

# 全身振动对绝经后妇女骨量和骨代谢的影响\*

刘洋<sup>1</sup> 叶超群<sup>1,3</sup> 周军<sup>1</sup> 曹立春<sup>2</sup> 张玉芹<sup>1</sup> 张凡<sup>1</sup>

**摘要 目的:**寻找一种新型的、安全有效的防治绝经后骨质疏松的办法。**方法:**对北京市罗庄里小区 28 例 49—65 岁绝经后妇女进行问卷调查、腰椎骨密度(BMD)、双侧股骨上端 BMD、护骨素(OPG)、抗酒石酸性磷酸酶(TRAP)和骨特异性磷酸酶(BALP)等测定。随机分为实验组和对照组,实验组采用振动干预,对照组无任何干预。振动方案为:频率 30—45Hz, 20min/次, 3 次/周, 连续 3 个月。**结果:**在实验前和实验后,组间对比 BMD 均无明显变化。组内对比,实验组腰椎和股骨上端 BMD 较实验前无明显改变( $P=0.397$ );而对照组左侧股骨上端 BMD 和双侧股骨 BMD 均值均较实验前降低  $0.01\text{g}/\text{cm}^2$  ( $P<0.05$ );实验组与对照组血清 TRAP、BALP、OPG 在振动干预结束后较实验前均无明显变化。两组血清 TRAP、OPG 在实验前后分别进行组间对比也无明显变化( $P>0.05$ );而实验前,实验组 BALP 明显高于对照组  $5.61\mu\text{g}/\text{L}$  ( $P<0.05$ ),但 3 个月后,差异扩大到  $6.42\mu\text{g}/\text{L}$  ( $P<0.01$ ),但两组的变化值间没有明显差异( $P>0.05$ )。**结论:**振动方案对绝经后女性血清 BALP、TRAP、OPG 无明显影响,但可延缓股骨上端骨丢失。

**关键词** 全身振动;骨密度;护骨素;抗酒石酸性磷酸酶;骨特异性碱性磷酸酶

中图分类号:R493,R681 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2008)-10-0875-03

**The effects of whole body vibration on bone mineral density and bone metabolism in postmenopausal women/LIU Yang, YE Chaoqun, ZHOU Jun, et al.//Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2008, 23(10): 875—877**

**Abstract Objective:** To find a new, safe and effective method to prevent or cure osteoporosis (OP) in postmenopausal women. **Method:** Twenty-eight postmenopausal women were randomized to either vibration group or control group. DEXA was applied to measure these subjects' BMD of lumbar spine and both side upper part of femora. Subjects' bone mineral metabolism mark [tartrate-resistant acid phosphatase (TRAP), bone-specific alkaline phosphatase (BALP), osteoprotegerin (OPG)] in blood serum were measured. **Result:** ①There was no significant change of BMD between vibration group and control group before and after experiment. After experiment, in control group BMD of left femur and average BMD of both side femora reduced significantly ( $P<0.05$ ). ②No significant change was observed in TRAP, BALP and OPG between two groups before and after experiment. Between these two groups, there was significant difference of BALP before training ( $P<0.05$ ); but after three months training, the difference of BALP became very significant ( $P<0.01$ ). **Conclusion:** The whole body vibration could not provide obvious effect on TRAP, BALP and OPG level in postmenopausal women, but could prevent bone loss on femora.

**Author's address** The Studies' Section of Health Care and Rehabilitation of Sports of Capital Institute of P.E. Beijing, 100088

**Key words** whole body vibration; bone mineral density; osteoprotegerin; tartrate-resistant acid phosphatase; bone-specific alkaline phosphatase

绝经期女性因雌激素缺乏和退行性骨丢失,使骨质疏松症的发生率明显高于常人。女性骨健康和骨质疏松的防治也因此成为备受关注的社会问题。药物治疗、运动疗法、物理因子疗法是治疗骨质疏松的常用方法,均具有一定的效果也存在一些问题。有研究发现:全身振动具有较好的成骨效应和高依从性、高满意度、副反应小的特点,被认为是一种新型的、安全有效的防治绝经后妇女骨丢失的方法<sup>[1-2]</sup>,但目前对其的研究尚处于初步阶段,振动强度(频率、时间、振幅)和刺激方式等因素与效果间的关系尚不十分清楚。本研究采用动态频率的振动(在振动周期中的不同时间采用不同的频率)方案探讨振动

对绝经后妇女骨量和骨代谢的影响。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

通过病史询问、体检和问卷调查,从北京市海淀区罗庄东里小区 41 名志愿者中选取绝经后妇女 28

\* 基金项目:北京市运动机能与评定重点实验室对外开放课题

1 首都体育学院体育保健与康复教研室,北京海淀区北三环西路 11 号,100088

2 大庆师范学院体育系

3 通讯作者

作者简介:刘洋,男,硕士研究生

收稿日期:2008-06-04

例(年龄 49—65 岁)。随机分为实验组与对照组,每组 14 例。所有受试者均签署《知情同意书》。两组在

年龄、绝经年龄和年限等方面差异都没有显著性。一般资料见表 1。

表 1 两组实验对象一般资料比较

( $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	年龄(y)	绝经年龄(y)	绝经年限(y)	身高(cm)	体重(kg)
实验组	14	54.71±3.50	50.57±2.21	4.14±2.60	155.57±6.73	60.43±10.02
对照组	14	54.93±4.25	50.79±3.02	4.14±2.68	158.79±3.56	65.00±8.30

排除标准:①继发性骨质疏松症及其他可能影响骨代谢的疾病,如先天性骨畸形、小儿麻痹症、严重肝、肾疾病、糖尿病和其他骨关节疾病等;②近 3 个月或在实验期间服用影响骨代谢药物者,如类固醇、利尿剂、钙、维生素 D、氟化物及雌激素等;③烟、酒嗜好者。

## 1.2 研究方法

对实验组对象进行 3 个月的振动干预,对照组不接受干预。振动干预开始前和结束后对两组进行骨密度和骨代谢血生化指标检测。

**1.2.1 振动方案:** 振动频率为 35—45Hz, 2min×5 组,组间休息 2min,每次共 20min,3 次/周。前 5 周刺激频率为 35Hz;第 6—10 周为 40Hz;第 11—16 周为 45Hz。

**1.2.2 主要测试指标及测定方法:** 骨密度(bone mineral density, BMD):应用 GE Lunar Prodigy 型 双能 X 线骨密度仪(DEXA)测量腰椎(L1—L4)和双侧股骨颈 BMD。

骨代谢血生化指标:骨特异性碱性磷酸酶(bone-specific alkaline phosphatase, BALP)、抗酒石酸酸性磷酸酶(tartrate-resistant acid phosphatase isoform 5b, TRAP-5b)、护骨素(osteoprotegerin, OPG):清晨空腹取静脉血 5ml,分离血清标本,采用酶联免疫吸附(ELISA)法测定(中日友好医院临床检验中心进行)。OPG 试剂盒、BALP 试剂盒、TRAP-5b 试剂盒,均为英国 Immunodiagnostic systems limited (IDS LTD)公司产品。

## 1.3 统计学分析

采用 SPSS10.0 统计软件分析。计量资料组间比较采用两独立样本 *t* 检验,组内比较采用自身配对 *t* 检验,数据用均数±标准差表示。计数资料采用  $\chi^2$  检验。

## 2 结果

### 2.1 全身振动对腰椎和两侧股骨 BMD 的影响

在实验前和实验后,组间对比 BMD 均无明显变化(见表 2)。组内对比,实验组在接受 3 个月振动训练后,腰椎和股骨上端 BMD 较实验前无明显改变( $P=0.397, P>0.05$ );而对照组左侧股骨上端 BMD 和

双侧股骨 BMD 均值均较实验前降低( $P$  值分别为 0.037 和 0.046,  $P<0.05$ )。

### 2.2 全身振动对骨代谢的影响

见表 3—4。实验组与对照组血清 TRAP、BALP、OPG 在振动干预结束后较实验前均无明显变化;两组血清 TRAP、OPG 在实验前和后分别进行组间对比也无明显变化( $P>0.05$ );实验前,实验组 BALP 明显高于对照组( $P=0.015, P<0.05$ ),3 个月后,其差异更明显( $P=0.004, P<0.01$ ),但两组的变化值间没有明显差异( $P=0.73, P>0.05$ )。说明 3 个月的振动对绝经期女性血清 TRAP、BALP、OPG 无明显影响。

表 2 实验前后两组腰椎和两侧股骨 BMD 的比较

( $\bar{x}\pm s, g/cm^2$ )

	腰椎 L1—L4	左股骨头	右股骨头	双侧股骨均值
实验组				
实验前	1.06±0.14	0.91±0.12	0.91±0.12	0.91±0.12
实验后	1.06±0.14	0.91±0.12	0.90±0.12	0.90±0.12
对照组				
实验前	1.11±0.15	0.97±0.09	0.97±0.11	0.97±0.10
实验后	1.11±0.15	0.96±0.11 <sup>①</sup>	0.96±0.11	0.96±0.11 <sup>①</sup>

①组内实验前后相比较  $P<0.05$

表 3 全身振动对血 TRAP、BALP、OPG 的影响( $\bar{x}\pm s, g/cm^2$ )

	TRAP(U/L)	BALP( $\mu g/l$ )	OPG(pg/ml)
实验组			
实验前	2.46±0.63	18.82±4.57	426.08±199.06
实验后	2.54±0.51	17.33±5.39	385.64±194.79
对照组			
实验前	2.46±0.66	13.21±4.98 <sup>①</sup>	306.01±127.08
实验后	2.22±0.50	10.91±2.60 <sup>②</sup>	265.02±120.10

实验前后,两组组间相比较,① $P<0.05$ ,② $P<0.01$

表 4 实验前后骨代谢指标变化情况

( $\bar{x}\pm s$ )

	实验组	对照组
BALP( $\mu g/l$ )	-1.49±4.40	-2.31±6.52
TRAP(U/L)	0.09±0.41	0.24±0.60
OPG(pg/ml)	-40.43±155.56	-40.39±133.74

## 3 讨论

振动是一种非生理性机械刺激,因具有提高肌力、改善柔韧性、关节稳定性、增强本体感、促进疲劳恢复等作用而广泛应用于运动医学领域。近期研究表明,在去卵巢模型动物及绝经后女性,低于引起骨组织损伤的机械振动信号,有很强的成骨效应<sup>[1-3]</sup>,具有潜在的预防骨质疏松作用<sup>[4]</sup>,能有效的预防老年女性摔倒骨折<sup>[5]</sup>,并具有高依从性、高满意度,副反应小,无创等特点<sup>[6]</sup>,因而有学者提出,全身振动是

一种新型的、安全有效的防治绝经后妇女骨丢失的方法<sup>[2]</sup>。本研究显示,振动频率为35—45Hz, 2min×5组,每次共20min,3次/周,共3个月的振动方案对绝经后女性血清BALP、TRAP、OPG无明显影响,但可延缓股骨上端骨丢失。

研究显示,振动可增加绝经后女性的骨密度。Rubin等<sup>[8]</sup>发现,30Hz、2.0m/s<sup>2</sup>、连续12个月的振动刺激,可使绝经后妇女骨质疏松妇女股骨颈BMD较对照组增加2.17%( $P=0.06$ ),腰椎BMD较对照组增加1.5%( $P=0.09$ )。Verschueren等<sup>[7]</sup>随机将70例58—74岁绝经后妇女分为WBV组、抗阻训练组及对照组,给予WBV组24周动态振动刺激后,发现对照组和抗阻训练组髋关节BMD未有明显变化,而WBV组髋关节BMD相对增加了0.93%,且差异显著( $P<0.05$ )。本研究中,3个月频率为30—45Hz的振动干预并未使实验组腰椎和左右两侧股骨BMD发生显著性变化,而对照组在3个月后,左侧股骨BMD和双侧股骨近端BMD平均值呈显著性下降( $P=0.037, P=0.046$ ),表明本方案可防止绝经后女性股骨上端骨丢失,而未能增加骨密度。对比本研究方案与上述Rubin和Verschueren的方案,我们推测这可能与本研究方案中3个月的振动周期太短、还未能使骨密度发生变化有关。同时振动姿势动作过多、每次振动时间短也可能是未能增加骨密度的原因之一。不同的姿势动作影响振动的传递率<sup>[9]</sup>,且每次振动总时间为10min,因而每个姿势动作受到的刺激强度不够,不能刺激该传递部位骨量增加明显。此外,本研究还发现,全身振动对左腿BMD的影响比右腿更显著,即对非优势腿的振动效果比优势腿好。这与Bech等研究相似。Bech<sup>[10]</sup>等对绝经前妇女进行振动训练(0.2g,30Hz,2×10min/d),在实验前、实验6个月和实验后用DXA测量全身BMD,12个月后发现,受试者非优势腿股骨近端平均BMD增加了2.03%±0.33%( $P<0.02$ ),除了优势腿股骨近端BMD没有增加外,其他部位BMD都有所增加。这可能与非优势腿BMD值起点低或是肌肉力量较弱,可塑性强有关。

血清BALP来源于成骨细胞,排除了肝、肾、肠道等疾患的影响,是反映成骨细胞活性和骨形成的敏感指标之一。血清TRAP-5b水平是一个较好的抗吸收治疗检测指标<sup>[11]</sup>,能预测妇女骨量减少速率<sup>[12]</sup>。OPG是反映成骨细胞与破骨细胞间互相调节的耦联因子之一。测定上述三个指标能比较全面地反映骨代谢情况,预测骨丢失率<sup>[13]</sup>、骨折危险性<sup>[14—15]</sup>和监测骨质疏松治疗效果<sup>[16—17]</sup>。振动对绝经期女性骨代

谢影响的研究较少,对动物骨代谢的研究尚未见报道。本研究结果显示,3个月的振动干预并未能改善绝经后妇女骨代谢。我们推测这一方面与我们的方案欠佳有关,另一方面与样本数较少且实验组和对照组样本数不一致有关。实验过程中,部分受试者不能配合参与血液指标的采取,使最终参与统计的受试者血样本数为:实验组为12例,对照组9例。因此,在进一步的研究中,应增大样本数,对不同频率、时间、周期的振动方案的效果进行系统、全面研究,探索科学、有效的绝经期骨质疏松防治方法。

#### 4 结论

本研究结果显示,全身振动刺激可防止绝经后妇女骨丢失,对骨代谢作用不明显,原因可能与振动周期和每次振动时间短、样本数少有关。其确切效果、最佳方案有待于进一步研究。

#### 参考文献

- [1] 刘洋,周军,叶超群. 全身振动防治绝经后骨质疏松的研究进展[J]. 中国康复医学杂志, 2008, 23(2): 190—192.
- [2] Rittweger J, Just K, Kautzsch K, et al. Treatment of chronic lower back pain with lumbar extension and whole-body vibration exercise: a randomized controlled trial [J]. Spine, 2002, 27(17): 1829—1834.
- [3] Jordan J. Good vibrations and strong bones [J]. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol, 2005, 288(3): R555—556.
- [4] 邓轩庚,陈建庭,冯鹰等. 复合振动预防去势大鼠骨质疏松的实验研究[J]. 中国康复医学杂志, 2008, 23(4): 325—329.
- [5] Verschueren SMP, Roelants M, Delecluse C, et al. Effect of 6-month whole body vibration training on hip density, muscle strength, and postural control in postmenopausal women: a randomized controlled pilot study [J]. J Bone Miner Res, 2004, 19(3): 352—359.
- [6] Marian T, Hannan, Debbie M, et al. Establishing the compliance in elderly women for use of a low level mechanical stress device in a clinical osteoporosis study [J]. Osteoporos Int, 2004, 15(11): 918—926.
- [7] Verschueren SM, Roelants M, Delecluse C, et al. Effect of 6-month whole body vibration training on hip density, muscle strength, and postural control in postmenopausal women: a randomized controlled pilot study [J]. J Bone Miner Res, 2004, 19(3): 352—359.
- [8] Rubin C, Recker R, Cullen D, et al. Prevention of postmenopausal bone loss by a low-magnitude, high-frequency mechanical stimuli: a clinical trial assessing compliance, efficacy, and safety [J]. J Bone Miner Res, 2004, 19(3): 343—351.
- [9] Rubin C, Pope M, Fritton JC, et al. Transmissibility of 15-Hertz to 35-Hertz vibrations to the human hip and lumbar

(下转 883 页)