] Alireza R, Pooneh D, Saideh A, et al. Correlating whole-body bone mineral densitometry measurements to those from local anatomical sites [J]. Iran J Radiol, 2016,13(1): e25609.
- [15] He H, Liu Y, Tian Q, et al. Relationship of sarcopenia and body composition with osteoporosis [J]. Osteopor Inter, 2016,27(2): 473-482.
- [16] Segal NA, Torner JC, Yang M, et al. Muscle mass is more strongly related to hip bone mineral density than is quadriceps strength or activity level in adults over age 50 [J]. Journal of Clinical Densitometry, 2008,11(4): 503-510.
- [17] Guo B, Zhang ZK, Liang C, et al. Molecular communication from skeletal muscle to bone: A review for muscle-derived myokines regulating bone metabolism [J]. Calcified Tissue International, 2016,100(2): 1-9.
- [18] Wu CH, Yang KC, Chang HH, et al. Sarcopenia is related to increased risk for low bone mineral density [J]. Journal of Clinical Densitometry, 2013,16(1): 98-103.
- [19] Taaffe DR, Cauley JA, Danielson M, et al. Race and sex effects on the association between muscle strength, soft tissue, and bone mineral density in healthy elders: the health, aging, and body composition study [J]. Journal of Bone & Mineral Research, 2010,16(7): 1343-1352.

(收稿日期: 2018-04-26;修回日期: 2018-08-01)

(上接第 935 页)

- [5] Vogelmeier CF, Criner GJ, Martinez FJ, et al. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive lung disease 2017 report: GOLD executive summary [J]. European Respiratory Journal, 2017,49(3): 1700214.
- [6] Liang B, Feng Y. The association of low bone mineral density with systemic inflammation in clinically stable COPD [J]. Endocrine, 2012,42(1): 190-195.
- [7] 罗清, 许光兰, 陈平, 等. 综合方法预防 COPD 合并骨质疏松症(OP)患者发生 OCVF 的初步观察 [J]. 中国骨质疏松杂志, 2018,24(4): 479-482.
- [8] 李育红, 章振林. 骨折风险评估工具 (FRAX®) 对男性骨折的预测价值 [J]. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志, 2013,6(4): 303-307.
- [9] 吕晓玲, 王继荣, 杨舟鑫, 等. 老年男性慢性阻塞性肺疾病与骨质疏松的关系 [J]. 中国骨质疏松杂志, 2018,24(3): 336-339.
- [10] 居旭, 梁永杰, 汪进益. 不同分级慢性阻塞性肺疾病患者合并骨质疏松症的相关因素分析 [J]. 同济大学学报 (医学版), 2018,39(1): 98-102.
- [11] 吴亮亮, 颜春松. 慢性阻塞性肺疾病并发症研究进展 [J]. 中国老年学杂志, 2016, 36(16): 4127-4130.

(收稿日期: 2018-06-27;修回日期: 2018-07-21)