·论著·

绝经后妇女骨密度、体重指数、体脂和雌激素分泌的关系

郑昱新 周国林 石关桐 王翔 周吉韦 徐宇 石印玉

摘要：目的 调查分析绝经后妇女骨密度、体重指数、体脂和雌激素分泌之间的关系。**方法** 上海市区50～70岁社区绝经后女性健康志愿者共457例，进行身高体重、腰椎和股骨颈骨密度的测定、腰椎和髋部脂肪成分的检测，以及随机选取118例志愿者进行血清雌激素的测定。所有资料输入电脑，应用SPSS软件进行统计分析。**结果** 非骨质疏松(Non-OP)组中体重指数与腰椎和股骨颈骨密度的相关系数分别为0.53和0.54，骨质疏松(OP)组分别为0.33和0.33；Non-OP组中体重指数与腰椎和髋部体脂的相关系数分别为0.21和0.092，OP组分别为0.72和0.27；Non-OP组的血清雌激素浓度与体脂呈弱相关，OP组血清雌激素浓度与体脂无关。Non-OP组中体重指数大于OP组，体脂低于OP组，但无统计学意义。经体重指数校正后，体脂(即体脂/体重指数，亦即体脂在体重中所占的比重)，OP组体脂明显大于Non-OP组($P<0.05$)。**结论** 体重是影响绝经后妇女骨密度的重要因素，体脂在体重中的比重增加会降低绝经后妇女的骨密度，这种体脂的增加与雌激素可能无关。绝经后妇女应在不增加体脂的前提下，适当增加体重来预防骨质疏松症的发生。

关键词： 体重指数；骨密度；绝经后妇女；骨质疏松症；体脂；雌激素

Relationship between bone density, body mass index, body fat and estrogen in menopausal women

ZHENG Yuxin, ZHOU Guolin, SHI Guantong, et al. Department of Orthopaedics, Shuguang Hospital, Shanghai University of TCM, Shanghai 200021, China

Abstract: Objective To investigate the relationship between bone mineral density (BMD), body mass index (BMI), body fat (BF) and estrogen (E_2) in menopausal women. **Methods** 457 menopausal women aged 50～70, residing in Shanghai, were recruited. Their height, weight, bone density and body fat were measured, and serum estrogen was determined in 118 subjects selected randomly. The data were statistically analyzed using SPSS software. **Results** The correlation coefficient between BMI and BMD of lumbar spines and femoral neck in the non-osteoporotic(NOP) group was higher than that in the osteoporotic(OP) group. However, the correlation coefficient between BMI and BF of lumbar spines and hip bone in the NOP group was lower than that in the OP group. There was a weak correlation between E_2 and BF in the NOP group, while no correlation in the OP group. BMI in the NOP group was higher than that in the OP group, and BF in the NOP group was lower than that in the OP group, but the difference was not statistically significant. After adjusting by BMI, the difference was statistically significant, ($P<0.05$). **Conclusions** Weight is one of the most important factors influencing the bone mineral density in menopausal women. With increasing proportion of BF and BMI, it may cause reduction of BMD. There is no correlation between E_2 and the increasied BF. Menopausal women, should gain her weight without increasing BF to prevent osteooporosis.

Key words: Body mass index; Bone mineral density; Menopausal woman; Osteoporosis; Body fat; Estrogen

骨质疏松症(OP)是一种多因素性疾病，受遗传因素和环境因素的共同作用。雌激素分泌减少、体重过轻是绝经后妇女骨量丢失加速、骨密度低下的重要危险因素。近年来一些作者又提出体成分中体脂与骨密度有一定的相关性[1,2]。本文旨在探索体重、体脂和雌激素分泌等因素对我国上海市绝经后妇女骨量的影响作用。

作者单位：200021 上海中医药大学附属曙光医院骨伤科

通讯作者：郑昱新，Email：sgzhengyuxin@163.net

1 材料和方法

1.1 研究对象：出生并生活在上海市区的 50～70 岁社区女性健康志愿者，绝经 1 年以上；除外继发性骨质疏松症及其他可能影响骨代谢的主要疾病，如先天性骨畸形，小儿麻痹症，严重肝、肾疾病，甲状(旁)腺功能亢进或减退，胶原性疾病，糖尿病，骨肿瘤、骨软化症和其他骨关节疾病等；除外长期服用影响骨代谢药物者。共调查 488 例，以居委会为调查单位，调查符合条件的女性志愿者。其中有 457 例志愿者同意参加研究，应答率为 93.65%。由于受雌激素试剂盒的受测人数的限制，根据随机数字表，随机选取 118 例志愿者进行血清雌激素的测定。

1.2 骨密度测定仪器和方法：骨密度测定仪器为美国 Lunar 公司生产的 DPX-L 型双能 X 线骨密度仪(DEXA)，仪器精度 1%，重复测量误差 <1%，每天开机后用模块进行仪器校验。测量对象取仰卧屈膝固定位测腰椎(L_{2-4})骨密度；取右下肢轻度内旋位，支架和砂袋固定踝关节外侧，测量股骨近端股骨颈(Neck)的骨密度，以骨矿面密度 BMD(g/cm^2)表示；同时用双能 X 线骨密度仪(DEXA)测定相关部位的脂肪含量(Fat)，以百分比表示(%)。

1.3 体重指数计算：测量研究对象的身高、体重，并计算体重指数(Body Mass Index, BMI)，体重指数的计算公式为：BMI(kg/m^2) = 体重(kg)/身高$(m)^2$。

1.4 血清雌激素的测定：随机选取的 118 例志愿者，清晨空腹抽取 2 ml 血液，离心后取血清，-4℃冰箱保存，所有标本在病例全部入选后按照试剂盒说明书的步骤，采用放免的方法进行检测血清雌二醇(E_2)的含量，单位为 pg/ml。

1.5 骨质疏松症的定义：腰椎(L_{2-4})或(Neck)的骨密度较年轻成人下降 >2 个标准差，即认为是骨质疏松症患者[3]。根根这一标准，OP 组 286 例，占 62.58%；Non-OP 组 171 例，占 37.42%。在随机选取的 118 例志愿者中，OP 组 73 例，占 61.86%；Non-OP 组 45 例，占 38.14%。

1.6 统计学处理：应用 SPSS 软件建立数据库，采用 SPSS 软件进行统计分析。各变量间相关系数应用采用逐步回归分析，两样本间显著性检验应用 t 检验，$P < 0.05$ 被认为差异有显著性。

2 结果

2.1 OP 组与 Non-OP 组中骨密度、体重指数、体脂和雌激素分泌之间相关性比较见表 1、2。结果可见：Non-OP 组中体重指数与腰椎和 Neck 骨密度的相关系数分别为 0.53 和 0.54，OP 组分别为 0.33 和 0.33；Non-OP 组中体重指数与腰椎和髋部体脂的相关系数分别为 0.21 和 0.092，OP 组分别为 0.72 和 0.27；两组血清雌激素浓度与腰椎的骨密度均无显著相关，而与股骨颈骨密度呈弱相关；Non-OP 组的血清雌激素浓度与体脂也呈弱相关，而 OP 组血清雌激素浓度与体脂无关。

表 1 OP 组各参数间的相关系数

项目	体重指数	腰椎 BMD	腰椎 Fat	Neck BMD	Neck Fat	E_2
体重指数	1					
腰椎 BMD	0.33	1				
腰椎 Fat	0.72	0.082	1			
Neck BMD	0.33	0.48	0.011	1		
Neck Fat	0.27	0.18	-0.31	0.036	1	
E_2	-1.16	0.063	0.094	0.13	-0.076	1

表 2 Non-OP 组各参数间的相关系数

项目	体重指数	腰椎 BMD	腰椎 Fat	Neck BMD	Neck Fat	E_2
体重指数	1					
腰椎 BMD	0.53	1				
腰椎 Fat	0.21	0.046	1			
Neck BMD	0.54	0.61	0.0086	1		
Neck Fat	0.092	0.025	0.27	0.066	1	
E_2	-0.078	0.040	0.11	-0.16	-0.11	1

2.2 OP 组与 Non-OP 组体重指数、体脂、体脂/体重指数(即体脂在体重中所占的比重)和雌激素分泌的比较见表 3。结果显示：Non-OP 组中体重指数大于 OP 组，而 OP 组的两个部位的体脂均高于 Non-OP 组，但都无统计学意义。但经过体重指数校正的体脂(即体脂/体重指数，亦即体脂在体重中所占的比重)，OP 组则明显大于 Non-OP 组($P < 0.05$)；Non-OP 组血清雌激素的浓度明显高于 OP 组($P < 0.05$)，但变异较大。

表 3 OP 组与 Non-OP 组各参数的比较

项目	OP 组	Non-OP 组
体重指数(BMI)	24.16 ± 3.43	24.95 ± 3.13
腰椎 Fat	28.60 ± 7.80	26.34 ± 6.57
Neck Fat	15.96 ± 6.08	14.17 ± 5.45
腰椎 Fat/BMI	1.19 ± 0.48*	1.05 ± 0.46*
Neck Fat/BMI	0.66 ± 0.25△	0.57 ± 0.24△
E_2	26.87 ± 60.59#	67.88 ± 142.67#

注：* 两组腰椎 Fat/BMI 比较差异有显著性，$t = 1.99$，$P = 0.031$；△两组 Neck Fat/BMI 比较差异有显著性，$t = 1.87$，$P = 0.033$；# 两组 E_2 比较差异有显著性，$t = 1.79$，$P = 0.039$

3 讨论

原发性骨质疏松症是以骨量减少、骨组织显微结构退化为特征，以致骨骼脆性增加和骨折危险性

升高的一种全身性疾病。随着社会人口日益老龄化，骨质疏松症的发病率日益增加，骨质疏松症的防治工作已经成为严重的公共卫生问题和医学界最热门的研究领域之一。

骨密度是衡量骨量的重要指标。影响骨密度的因素有很多，除性别、年龄、绝经等因素外，还与体重密切相关。国内众多研究证实骨密度与体重呈显著正相关，并分析了其可能的机制[4-6]。大多数人认为，低体重是发生骨质疏松的危险因素之一，体重越大，骨作为力学支架接受的应力也越大，能承受较大的负荷，从而有较高的骨密度。本研究结果也显示了体重指数与骨密度有较好的相关性，然而非骨质疏松组中体重指数与骨密度的相关系数明显高于骨质疏松组。这可能是由于随着骨质疏松的病程进展，体重作为一种力学因素在骨质疏松的发病中的作用在逐步减弱，而内分泌等因素的作用逐渐增强，但还需进一步通过动物实验研究来证实。

人体成分主要由骨骼、肌组织和脂肪组织构成。而瘦组织作为体重的主要组成，其中又主要为骨骼肌，对骨骼发挥着重要的生物力学作用。Schonau等[7]认为作为一个完整的运动功能单位，骨与肌肉是紧密联系在一起的。Nichols和Sowers[8,9]也发现肌力、肌组织质量和骨密度之间显著相关。Madsen[10]发现腰椎和股骨的骨密度与最大肌力有关，且肌肉的收缩力在骨上产生局部应力，导致骨的生成增加。还有研究显示，妇女中与年龄相关的骨丢失往往会伴随着相应的肌力下降[11]。另外有实验证明，当肌肉收缩时可以吸收部分作用于骨上的弯曲应力，从而减少骨质疏松中骨折的发生率[12,13]。由于骨是动力性组织，能够与施加其上的压力相适应，当肌肉收缩对骨产生应力就导致骨组织的特异性变形，使骨细胞、成骨细胞均受到刺激，骨中DNA合成和表达增加，提高了骨质水平。

Felson等[14]认为脂肪也是影响妇女骨密度的一个重要因素。在绝经后妇女，脂肪组织是可将雄烯二酮转化为有代谢活性雌激素、雌酮的部位。与瘦弱的妇女相比，绝经后肥胖妇女血循环中雌激素水平较高，因而有较高的骨密度。另外大量的研究结果表明，影响绝经后妇女骨量的重要因素是雌激素水平；内源性雌激素水平降低，在骨骼的不同部位均与骨丢失加速密切相关；而体重与骨密度的相关关系，可能正是通过雌激素介导而发挥作用。有研究报导，对肥胖的绝经后妇女限制饮食减肥时，随着体重的下降，骨量下降明显增加，伴随着骨代谢和骨吸收均增强，性激素结合球蛋白含量上升，而他汀类物质含量(Leptin)下降，雌激素水平也明显降低[15]。然而Wu[16]和Reid[17]等研究却发现绝经后妇女的基线(Baseline)骨密度与随后的骨量丢失(Bone loss)均与体脂成分呈正相关，提示肥胖的绝经后妇女虽然有较高的骨密度，但随后的骨丢失也明显增加。目前对脂肪在OP中的临床意义还存在争议，需要进一步研究阐明。

本研究结果显示，绝经后妇女中OP组的体脂成分高于Non-OP组。Non-OP组的血清雌激素浓度与体脂呈弱相关，而OP组血清雌激素浓度则与体脂成分无关。所以我们认为对绝经后妇女骨密度起主要作用的是体重中的瘦组织，即骨骼肌，而非脂肪。骨骼肌的收缩力量可对骨组织产生应力，根据Wolf定律，骨组织随着应力分布的方向进行骨的重建，使骨的强度能适应这一力学环境。如果脂肪在体重中的比重较大，相对的作为瘦组织主要成分的骨骼肌则相应减少。脂肪分解代谢雌激素对骨的正性作用可能远不及骨骼肌减少带来的负面影响，而且脂肪的增加是否能增加雌激素的分泌，反之雌激素是否会影响脂肪代谢还缺乏客观可靠的证据。

基于本研究的发现，我们提出对于绝经后妇女应适当增加体重，减少脂肪在体重中的比例，增加肌肉的成分，但这一观点尚需进一步进行临床验证。

【参考文献】

[1] 刘继洪、扬延斌、曹海伟，等．成年人骨密度、骨量、体重、年龄、身高、脂肪含量相互关系的研究．实用医学杂志，2002，18：146-147.

[2] 秦明伟、余卫、徐岑，等．正常人全身骨量及人体组成变化．中国医学科学院学报，2003，25：66-69.

[3] 中国老年学学会骨质疏松委员会骨质疏松诊断标准学科组．中国人骨质疏松症建议诊断标准(第二稿)．中国骨质疏松杂志，2000，6：1-3.

[4] 周起敬、明庆华、徐汝昌，等．体重和身高与骨密度的关系．云南医药，2003，24：183-184.

[5] 韦永中、陶松年、王道新，等．体重指数对绝经后妇女骨密度的影响．中国骨质疏松杂志，1998，4：22-24.

[6] 聂伟志、石关桐．生物力学因素与女性骨质疏松症病人骨密度的关系．中国中医骨伤杂志，2002，10(3)：1-3.

[7] Schonau E, Werhahn E, Schiedermaier U, et al. Influence of muscle strength on bone strength during childhood and adolescence. Horm Res, 1996, 45: 63-63.

[8] Nichols DL. Sanborn CF, Bonnick SL, et al. Relationship of regional body composition to bone mineral density in college females. Med Sri Sport Exere, 1995, 27: 178-182.

[9] Sowers MR. Shirsagar AK, Crutchfield MM, et al. Joint influence of

fat and lean body composition compartments on femoral bone mined density in premenopausal women. Am J Epidemiol, 1992, 163:257-265.

[10] Madsen KL, Adams WC, van Loan MD. Effects of physical activoyu, body weight and composition, and muscular strength on bone density in young women. Med Sri Sports Exere, 1998, 30:114-120.

[11] Gutin B, Peterson M, Galsworthy T, et al. A screening and counseling program for prevention of osteoporosis. Osteoporosis Int Sep, 2: 252-256.

[12] Kaastad TS, Huiskes R, Nordaletten L, et al. Effects of hormonal conditions and drugs on both muscle and bone strength can be assessed in sing rat test. Bone, 2000, 26:355-360.

[13] Kassstad TS, Reikeras O, Narum S, et al. Training increase ghe *in vivo* fracture strength in osteoporotic bone. Protection by musele contraction examined in rat tibiae. Acta Orthop Scand, 1996, 67:371-376.

[14] Felson DT, Zhang YQ, Hannan MT, et al. Effects of weight and body mass index on bone mineral density in men and women: the Framingham study. J Bone Miner Res, 1993, 8:567-573.

[15] Stone K, Bauer DC. Hormonal predictors of bone loss in elderly women: a prospective study. the study of osteoporotic fractures research group. J Bone Miner Res, 1998, 13:1167-1174.

[16] Wu F, Ames R, Clearwater J, et al. Prospective 10-year study of the determinants of bone density and bone loss in normal postmenopausal women, including the effect of hormone replacement therapy. Clin Endocrinol (Oxf). 2002, 56:703-711.

[17] Reid IR, Ames RW, Evans MC, et al. Determinants of the rate of bone loss in normal postmenopausal women. J Clin Endocrinol Metab, 1994, 79:950-954.

(收稿日期:2004-11-16)