

## · 临床研究 ·

## 核心稳定性训练和快走训练对绝经女性骨代谢的影响

杨洪涛\* 王银晖

安阳工学院体育教学部, 安阳 455000

中图分类号: G804.55 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2015) 07-0850-05

**摘要:** **目的** 对比核心稳定性训练(CST)和传统锻炼方式对绝经女性骨代谢和骨形态的影响及 CST 对骨质疏松症的防治作用。**方法** 经过问卷调查和体格筛选,选择 36 名 55 岁以上绝经女性,随机分为 CST 组、快走训练组和对照组,每组 12 人。对比各组实验前后腰椎 L<sub>2-4</sub>椎体、左侧股骨近端骨密度,血清骨钙素,血清钙、磷、碱性磷酸酶以及尿吡啶啉。**结果** ①经过 24 周实验后,腰椎 L<sub>2-4</sub>骨密度变化:CST 组、快走训练组骨密度增加,对照组降低,CST 组增幅明显高于快走训练组( $P < 0.05$ );左侧股骨近端 BMD 变化:CST 组、快走训练组 BMD 增加,组间对比无显著性差异( $P > 0.05$ ),对照组 BMD 变化不明显。②血清骨钙素变化:CST 组血清骨钙素明显高于快走训练组和对照组( $P < 0.05$ ),快走组略低于对照组但无显著性差异( $P > 0.05$ );CST 组尿吡啶啉排泄水平略低于其余两组,但差异无显著性意义( $P > 0.05$ );三组血清钙、磷、碱性磷酸酶水平比较无显著性差异( $P > 0.05$ )。**结论** 核心稳定性训练能显著增加绝经女性骨密度,对预防骨质疏松发生具有积极意义。

**关键词:** 核心稳定性训练;绝经女性;骨代谢;骨质疏松

## Effect of core stability training and brisk walking training on bone metabolism in postmenopausal women

YANG Hongtao WANG Yinhui

Department of P. E., Anyang Institute of Technology, Anyang 455000, China

Corresponding author; YANG Hongtao, Email: ruochal@163.com

**Abstract: Objective** To compare the effect of core stability training (CST) and traditional exercise on bone metabolism and morphology in postmenopausal women, and to analyze preventive and therapeutic effect of CST on osteoporosis. **Methods** Through inquiry and physical screening, 36 postmenopausal women above 55 years old were selected and divided randomly into CST group, brisk walking training group, and control group, with 12 persons in each group. BMD of the lumbar spine L<sub>2-4</sub> and the left proximal femur and serum levels of BGP, Ca, P, ALP, and U-Pyd were compared before and after the experiment. **Results** 1) After 24-week experiment, BMD of the L<sub>2-4</sub> increased in CST group and brisk walking training group, but decreased in control group. The increase was apparently higher in CST group than that in brisk walking training group ( $P < 0.05$ ). BMD of the left proximal femur increased in CST group and brisk walking group. The increased was not different between the two groups ( $P > 0.05$ ). There was no distinct change of BMD in control group. 2) BGP in CST group was significantly higher than that in brisk walking training group and control group ( $P < 0.05$ ), and BGP in brisk walking training group was slightly lower than that in control group with no significant difference ( $P > 0.05$ ). Excretion of U-Pyd in CST group was lower than in other two groups, but the difference was not statistically different ( $P > 0.05$ ). There was no difference of serum calcium, P, and ALP among the three groups ( $P > 0.05$ ). **Conclusion** CST apparently increases BMD in postmenopausal women, and it has positive effect on osteoporosis prevention.

**Key words:** Core stability training; Postmenopausal women; Bone metabolism; Osteoporosis

女性在绝经后雌激素水平下降,导致骨转换加速,骨吸收速度大于骨形成速度,骨盐含量显著下降,易患绝经后骨质疏松症(Postmenopausal

osteoporosis, PMO)<sup>[1]</sup>。有研究表明,女性绝经后 2 年以上可出现不同程度的骨质疏松,绝经后 5-10 年骨量丢失明显加快,可达 2% - 8%<sup>[2]</sup>。目前,运动对骨的积极作用已经被国内外学者研究所证实,但另有研究证实了不适当的运动不仅不能防治骨质

\*通讯作者: 杨洪涛, Email: ruochal@163.com

疏松,反而会加速骨钙流失。例如黄诚胤等<sup>[3]</sup>研究发现,大强度负荷运动对大鼠股骨骨密度(Bone mineral density, BMD)有损害作用,会引起骨量下降。因此,选择何种运动方式对延缓老年女性骨质疏松有较好的效果值得研究。核心稳定性训练(Core stability training, CST)原理为在动态下激活、募集核心稳定肌以提高对核心部位稳定的控制能力,可以使脊柱深层稳定肌得到锻炼<sup>[4]</sup>。目前,CST在脊柱外伤、椎间盘突出等腰痛康复治疗领域得到了越来越多的关注,但防治骨质疏松的研究还鲜有人问津。本研究以 55-70 岁绝经女性为研究对象,对比核心稳定性训练与快走训练对绝经后女性骨代谢的影响,以探讨核心稳定性训练对骨质疏松的康复治疗 and 预防作用。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

以河南省安阳市市区老年女性为研究对象。在安阳市人民医院进行体检的中老年女性中,经过问卷调查和体格筛选,选择 36 名女性(退休女医务人员 10 人,退休女教师 26 人)为实验对象,随机分为 A 组(核心稳定性训练组)、B 组(快走训练组)和 C 组(对照组),每组 12 人(其中 A 组有 1 名,C 组有 2 名受试者未能完成实验,剔除)。选择标准:①年龄 55-70 岁;②绝经 2 年以上;③无严重心肺功能、糖尿病、运动功能障碍等疾病;④无长期、规律的体育锻炼习惯;⑤可长期坚持训练并接受测试。每

位受试者均自愿参加试验,并签订了《知情同意书》。三组受试者在年龄、身高、体重、绝经年限等方面无显著性差异( $P > 0.05$ )。受试者的饮食及其他生活习惯在实验前后无差异。

### 1.2 运动计划制定和实施

A 组:用瑞士球进行训练。球的尺寸应有利于于髋关节和膝关节大于 90°角,本研究选取直径 55-65 cm 瑞士球。训练起止时间为:2014 年 3 月 9 日~2014 年 8 月 22 日。训练地点为受试者家中。每周周一、周三、周五训练 3 次,共 24 周。A 组受试者训练内容保持一致。每次 CST 锻炼前,实验组成员散步 10-15 分钟。随后伸展躯干、臀部、股四头肌、腘绳肌、外展肌和内收肌。瑞士球练习动作共选用 6 个:①仰卧双桥:仰卧,双小腿置于瑞士球上,在保持平衡状态下抬起臀部,尽量使膝、髋、肩三个关节保持一条直线,并维持 10 秒,随后将身体缓缓复位,该动作重复 10 次;②仰卧单桥:在动作一基础上,抬起一侧下肢,维持 10 秒,两腿交替为一次,重复 10 次;③仰卧反桥:仰卧在瑞士球上,双腿由伸直位开始屈膝,双膝屈曲 90°时保持该动作 30 秒,重复 10 次;④俯卧曲腿:俯卧在瑞士球上,双脚与肩同宽,双腿交替抬起并屈曲,膝关节屈曲至 90°时保持该姿势 20 秒,重复 10 次;⑤下蹲:背靠瑞士球下蹲,大小腿达到 90°左右时保持 15 秒,随后起立,重复 10 次;⑥坐在瑞士球上:尽量保持平衡坐在瑞士球上,每次保持 30 秒,重复 10 次。

表 1 各组受试者一般情况

Table 1 The general situation in each group

Groups	Age (year)	Height (cm)	Weight (kg)	Years since menopause
A (n = 12)	59.64 ± 5.62	160.24 ± 5.33	59.33 ± 7.58	10.41 ± 3.87
B (n = 12)	58.98 ± 6.54	159.65 ± 5.74	59.56 ± 6.81	9.18 ± 4.36
C (n = 12)	59.72 ± 7.17	158.41 ± 6.27	57.74 ± 7.63	10.79 ± 3.14

B 组:每周周一、周三、周五进行 50 分钟左右快走训练(快走训练是中老年女性中常见的锻炼方式之一,本研究选取快走训练与核心稳定性训练对骨代谢的影响作对比)。训练起止时间与 A 组相同。训练地点由受试者自选。

运动强度控制:最大摄氧量( $VO_2\max$ )用最大心率(MHR)表示,依据 Jungmann 公式,老年人应将靶心率(THR)控制在 170 减去年龄~180 减去年龄区间内<sup>[13]</sup>。因此,本次实验 A、B 两组的训练强度控制在 40% - 50% MHR,受试者均佩戴了手腕心率

表,用以监测训练心率。

C 组不参加任何的系统锻炼,并继续他们的日常活动。

### 1.3 检测指标与方法

1.3.1 检测指标:在实验开始前 1 周和运动计划停止后次日对所有的受试者进行了 2 次检测。检测指标包括:骨密度(BMD),血清骨钙素(BGP),血清钙(Ca)、磷(P)、碱性磷酸酶(ALP)以及尿吡啶啉(U-Pyd)。本研究所用检测仪器、试剂均由河南省安阳市人民医院提供。

**1.3.2 BMD 检测:** 采用美国 Hologic 公司产的 QDR-4500A 型扇形束双能 X 射线吸收骨密度仪, 在训练前后对所有受试者腰椎 (L<sub>2-4</sub> 椎体)、左侧股骨近端 (Total) BMD 进行检测。

**1.3.3 血液、尿液生化指标检测:** 受试者空腹取血, 并取晨尿中段尿样。BGP、U-Pyd 检测, 采用美国 Metra 提供的 ELISA 试剂盒进行测定; Ca、P、ALP 检测, 采用美国 CX-9 全自动生化分析仪及 Metra 公司试剂测定受试者血清 Ca、P、ALP 水平。

#### 1.4 数据处理

使用 SPSS13.0 软件进行数据处理, 实验结果以均数 ± 标准差表示,  $\alpha = 0.05$  表示显著性差异。同组实验前后测量值变化用配对样本 *t* 检验比较, 组间比较用单因素方差分析, 显著性差异为  $P < 0.05$ 。

## 2 结果

### 2.1 训练前后三组 BMD 的变化比较

经过 24 周训练, 三组受试者的腰椎 L<sub>2-4</sub> BMD 数

据发生了较大变化 (见表 2)。训练三组前腰椎 L<sub>2-4</sub>、左侧股骨近端骨密度均无显著性差异 ( $P > 0.05$ ); 训练后, A、B 两组腰椎和左侧股骨近端骨密度明显高于 C 组 ( $P < 0.05$ ); A 组与 B 组腰椎 L<sub>2-4</sub> 骨密度组间比较有显著性差异 ( $P < 0.05$ ) A 组高于 B 组, 股骨近端骨密度 A、B 两组组间比较无显著性差异 ( $P > 0.05$ )。

通过实验前后各组的骨密度数据组内比较可知, A 组 BMD 增幅 3.27% ( $P < 0.01$ ), B 组增幅 1.58% ( $P < 0.05$ ); 对照组 C 组不参加体育锻炼, 骨密度数值降低明显, 降幅为 1.38% ( $P < 0.05$ )。实验前后各组左侧股骨近端骨密度也发生了变化。其中, A 组 BMD 增幅 1.22% ( $P < 0.05$ ), B 组 BMD 增幅 1.31% ( $P < 0.05$ ), C 组实验后 BMD 测定轻微下降, 无显著性差异 ( $P > 0.05$ )。以上数据说明, 24 周核心稳定性训练对腰椎 L<sub>2-4</sub> 骨密度增加的效果更明显; 核心稳定性训练和快走均对绝经女性股骨近端骨密度增加产生良性影响。

表 2 实验前后各组骨密度比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

Table 2 Comparison of BMD among each group before and after the experiment ( $\bar{x} \pm s$ )

Group	Lumbar L <sub>2-4</sub>		The left proximal femur	
	BMD (g/cm <sup>2</sup> )	change rate	BMD (g/cm <sup>2</sup> )	Change rate
A (n = 11)	1.026 ± 0.141	+ 3.27%	0.998 ± 0.148	+ 1.22%
B (n = 12)	1.020 ± 0.153	+ 1.58%	1.004 ± 0.143	+ 1.31%
C (n = 10)	1.004 ± 0.167	- 1.38%	0.979 ± 0.139	- 0.41%

### 2.2 训练前后三组骨代谢生化指标比较

表 3 实验前后各组生化指标比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

Table 3 Comparison of biochemical parameters among each group before and after the experiment ( $\bar{x} \pm s$ )

Groups	BGP (μg/L)	Ca (mmol/L)	P (mmol/L)	ALP (U/L)	U-Pyd (nM/mM)
Normal value	4.8 ~ 10.2	2.08 ~ 2.6	0.83 ~ 1.48	40 ~ 150	3.0 ~ 7.4
A (n = 11)	4.30 ± 2.93*	2.18 ± 0.25	1.02 ± 0.09	78.33 ± 18.65	3.35 ± 0.88
B (n = 12)	3.33 ± 3.67 <sup>△</sup>	2.15 ± 0.17	1.07 ± 0.11	76.27 ± 22.14	3.52 ± 1.02
C (n = 10)	3.45 ± 1.03	2.16 ± 0.31	1.05 ± 0.14	76.92 ± 20.96	3.68 ± 0.94

Notes: \* Compared with C group,  $P < 0.05$ ; <sup>△</sup> Compared with A group,  $P < 0.05$ .

由表 3 可知, A 组血清骨钙素 (BGP) 明显高于 C 组 ( $P < 0.05$ ), B 组 BGP 略低于 C 组但无显著性差异 ( $P > 0.05$ ); A 组尿吡啶啉 (U-Pyd) 水平略低于 B、C 两组, 但无显著性差异 ( $P > 0.05$ )。三组血清钙、磷、碱性磷酸酶水平比较无显著性差异 ( $P > 0.05$ )。

## 3 讨论

### 3.1 运动方式对骨代谢的影响差异

实验主要研究了核心稳定性训练和快走训练对绝经女性骨代谢的影响, 重要的发现包括: ①核心稳定性训练和快走训练均能提高绝经女性腰椎 L<sub>2-4</sub> 和股骨近端骨密度; ②核心稳定性训练对腰椎 L<sub>2-4</sub> 骨密度增加的效果要明显优于快走训练; ③核心稳定性训练能使血清骨钙素明显升高, 快走训练则使之略微降低。

运动对骨代谢的促进作用已经有相关学者研究证实。运动使肌肉对骨骼的牵张力、机械应力和骨骼承受的重力发生改变, 骨骼特异性变形, 骨内压电

位改变,导致骨代谢中成骨细胞生成增加,以增加骨密度或维持骨量。运动还能够通过调整人体激素调节促进骨代谢。在运动的刺激下,睾酮、雌二醇等激素分泌增加,骨骼生长加快,骨皮质增厚,骨密度增加<sup>[5]</sup>。本次实验采用的两种训练方式都能对骨骼和激素产生合理刺激,从而呈现骨密度增加的结果。而两组实验数据的差异则可能是由动作结构和刺激产生的部位不同造成的。根据 Witzke 等<sup>[6]</sup>研究表明,运动方式和强度不同对骨代谢的影响有很大差异。复合运动方式比单一运动方式对骨量的影响效果更好;中等强度的运动对骨骼产生的刺激最适宜,防治骨质疏松的效果最好。

王晓倩<sup>[7]</sup>、何淑敏<sup>[8]</sup>发现大鼠接受长期力量训练后股骨骨密度和血清骨钙素水平显著增加,接受长期耐力训练后骨钙素下降。这与本次实验结果一致。血清骨钙素和尿吡啶啉能够敏感反映骨转换变化。骨钙素由成骨细胞分泌,标志成骨细胞的活性,骨转换越快,骨钙素值越高,反之降低。尿吡啶啉含量在女性绝经后与年龄呈正相关,说明绝经后骨转换和骨吸收增加。本实验中,A组BGP水平高、U-Pyd水平略低,可能是训练刺激使骨形成为主的骨转换增加,骨吸收减少引起。

虽然力量型训练对骨量增加更有益,但过度的运动会使骨骼肌和骨组织过度疲劳,导致骨钙流失,骨密度降低,而且爆发力、大负荷的力量训练方式对老年人循环系统不利。因此选取运动方式时,应结合绝经后女性的生理特点、运动能力、锻炼习惯等特点选择兼顾全身骨骼、关节、肌肉,使机体各部位均能受到良性刺激的综合运动练习。

### 3.2 两种训练的运动特点和作用

A组采用的核心稳定性训练是动态的核心运动肌力量训练,通过核心肌群调节功能维持自身的稳定状态,实现核心稳定肌群本体感受性提高和肌力增强<sup>[10]</sup>。Willson将核心部位的解剖学定义解释为:人体膈肌至盆底肌之间的区域,位于这一区域间的肌群称为核心肌群<sup>[11]</sup>。核心肌群是由脊柱、骨盆和髋关节周围肌肉共同组成。脊柱周围的肌肉分为稳定肌和运动肌,稳定肌位于脊柱深部,起于脊柱,以慢肌为主,耐力性活动时被激活;运动肌位于脊柱表层,以快肌为主,双关节或多关节分布,爆发性活动时被激活。在进行核心稳定性训练时,不仅募集运动肌使关节屈伸做出动作,还能够刺激深层稳定肌群协调活动来维持身体稳定。骨盆通过腰骶关节和骨盆肌等与脊柱相连,是躯干与下肢力量传达的

桥梁,所以骨盆是脊柱稳定的基础。骨盆的稳定性由盆带肌和腰腹肌等核心肌群共同配合完成,脊柱和骨盆在这些肌群的协同作用下合成一个整体,因此在进行核心稳定性训练时,骨盆周围的肌肉同样能得到充分的锻炼。

B组采用的快走训练主要是腿部周期性有氧运动,以腿部蹬地、摆动刺激肌肉牵拉股骨,以及地面的反作用力对腰椎施加运动负荷,此外平衡肌也参与身体稳定。快走训练是有氧供能为主的大肌肉群参与的耐力性训练,训练者下肢负荷最大,长期坚持快走练习可以有效增强下肢肌肉力量与耐力,增进心肺功能。快走训练动作结构简单,训练场所便利,锻炼效果较好,是中老年人群中普遍使用的锻炼方式。美国运动医学会(ACSM)也建议中老年人群进行快走练习,以增强心脏机能。在实验中,快走训练对下肢股骨骨密度的增强效果较好。

实验中两种运动产生的训练效果差异可以用“运动对骨骼具有部位特异性”解释。Pruitt等<sup>[9]</sup>研究发现,绝经后女性实施40周坐姿举重训练后,运动组Ward's三角区无明显变化,腰椎骨密度增加,对照组下降,证明运动对骨骼具有部位特异性,只有参与运动的骨骼肌附着部位的骨骼才能通过运动得到增强。本实验选择的两种训练方式中,核心稳定性训练能够使更多的骨骼、关节、肌肉受到刺激,因此它在防治绝经女性骨质疏松的效果要比快走训练更好,实验数据也证实了这一点。

## 4 小结

核心稳定性训练和快走训练均能促进绝经女性骨代谢,对骨质疏松防治有积极作用,而且核心稳定性训练效果更好。

绝经女性在进行体育锻炼时,应根据身体条件,尽量选择中等强度力量锻炼为主的多关节参与型综合运动,对骨质疏松症取得较好的防治效果。

## 【参考文献】

- [1] Nagata-Kobayashi S, Shimbo T, Fukui T. Cost-effectiveness analysis of screening for osteoporosis in postmenopausal Japanese women[J]. J Bone Miner Metab, 2002,20:350-357.
- [2] Zhong ruyi, Wu xianping. Relationship between age-related bone mass of the lumbar spine and skeletal size and their effects on the diagnosis of osteoporosis in women [J]. Chinese Journal of Osteoporosis, 2012,18(2):99-105.
- [3] Huang chengyin, Li guotai. Influences of different load strength of movement on castration rat's femoral biological parameters

- [J]. Journal of Wuhan Institute of Physical Education, 2011, 9 (5):46-49.
- [4] Faries, M. D., Greenwood, M. Core training, stabilizing the confusion [J]. Strength and Conditioning Journal, 2007, 29 (2):10-25.
- [5] Qin lang. Analysis on the effect of sports on the bone mineral density [J]. Modern Preventive Medicine, 2011, 38 (10):1886-1887.
- [6] Witzke KA, Snow CML. Effects of plyometric jump training on bone mass in akolescent girls [J]. Mke Sci Spom Exerc, 2000, 32:1051.
- [7] Wang xiaoqian, Zhang weiping. Effect of Treadmill Training at Different Time after Hindlimb Unloading on Bone Mineral Density of Rat Femurs and Markers of Bone Metabolism [J]. Journal of Beijing University of Physical Education, 2013, 36(5):64-68.
- [8] He shumun, Chen ming. The Effect of 12-Week Treadmill Exercise on the Serum OPG, sRANKL, Bone Metabolism and Bone Mass in Growing Rats [J]. Chinese Journal Of Sports Medicine, 2010, 29(5):560-562.
- [9] Pruitt L. A, et al. Weight-training effects on bone mineral density in early postmenopausal women [J]. J Bone Miner Res, 1992, (7):185.
- [10] Yu hongyan, Li jingyong. The New Thought on Athlete Physical Fitness Training: Core Stability Training [J]. Journal Of Tianjin University Of Sport, 2008, 33(2):128-130.
- [11] Willosn J D, Christopher P D, Mary L I, et al. Core stability and its relationship to lower extremity function and injury [J]. J Am Academy Orth Syrg, 2005 (13):316-325.
- [12] Behm, D. G., Drinkwater, E. J.. The use of instability to train the core musculature [J]. Applied Physiology Nutrition and Metabolism, 2010, 35(1):91-108.
- [13] Yang Jingyi. Probe into Application of "Jungmann" Formula in Cardiac Exercise Prescription [J]. Journal Of Beijing University Of Physical Education, 2002, 25(3):327-330.
- (收稿日期:2014-10-31;修回日期:2014-12-05)

### (上接第 834 页)

- [5] 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 [J]. 中国医学影像学杂志, 2011, 19(12):909-911.
- YU Aihong, CHEN Xiangshu, SUN Weijie, et al. Effects of Height, Weight and Body Mass Index on Bone Mineral Density Measurements Using DXA and QCT [J]. Chinese Journal of Medical Imaging, 2011, 19(12):909-911. (in Chinese)
- [6] Amarante F, Vilodre LC, Maturana MA, et al. Women with primary ovarian insufficiency have lower bone mineral density [J]. Braz J Med Biol Res, 2011, 44(1):78-83.
- [7] Corina M, Vulpoi C, Brănișteanu D. Relationship between bone mineral density, weight, and estrogen levels in pre and postmenopausal women [J]. Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi, 2012, 116(4):946-950.
- [8] Morcov C, Vulpoi C, Brănișteanu D. Correlation between adiponectin, leptin, insulin growth factor-I and bone mineral density in pre and postmenopausal women [J]. Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi, 2012, 116(3):785-789.
- [9] Rosen CJ, Ackert-Bicknell C, Beamer WG, et al. Allelic differences in a quantitative trait locus affecting insulin-like growth factor-I impact skeletal acquisition and body composition [J]. Pediatr Nephrol, 2005, 20(3):255-260.
- [10] Maggio AB, Belli DC, Puigdefabregas JW, et al. High bone density in adolescents with obesity is related to fat mass and serum leptin concentrations [J]. J Pediatr Gastroenterol Nutr, 2014, 58(6):723-728.
- [11] Zhang J, Li T, Xu L, et al. Leptin promotes ossification through multiple ways of bone metabolism in osteoblast: a pilot study [J]. Gynecol Endocrinol, 2013, 29(8):758-762.
- (收稿日期:2014-09-30)