

# 不同运动强度健身跑对促进女大学生 骨骼健康效果的比较研究

吉洪林, 王明伟, 潘孝贵, 庞国庆, 唐念

(湖州师范学院体育学院, 浙江湖州 313000)

**摘要:**目的: 探讨不同运动强度的健身跑对促进女性大学生骨骼健康的效果。方法: 选取51名女性大学生, 设计不同运动强度的健身跑干预方案, 进行为期12个月的运动干预, 其中实验1组(较大运动强度组)15人, 运动时心率控制在140—160次/min, 实验2组(中小运动强度组)16人, 运动心率控制在100—120次/min, 实验对照组20人, 在实验前后分别测试研究对象的骨密度(BMD)、血清碱性磷酸酶(ALP)、血清骨钙素(BGP)。结果: ①实验1组的股骨BMD、血清ALP、血清BGP实验前后比较及实验后与对照组比较差异具有高度显著性( $P < 0.01$ ), 腰椎BMD差异具有显著性( $P < 0.05$ ), 尺桡骨BMD差异不具有显著性; ②实验2组的股骨BMD、血清ALP、血清BGP实验前后比较及实验后与对照组比较差异具有显著性( $P < 0.05$ ); 腰椎BMD、尺桡骨BMD差异不具有显著性。结论: ①较大运动强度的健身跑锻炼在促进青年女性骨健康方面效果显著, 健骨效果优于中小强度的健身跑; ②健身跑运动对人体BMD的影响存在部位特异性。

**关键词:** 健身跑; 运动强度; 骨骼; 骨密度; 骨代谢

**中图分类号:** G822

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1008-3596(2017)02-0069-07

## 1 问题的提出

有研究表明, 一直被人们认为是老年人特有的骨质疏松症, 其实在儿童、青少年时期就已存在<sup>[1]</sup>, 所以青少年时期具有优良的骨骼非常重要, 可以有效预防骨质疏松症发生。近年来统计显示, 骨质疏松症对人类的危害远远超过了癌症、心脏病等<sup>[2]</sup>, 其治疗费用也成为重大的社会负担, 用什么方法能有效提高人体的骨骼质量, 已成为世界性关注的科研攻关课题。而多年科研成果证明, 体育运动是改善人体骨骼状况的最有效手段之一, 其不仅经济、易行, 并且副作用小, 比药物疗法具有更好的效果<sup>[3]</sup>。而针对不同人群的运动干预, 什么样的运动强度对提高人体

骨骼质量最有效一直是有待解决的难点。目前关于运动强度的研究成果主要集中于同一强度下的运动对人体的骨骼影响<sup>[4-10]</sup>, 而同一运动项目采用不同运动强度的运动干预研究鲜有报道。基于此, 本文通过设计不同运动强度的健身跑干预方案, 探析同一运动项目下选用不同运动强度对青年女性骨骼的影响。

## 2 研究对象与研究方法

### 2.1 研究对象

本文的研究对象来自湖州师范学院非体育专业的女性大学生, 自愿报名, 通过访谈等方式了解报名学生的身体素质、病史及近期服药情况, 最终确定60名女大学生为研究对象。研究对象

收稿日期: 2016-12-08

基金项目: 浙江省教育厅科研项目(Y201327613)

作者简介: 吉洪林(1978—), 男, 江苏东海人, 讲师, 博士, 研究方向为武术理论与运动健康。

身体素质状况良好,没有参加过体育运动训练,无家族性骨骼病史,近3个月之内没有服用影响骨代谢的药品,如雌激素、钙制剂、糖皮质激素等,未患有内分泌疾病、肝病及关节炎等,无骨折史。所有研究对象在进行实验之前签署了知情同意书。本研究将60名研究对象随机分为实验

1组、实验2组与对照组。但在实验实施的过程中,由于本实验对学生的身体素质具有一定要求,并且实验周期较长,部分学生脱离了研究对象组,整个实验结束后,最终测试的研究对象为51人,研究对象的具体情况如表1所示。

表1 研究对象基本情况表

基本情况	实验1组(n=15)	实验2组(n=16)	对照组(n=20)
年龄/岁	20.21±0.51	20.49±0.66	20.81±0.42
体重/kg	53.57±3.94	52.76±4.58	54.71±4.21
身高/cm	160.21±4.17	157.14±5.01	159.32±3.71
BMI	20.87±2.01	21.36±1.98	21.57±2.39
月经规律/例(%)	14(93.33)	16(100.00)	19(95.00)
月经异常/例(%)	1(6.67)	0	1(5.00)
月经稀少/例(%)	0	0	0
闭经/例(%)	0	0	0

## 2.2 研究方法

### 2.2.1 实验法

女大学生不同运动强度健身跑干预方案:将实验对象分为实验1组(较大强度组)、实验2组(中小强度组)和对照组三个组别,在实验前后分别对3个组别的研究对象进行测试。实验组每周练习3次,每次练习4组,每组15分钟,共进行60分钟的有氧跑锻炼,利用心率表控制运动强度,较大强度组心率控制在最大心率的70%—80%,约140—160次/min;中小强度组心率控制在最大心率的50%—60%,约100—120次/min,对照组除了正常体育课外,没有其他任何运动安排。为确保健身运动的安全性,采用主观感受和教学观察相结合的方法对运动强度进行适当调节,如果锻炼者感觉身体疲劳或身体不适,则停止当次锻炼。干预实验的周期为12个月,然后组织学生到市第一人民医院进行相关指标测试,所有的测试过程都由专业医生完成。

### 2.2.2 测试法

#### 2.2.2.1 测试指标

(1)骨密度(BMD, g/cm<sup>2</sup>):尺桡骨(Forearm)、腰椎L<sub>1-4</sub>(Spine)、股骨(Femurr)的骨密度(BMD)。这个3个部位BMD的状况,能够较全面地反映人体BMD情况。

(2)骨代谢指标:血清骨钙素(BGP);血

清碱性磷酸酶(ALP)。

#### 2.2.2.2 指标测试的仪器

(1)骨密度的测试仪器:X-ray Compact多部位双能骨密度测试仪(型号:UNIGAM-MA)。该仪器通过放射两种不同能量的X射线,能有效提高测量的准确性和精确度。

(2)骨代谢相关指标的测定仪器:DNP-9052型电热恒温培养箱;sunrise-basic tecan酶标仪;日立7600-020型全自动生化分析仪。

#### 2.2.2.3 测试方法

(1)骨密度测试:参加测试骨密度的女大学生取出随身携带的金属等物件,脱鞋、放松仰卧于多部位双能BMD测试仪上。通过专业医生操作,对女大学生尺桡骨、腰椎与股骨的BMD依次进行测试。

(2)骨代谢相关指标测试:①样本采集:清晨,测试者空腹,在安静状态下抽取静脉血5 mL,选用不含热源与内毒素的干净试管留存样本,在操作过程中避免任何细胞刺激,血液收集后,在3000转/min的速度下离心10 min,分离标本并储存血清,待血清ALP和血清BGP指标检测。②检测方法:血清ALP使用日立7600-020型全自动生化分析仪检测,方法采用连续检测法;血清BGP使用sunrise-basic tecan酶标仪检测,方法采用双抗体一步夹心法酶联免疫吸附

试验法 (ELISA); 试剂盒由上海卡文科技生物公司提供, 美国 METRA 公司生产。

### 2.2.3 数据统计法

使用 SPSS For Windows11.5 软件进行数据统计, 测试结果均以“平均数±标准差”表示, 组间差异显著性选用单因素方差分析,  $P < 0.05$  表示组间差异具有显著性,  $P < 0.01$  表示组间差异具有高度显著性。

## 3 研究结果

### 3.1 不同运动强度健身跑女大学生 BMD 比较结果

表2 股骨 BMD 实验前后各组别比较一览表  $g/cm^2$

组别	<i>n</i>	实验前	实验后
实验1组	15	0.752±0.100	0.864±0.071 $\Delta\Delta^{**}$
实验2组	16	0.749±0.061	0.801±0.051 $\Delta^*$
对照组	20	0.751±0.093	0.761±0.061

注:  $\Delta$ 表示实验前后的比较, \*表示实验组与对照组比较; 标注为 $\Delta$ 或\*表示  $P < 0.05$ , 标注为 $\Delta\Delta$ 或\*\*表示  $P < 0.01$ 。下表同。

股骨 BMD 测试结果显示 (表 2), 在实验前后比较中, 实验 1 组差异具有高度显著性,  $P < 0.01$ , 实验 2 组差异具有显著性,  $P < 0.05$ ; 而在实验后比较中, 试验 1 组与对照组比较差异具有高度显著性,  $P < 0.01$ , 实验 2 组与对照组比较差异具有显著性,  $P < 0.05$ 。

腰椎 BMD 测试结果显示 (表 3), 在实验前后比较中, 实验 1 组差异具有显著性,  $P < 0.05$ , 在试验以后, 实验 1 组与对照组相比, 差异也具有显著性,  $P < 0.05$ ; 而试验 2 组实验前后比较及实验后与对照组比较, 其差异均不具有显著性。

表3 腰椎 L1-4BMD 实验前后  
各组别比较结果一览表  $g/cm^2$

组别	<i>n</i>	实验前	实验后
实验1组	15	1.031±0.103	1.104±0.081 $\Delta^*$
实验2组	16	1.042±0.088	1.069±0.102
对照组	20	1.031±0.112	1.048±0.094

尺桡骨 BMD 测试结果显示 (表 4), 实验后, 实验 1 组和实验 2 组分别与对照组比较, 差

异均不具有显著性, 两个实验组尺桡骨部位的 BMD 在实验前后比较中, 差异也不具有显著性。

表4 尺桡骨 BMD 实验前后  
各组别比较结果一览表  $g/cm^2$

组别	<i>n</i>	实验前	实验后
实验1组	15	0.692±0.061	0.714±0.057
实验2组	16	0.671±0.036	0.685±0.041
对照组	20	0.690±0.042	0.696±0.029

### 3.2 不同运动强度健身跑女大学生骨代谢相关指标比较结果

表5 血清 ALP 实验前后各组别比较一览表 U/L

组别	<i>n</i>	实验前	实验后
实验1组	15	72.309±8.091	85.100±10.651 $\Delta\Delta^{**}$
实验2组	16	71.042±7.091	79.093±9.022 $\Delta^*$
对照组	20	71.031±9.089	71.471±8.908

血清 ALP 是反映骨形成的常用指标, 通过 12 个月的健身跑试验可知, 实验组 ALP 的活性得到一定程度的提高, 实验组的 BGP 水平有所提高在实验前后比较中, 实验 1 组的 ALP 差异具有高度显著性,  $P < 0.01$ , 实验 2 组的差异具有显著性,  $P < 0.05$ ; 在实验后, 实验 1 组与对照组比较差异具有高度显著性,  $P < 0.01$ ; 实验 2 组与对照组比较差异具有显著性,  $P < 0.05$ 。

表6 血清 BGP 实验前后各组别比较一览表  $ng/mL$

组别	<i>n</i>	实验前	实验后
实验1组	15	3.529±0.097	4.239±0.147 $\Delta\Delta^{**}$
实验2组	16	3.462±0.107	3.982±0.125 $\Delta^*$
对照组	20	3.570±0.171	3.551±0.106

血清 BGP 是反映骨形成又一常用指标, 通过本文的健身跑实验, 实验组的 BGP 水平有所提高。在实验前后的比较中, 实验 1 组的 BGP 差异具有高度显著性,  $P < 0.01$ , 实验 2 组的差异具有显著性,  $P < 0.05$ ; 在实验后, 实验 1 组 BGP 与对照组比较差异具有高度显著性,  $P < 0.01$ , 而实验 2 组的 BGP 与对照组比较差异具有显著性,  $P < 0.05$ 。

## 4 讨论

BMD 是衡量人体骨骼质量的重要指标, 反

映骨结构改变方面非常敏感<sup>[11]</sup>，通过人体 BMD 检测，能够直接评定人体的骨骼水平。而血清 ALP 与血清 BGP 是体现骨骼代谢过程中的敏感指标<sup>[12-13]</sup>，骨代谢主要是在破骨细胞的作用下不断吸收旧骨，在成骨细胞作用下合成新骨。ALP 由成骨细胞分泌，是参与骨代谢的重要蛋白，在反映成骨细胞活性方面非常敏感。BGP 又称骨  $\gamma$ -谷氨酸蛋白，是骨转换中骨形成的又一敏感性标志物，分析血清中的 BGP 浓度变化对探究其骨骼代谢的活性具有重要意义。而对于人体骨骼的探讨，在近几年才得到了快速的发展。在上个世纪七八十年代，骨质疏松还被认为是人体衰老过程中的一种现象，但当 Barbara 医生与他的同事发现一群女子竞技运动员的腰椎 BMD 低得惊人以后<sup>[14]</sup>，对人体骨骼的研究才引起人们的重视。同时，认识到骨质疏松症是可以预防、治疗的骨病<sup>[15-16]</sup>，也发现合适的体育运动是改善人体骨骼质量的重要方法之一。体育运动是影响人体骨骼质量的重要因素已得到普遍认同，关于体育运动与人体骨骼关系的研究成果可见于各种学术刊物，但是在设计运动方案时，采用什么样的运动强度一直没有得到很好的解决。而且由于人体处于不同的年龄阶段，运动能力也不尽相同，在设计运动方案时，容易受到年龄、运动能力等因素的限制。合理的运动强度非常重要，强度太小达不到理想的效果，强度过大有可能造成损伤，甚至让骨骼质量下降<sup>[17-18]</sup>。目前，关于运动强度的研究成果主要是针对单一强度运动对人体骨骼的影响。如有报道称，中等强度有氧运动（心率控制在 100—140 次）可以有效地提高青少年的 BMD<sup>[4-6]</sup>；也有文献报道，大强度的运动训练同样能有效提高青少年人体的骨骼质量<sup>[7-10]</sup>，但张培珍等人的研究发现，青春期艺术体操运动员经过长期的大强度专业训练后，其骨矿含量、骨面积、BMD 比同龄段的学生分别低 23%、14% 和 11%<sup>[19]</sup>。在针对老年人的研究成果中，学者也都大量采用了中等强度的运动干预，探讨体育运动对中老年人骨骼的影响，得出体育运动对延缓中老年人骨质丢失、预防骨质疏松症发生有良好的效果<sup>[20-23]</sup>；也有学者认为，在老年人身体允许的情况下，采用中等偏大的运动强度，效果会更好<sup>[24]</sup>，Susan A 认为运动强

度要达到最大运动能力的 70% 以上才能取得较好的效果<sup>[25]</sup>，因高负荷、高强度对骨的刺激作用大于有氧的耐力运动<sup>[26]</sup>。综合现有研究成果可以得出，中等强度的运动干预及大强度的训练都可以有效提高青少年人体的 BMD 及骨质水平，但强度过大、训练不当，也可能导致骨骼质量下降。那么，什么样的运动强度能够更好地提高青少年的骨骼质量，目前尚不清楚。鉴于此，本文对不同运动强度健身跑对女性大学生骨骼的影响效果进行比较，探析在相同的研究对象、相同的干预时间、相同的干预方式下，不同运动强度对实验对象的影响是否存在差异。

通过本文的研究结果可知，较大运动强度的实验 1 组大学生在实验后，其血清 ALP、血清 BGP 及股骨 BMD 得到明显提高，实验前后比较及实验后与对照组比较差异具有高度显著性，其腰椎 BMD 值在实验前后及实验后与对照组比较差异也具有显著性。通过表 3—6 可知，中小运动强度的实验 2 组大学生血清 ALP、血清 BGP 及股骨 BMD 虽然也得到一定程度的提高，但是变化明显不如较大运动强度的实验 1 组显著，由此可以得出，中小运动强度的有氧健身跑虽能提高青少年 BMD 及骨代谢活性，有利于骨骼的健康发展，但是效果不如较大运动强度健身跑显著，选用体育运动促进青年女性骨骼发展时，在锻炼者能承受的运动强度范围以内，应采用较大的运动强度。

另外，本文选择研究对象 3 个部位的 BMD 进行测试，通过表 2—4 可知，虽然选用相同锻炼时间、相同运动方式，但实验前后各部位的 BMD 变化情况并不相同，实验后实验 1 组与实验 2 组的尺桡骨 BMD 值虽略有增加，但实验前后比较及实验后与对照组比较，差异均不具有显著性，说明不管采用中小强度的健身跑，还是较大强度的健身跑，对提高青年女性尺桡骨 BMD 均不明显。而对实验对象的腰椎 BMD 与股骨 BMD 的影响则与尺桡骨不同，特别股骨 BMD，实验 1 组与实验 2 组都得到明显提高，实验 1 组提高得更加显著，这种情况的发生应与有氧健身跑的运动方式有关。

根据 Wolff 定律，骨骼结构和所受机械应力之间存在对应关系，机械应力决定着骨骼结

构<sup>[26]</sup>,而不同的运动干预项目,由于运动方式不同,对人体骨骼的影响也存在差异,所以选择不同的运动方式,将对人体BMD产生不同的影响。根据运动方式的不同可划分为冲击力项目(篮球、排球、跑步等)和非冲击力项目(游泳、划船、自行车等),冲击力项目又可分为高冲击力(篮球、排球)、中冲击力(跑步)和小冲击力(舞蹈)项目<sup>[27-29]</sup>。目前,关于体育运动与人体骨骼相互关系的研究绝大多数采用冲击力项目,如篮球、足球、跑步、太极拳、健身操等,证明冲击力项目对人体骨骼具有良性影响<sup>[20,27,30-33]</sup>。有文献指出,不同冲击力对人体BMD影响不同,高冲击力>中小冲击力>无冲击力<sup>[34]</sup>,这个结论也正好印证了Forst提出的“力学稳态理论”,他认为,骨量的增减取决于外力作用的大小<sup>[35]</sup>。而跑步虽然是典型的冲击力运动项目,能有效地提高人体BMD及骨代谢活性,但在跑步的过程中人体所受的机械力冲击力主要为来源于地面的反作用力,且主要作用于人体下肢,而处于上肢的尺桡骨部位根本得不到外来力量的刺激。所以根据Wolff定律,采用健身跑进行骨骼健康锻炼时,对提高下肢及腰椎部位BMD具有较好的效果,对上肢BMD提高不明显。同时说明,运动干预对人体BMD影响存在特异性,外力负荷对人体各部位的冲击力不同,该部位的骨塑建或骨重建也会发生不同的变化<sup>[36]</sup>,从而影响人体该部位的BMD状况。因此,由于不同运动形式对人体各部位BMD的影响不同,多种运动方式相结合的运动干预在提高人体BMD水平及骨骼质量方面应该有更好的效果,但是国内的相关研究还相当匮乏,应分析探讨多种运动方式组合干预效果与单一运动方式干预的差异。

本文选择年轻女大学生为研究对象是因为通过文献资料查阅可知,目前相关研究主要集中在中老年群体,对青少年人群骨骼质量的关注相对匮乏。基于此,本文探讨提高年轻女性骨骼质量的方法,在女性处于年轻时期提高其BMD峰值,能够更好地预防女性进入中老年阶段后骨质疏松症的发生。

## 5 结语

由本文的研究可知:①较大运动强度的健身

跑在促进青年女性骨健康方面效果显著,健骨效果优于中小强度的健身跑运动;②健身跑对青年女性BMD的影响存在部位特异性,能有效提高青年女性股骨与腰椎的BMD,但对尺桡骨部位的健骨效果不明显。

## 参考文献:

- [1] 李秀芬,崔巴特尔,郝博文,等.不同人群负重和非负重运动对骨密度的影响[J].中国组织工程研究与临床康复,2010,14(24):4495-4498.
- [2] Keen R. Osteoporosis: strategies for prevention and management[J]. Best Pract Res Clin Rheumatol, 2007, 21(1): 109-122.
- [3] Milliken L, Going S, Houtkooper L, et al. Effects of exercise training on bone remodeling, insulin-like growth factors, and bone mineral density in postmenopausal women with and without hormone replacement therapy[J]. Calcif Tissue Int, 2003, 72(4):478-484.
- [4] 杨小凤,李建国,林承德,等.花样跳绳对13—15岁少年健身效果影响的实验研究[J].上海体育学院学报,2013,35(5):68-70.
- [5] Hovell M F, Nichols J F, Irvin V L, et al. Parent/child training to increase preteens' calcium, physical activity and bone density: A controlled trial[J]. Am J Health Promot, 2009,24(2):118-128.
- [6] Eleftheriou K I, Rawal J S, Kehoe A, et al. The li-chfield bone study: the skeletal response to exercise in healthy young men[J]. J Appl Physiol (1985), 2012, 112(4): 615-626.
- [7] 崔玉鹏,郑陆,梁蕾,等.女子柔道、举重和跆拳道专业运动员年训练周期中骨密度及相关指标的变化规律[J].天津体育学院学报,2010,25(4):348-350.
- [8] 张京鲁,盖凌,刘淑敏,等.女子足球运动员与无运动训练女大学生腰椎、股骨颈骨密度比较[J].中国运动医学杂志,2012,29(2):167-169.
- [9] Nilsson M, Ohlsson C, Mellström D, et al. Sport-specific association between exercise loading and the density, geometry, and microstructure of weight-bearing bone in young adult men[J]. Osteoporos Int, 2013, 24(5): 1613-1622.
- [10] Dériaz O, Najafi B, Ballabeni P, et al. Proximal tibia volumetric bone mineral density is correlated to the magnitude of local acceleration in male long-distance runners[J]. J Appl Physiol (1985), 2010, 108(4): 852-857.

- [11] Micklesfield L K, Gray J, Taliep M S. Bone mineral density and body composition of South African cricketers[J]. *J Bone Miner Metab*, 2012(30):232-237.
- [12] Nielson C M, Zmuda J M, Carlos A S, et al. Rare coding variants in ALPL are associated with low serum alkaline phosphatase and low bone mineral density [J]. *J Bone Miner Res*, 2012, 27 (1): 93-103.
- [13] 张国清. 青春前期女子艺术体操运动员骨骼生长及代谢研究[J]. *中国体育科技*, 2013, 49 (1): 84-87.
- [14] 吉洪林, 赵光圣. 散打训练对人体骨密度和身体成分的影响及相关性研究[J]. *中国体育科技*, 2011, 47(1):112-120.
- [15] 付松芳, 刘翠鲜, 沈志祥. 运动与老年骨质疏松症[J]. *中国老年学杂志*, 2015, 31(3):1068-1071.
- [16] 乔玉成. Cochrane 评价: 绝经后妇女骨质疏松运动干预效果的比较[J]. *中国体育科技*, 2010, 46(6): 121-128.
- [17] Nichols J F, Rauh M J, Barrack M T, et al. Bone mineral density in female high school athletes: interactions of menstrual function and type of mechanical loading [J]. *Bone*, 2007, 41(3):371-377.
- [18] Joy E A, Campbell D. Stress fractures in the female athlete[J]. *Curr Sports Med Rep*, 2005, 4 (6):323-328.
- [19] 张培珍, 矫玮, 高颀. 青春前期艺术体操运动员钙营养状况与骨矿含量的研究[J]. *体育科学*, 2008, 28(4):39-42.
- [20] 肖兰, 周勇, 李靖. 绝经女性6个月健身秧歌锻炼前后血清雌激素、细胞因子和骨密度的变化[J]. *中国运动医学杂志*, 2011, 30(6):561-563.
- [21] 杨红. “健身健骨操”的创编及健身效果的观察性研究[J]. *北京体育大学学报*, 2011, 34 (7): 117-120.
- [22] Marques E A, Mota J, Carvalho J. Exercise effects on bone mineral density in older adults: a meta-analysis of randomized controlled trials[J] *Age (Dordr)*, 2012, 34(6): 1493-1515.
- [23] Kondo H, Fujino H, Nagatomo F, et al. Influence of Estrogen Receptor Polymorphisms on Bone Density in Response to Habitual Exercise in Japanese Postmenopausal Women [J]. *Sci World J*, 2014 (12): 593927
- [24] 谭克理. 不同专项运动训练对男大学生运动员骨密度的影响[J]. *西安体育学院学报*, 2011, 28(6): 721-724.
- [25] Susan A. Bloomfield, PH. D. 营养、运动和激素促进骨健康的作用[J]. *体育科学*, 2003, 23 (1): 133-137.
- [26] 伍中庆, 吴宇峰, 张文宙. 运动疗法在原发性骨质疏松症中应用的研究进展[J]. *中国康复医学杂志*, 2011, 26(2):198-200.
- [27] Creighton D L, Morgan A L, Boardley D, et al. Weight-bearing exercise and markers of bone turnover in female athletes[J]. *J Appl Physiol*(1985), 2001, 90(2):565-570.
- [28] Bellew J W, Gehrig L. A comparison of bone mineral density in adolescent female swimmers, soccer players, and weight lifters[J]. *Pediatr Phys Ther*, 2006, 18(1):19-22.
- [29] Forwood M R, Baxter-Jones A D, Beck T J, et al. Physical activity and strength of the femoral neck during the adolescent growth spurt: A longitudinal analysis[J]. *Bone*, 2006, 38(4):576-583.
- [30] Nurmi-Lawton J A, Baxter-Jones A D, Mirwald R L, et al. Evidence of sustained skeletal benefits from impact-loading exercise in young females: a 3-year longitudinal study[J]. *J Bone Miner Res*, 2004, 19(2):314-322.
- [31] Uzunca K, Birtane M, Durmus-Altun G, et al. High bone mineral density in loaded skeletal regions of former professional football (soccer) players: what is the effect of time after active career? [J]. *Br J Sports Med*, 2005, 39 (3): 154-157.
- [32] 王春燕, 何成奇. 骨质疏松症治疗中的运动疗法[J]. *中国组织工程研究*, 2013, 17(37):6657-6663.
- [33] 杨红. “健身健骨操”的创编及健身效果的观察性研究[J]. *北京体育大学学报*, 2011, 34 (7): 117-120.
- [34] 房冬梅. 生长期骨量与不同冲击力运动的关系[J]. *中国组织工程研究与临床康复*, 2007, 11 (36): 7248-7251.
- [35] Forst H M. The role of changes in mechanical usage set point in the postmenopausal of osteoporosis [J]. *J Bone Miner Res*, 1992, 7(3):253-261.
- [36] 郑陆, 刘坤, 陈晓红. 运动、抗坏血酸与骨代谢关系研究现状[J]. *中国运动医学杂志*, 2010, 29(2): 243-246.

## A Comparative Study on the Effect Promotion of Bone Health in Female College Students by Different Fitness Running Intensity

JI Hong-lin, WANG Ming-wei, PAN Xiao-gui, PANG Guo-qing, TANG Nian

(School of Physical Education, Huzhou Normal College, Huzhou 313000, China)

**Abstract:** *Objective:* To explore the effect of fitness exercise with different running intensity on promoting bone health of female college students. *Method:* Fifty one female college students are selected. The fitness running intervention programs with different exercise intensities are designed for a period of 12 months of exercise intervention. In the experimental Group One (heavier intensity, 15 students), the heart rate is controlled at 140—160 times / min, in the experimental Group Two (moderate intensity, 16 students), the heart rate is controlled at 100—120 times / min, in the Control Group, there are 20 students. BMD, serum ALP and serum BGP are measured respectively before and after the experiment. *Results:* ①Group One's femoral BMD, serum ALP and serum BGP before the experiment has a highly significant difference with that measured after the experiment, and femoral BMD, serum ALP and serum BGP after experiment has highly significant difference compared with control group ( $P < 0.01$ ), lumbar BMD has a significant difference ( $P < 0.05$ ), ulna and radius BMD has no significant difference; ②Group Two's femoral BMD, serum ALP and serum BGP before the experiment has a significant difference with that measured after the experiment, and femoral BMD, serum ALP and serum BGP after experiment has a significant difference compared with control group ( $P < 0.05$ ), both lumbar BMD and ulna and radius BMD have no significant difference. *Conclusions:* ①The heavier intensity of running exercise has remarkable effect in promoting young female bone health, its bone enhancing effect is greater than that of moderate intensity running exercises. ②The influence of fitness running on the human body's BMD is varies from different bones.

**Key words:** fitness running; exercise intensity; bone; BMD; bone metabolism