

文章编号:1672-058X(2012)07-0092-06

# 大学生骨密度与肌肉峰力矩的研究

## ——以跟骨与踝关节为例

林长青, 尤信招

(闽江学院 体育部, 福建 福州 350108)

**摘要:**采用分析法对高校大学生的跟骨骨密度与踝关节肌肉峰力进行比较和实验分析,探究其骨骼生长阶段出现的现象,并按照客观情况结合机体状况和治疗处方展开多方面的制定原则,科学安排方案,以提高高校不同测试对象的骨密度和骨量,为促进骨骼生长发育采集更多的理论依据。

**关键词:**骨密度;峰力矩;骨质健康

**中图分类号:**G 819

**文献标志码:**A

近几年来骨密度的研究颇受学者重视,主要集中在年龄较大阶段,特别是女性绝经后骨健康的研究居多,而对大学生这一特殊群体的研究则比较少见。学生高等教育阶段正是人体骨骼生长发育的重要阶段,也是骨矿含量显著增加的阶段。大学生骨量达到最高峰值取决于这阶段骨骼的成长状况。美国阿肯色大学的一项最新研究表明:有 2% 的女学生已经患有骨质疏松症,有 15% 的人出现了持续显著的骨密度降低,并可能进一步发展为骨病。骨密度受遗传、营养、激素和运动等多种因素的干预。日本学者曾对骨代谢与运动的关系进行过探讨<sup>[1,2]</sup>。有学者通过某一地区高校女生的骨质状况调查,发现保持较佳骨骼健康状态的仅占 52.26%,而人体骨矿物质含量没达正常值的占 46.73%,还有 0.01% 达到骨质疏松状态<sup>[3]</sup>。因此有必要关注大学生的机体骨骼现状,尽可能获取最佳峰值骨量,对减少骨质疏松带来的隐患具有重要的作用。

## 1 研究项目

### 1.1 研究对象

通过随机挑选闽江学院中文系,管理系,电子系,数学系,外语系等文理科不同专业,年龄在 18-22 岁之间的在校大学生男、女各 50 名,设定为实验组;随机抽取福建师范大学体科院体育专业,年龄在 18-22 岁之间的在校大学生男、女各 50 名,设定为对照组。研究对象均无明显生理缺陷,有生活自理能力,自愿参加研究并配合测试。研究对象的一般身体特征如表 1 所示。两组的年龄、身高、体重的平均值之间无显著性差异。且要求研究对象未长期服用过影响骨代谢的药品(如钙剂、维生素 D、维生素 K 等),排除糖尿病、甲亢以及内分泌、肝、肾等影响骨代谢的疾病对骨密度的影响因素。

表 1 研究对象一般状况(平均数 ± 标准差)

组别	n	年龄/岁	身高/cm	体重/kg
实验组	100	20.39 ± 1.430	169.31 ± 4.171	62.22 ± 5.463
对照组	100	20.86 ± 1.629	173.79 ± 5.654	67.59 ± 4.761

## 1.2 研究内容

(1) 研究对象的跟骨骨强度数值、骨密度(BMD)  $T$  值;(2) 研究对象的踝关节肌群屈、伸肌肉峰力矩(Peak Torque)。

## 1.3 研究方法

(1) 文献法。从研究方向出发,在多个网站上收集、查阅了文献资料和信息,内容包括体育科学、基础医学、临床医学、运动生物力学等相关专著和教材,从中了解了临床医学和运动医学中有关跟骨骨密度、踝关节肌肉峰力矩的知识。并以此作为理论基础,寻求解决问题的最佳思路。

(2) 访谈法。走访了多位富有经验的专业人士,相互交流,征求意见。

(3) 实验法。采用超声波骨密度测量仪对大学生 BMD 实施了数据采集。采用等速测力仪(BIODEX)对踝关节肌肉群 Peak Torque 实施数据采集。

(4) 统计法。应用 spss3.0 和 EXCEL 对采集的数据,分别通过体育统计学整理出需要的资料。

(5) 分析法。按照采集的资料,对大学生的跟骨骨密度与屈伸峰力矩展开深入研究,就发现的问题寻求解决的办法。

## 1.4 实验的器材

超声波骨密度测量仪(Lunar Achilles Insight);等速测试与康复系统(Isokinetic Testing & Rehabilitation System)。

## 1.5 实验原理与方法

### 1.5.1 人体骨密度测试原理

骨密度测量仪(Achilles)可以敏感地测出骨量的变化,在骨骼变化以及监测疗效方面也被证明与 DEXA 的精确性一样可靠,它是一款全干式定量分析超声骨密度仪,内置个人计算机系统,采用双能 X 线检测技术和 CCD 数字成像系统的完美结合,以测定超声速度值(SOS)和超声频率衰减值(BUA),得到的骨密度(BMD)和骨质指数(BQI)来对骨密度作出有效的量化评估,获取适合世界卫生组织诊断标准测试结果 STIFFNESS(STIFFNESS Index =  $(0.67 \times \text{BUA}) + (0.28 \times \text{SOS}) - 420$ )的  $T$  值与双能 X 线测量的髋关节、脊柱结果在年龄的影响上有很好的相关性。

### 1.5.2 人体肌肉峰力矩测试原理

等速测试与康复系统(Isokinetic Testing & Rehabilitation System)可提供肢体在预定速度下进行肌肉力量的测试,并提供等长、等张、被动运动、离心等多种运动模式来获取肌肉群等速向心、离心最大力量(力矩)等。

## 2 研究结果

### 2.1 跟骨骨密度

#### 2.1.1 骨密度 $T$ 值诊断指标

骨密度在实际临床中通常用  $T$  值来判断自己的骨密度是否正常,世界卫生组织(WHO)推荐的诊断指标是:正常:(1) 骨密度  $T$  值大于  $-1\text{SD}$ (标准差),没有骨量丢失,这部分个体可在以后的某一时间进行再次检查;(2) 骨量丢失:骨密度  $T$  值在  $-1.0\text{SD}$ (标准差)与  $-2.5\text{SD}$ (标准差)之间,有发生骨质疏松的倾向,这部分个体将被鼓励采用一些预防和保护措施;(3) 骨质疏松证:骨密度  $T$  值小于或等于  $-2.5\text{SD}$ (标准差),这部分个体将被进一步诊断或进行一些形式的治疗。

#### 2.1.2 大学生跟骨骨密度现状

分析结果表明骨质丢失现象存在于部分研究对象上,有的还到了骨质疏松症状的标准。表2显示:对照

组骨质状况明显好于实验组( $P < 0.01$ )。统计发现实验组有24%的出现骨质丢失现象,其中有2例(2%)出现骨质疏松症状,对照组出现骨质丢失的仅有3例,没有出现骨质疏松现象。

表2 测试对象跟骨骨密度评定状况

组别	n	正常/人	正常率/%	骨量丢失/人	骨量丢失率/%	骨质疏松/人	骨质疏松率/%
实验组	100	74	74	24	24	2	2
对照组	100	97	97	3	3	0	0

## 2.2 踝关节肌肉峰力矩

大学生踝关节肌肉峰力矩现状见表3,表3显示:体育专业大学生与非体育专业大学生踝关节屈伸肌峰力矩(Peak Torque)的比较有着显著性差异,非体育专业大学生峰力矩平均值显然不如体育专业大学生。产生如此结果的重点因素为体育专业的学生积极参加体育运动,肌力获得显著的提高,造成其屈伸肌峰力矩也高于非体育专业大学生。

表3 踝关节屈伸肌肉峰力矩的比较

类别	组别	n	N · m	
			平均值	差值
屈肌峰力矩	实验组	100	41.53	-15.63**
	对照组	100	57.16	
伸肌峰力矩	实验组	100	22.43	-7.21**
	对照组	100	29.64	

\*\* $P < 0.01$  具有高度显著性差异, \* $P < 0.05$  具有显著性差异

## 2.3 踝关节肌群屈、伸峰力矩与跟骨骨硬度指数的比较

从表4可以看出,骨硬度的相关系数屈肌群峰力矩明显大于伸肌群峰力矩,表明跟骨骨硬度与踝关节屈肌群峰力矩具有较高的相关性( $P < 0.01$ ),伸肌群峰力矩与骨硬度指数具有一定的相关性但不显著。

表4 跟骨骨硬度与屈、伸肌群峰力矩的相关性统计分析

组别	屈肌群峰力矩与跟骨骨密度相关系数	伸肌群峰力矩与跟骨骨密度相关系数
实验组	0.456**	0.198
对照组	0.581**	0.219

注: \* $P < 0.05$  具有显著性差异, \*\* $P < 0.01$  具有高度显著性差异

# 3 分析与讨论

## 3.1 骨密度重要性

骨质疏松症作为现代文明病,已成为一个世界性的重要公共卫生问题之一。骨质疏松症的原因是骨密度降低和骨组织微结构遭到破坏,从而导致骨骼脆性增加及易发生骨折的全身性疾病<sup>[4]</sup>。骨密度(Bone mineral density, BMD)指单一骨小梁内或皮质骨本身的矿物质密度,是反映人体骨骼代谢状况的一项重要指标,用于分析人体骨量变化情况<sup>[5]</sup>。它是评价机体骨质量的主要标准之一,在现实生活中骨密度对人体的

生理健康起着重要的作用,最直接的表现就是提高骨密度可以预防骨质疏松症,减少骨痛等骨科疾病的发生。除可诊断骨质疏松症之外,尚可用于临床药效观察和流行病学调查,在预测骨质疏松性骨折方面有显著的优越性。

## 3.2 骨密度与肌肉峰力矩的关系

### 3.2.1 肌肉峰力矩与骨密度的关系

美国著名骨科专家 Frost 认为,肌力决定骨结构和骨量,使骨强度适应运动负荷。由肌肉收缩产生的外力作用使骨组织产生剪切应力和流动电压,进而激活骨塑建或骨重建等骨生物调节机制,通过自我更新和自我调整来适应新的力学环境<sup>[6]</sup>。众所周知,适宜的体育运动可以使肌纤维变粗,从而使肌肉力量增加,肌肉力量主要通过收缩产生的负荷影响骨骼。关于肌肉力量对骨密度的影响,目前学者对不同的人群已经作了大量的研究,结果表明肌肉力量与不同部位的骨密度有不同程度的相关性<sup>[7]</sup>。肌肉峰力矩值增大,对骨骼引起骨的力学调整功效也就加强,促进调节骨的建造和改建。在某种方面它们呈线性相关。

### 3.2.2 骨的力学调节机制

骨的生物力学适应性本质上是骨骼系统对机械力信号(应力)的应变<sup>[8]</sup>。调节过程主要包括:第一要有适量的外界负荷:当外界负荷(小于 200 微应变)低于调控点下限时,骨量将减少应变;当外界负荷(200 ~ 1 000 微应变)在上、下限之间时,骨量的应变将稳定在一定水平上;当外界负荷超过上限并在机体承受范围内时(1 000 ~ 3 000 微应变),骨量将增加;但是当外界负荷(大于 3 000 微应变)超出机体所能承受的范围时就会对骨组织造成损伤,引发骨折、骨裂等情况发生,研究中可用来解释体育专业学生骨质丢失现象,从而诱发骨折,骨裂等现象的发生。第二,感应机制所需条件要完整。首先具备感受器官即可以把外界负荷转变为内部生物力学信号功能的感受器;其次机体具备判断生物力学信号是否在“调控点”可调控范围内的能力;再次骨组织具备把作用于骨组织的生物力学信号转变为生物化学信号(如前列腺素等)的功能;最后具备生物化学信号传递给生物效应机制的功能<sup>[9]</sup>。第三,骨力学效应机制:通过骨的塑建和骨的重建,改变骨组织骨量与结构,使骨组织适应外界负荷。这就要求大学生在进行体育锻炼时,要依据调控点范围和自己的承受能力合理控制运动负荷及强度,把有利的运动力学导致的骨应变会诱导骨量增加和骨的结构改善作用发挥到最大化。

## 3.3 体育运动对骨密度的影响

体育运动对骨密度的影响是学者比较关心的研究领域。体育运动通过直接应力刺激和肌肉牵拉两种机制增加骨负荷,从而刺激骨形成和减少骨吸收。大学生处于青春发育的后期,是骨量发育的一个关键时期,通过积极的体育运动可使峰值骨量最大化<sup>[10]</sup>。Welten, Valima-ki 等学者经多年研究发现,体育运动比摄钙等环境因素更能影响峰值骨量<sup>[11]</sup>。体育运动能有效防止骨量流失,增加骨量积累,提高峰值骨量,维持合理的骨转换水平,保证适度的骨骼矿化,修复骨骼的微损伤,显著增强骨骼结构。良好的运动引起跟骨内骨松质中网状结构形成有效的弹性形变,反复频繁的刺激就会促进封闭的网状结构增多、网格壁增厚,最终导致骨小梁量增加和骨密度增大,骨结构改善<sup>[12]</sup>。良好的体育运动也能促进人体血液循环,提高体内无机盐、代谢产物、激素、酶和抗体的输送来改善骨骼的新陈代谢活性,帮助骨骼形成。但是不同的运动项目对骨密度的影响作用也是不尽相同,多数研究认为对骨有负载作用的抗重力运动有利于改善骨密度状况,提高峰值骨量;而非负重运动,即使长期锻炼,对骨骼也没有积极影响。但是,研究还显示过量运动会导致骨形成的抑制<sup>[13]</sup>。因为过量运动将影响骨的正常代谢,发生骨量减少,甚至骨质疏松<sup>[14]</sup>。可见,体育运动对骨密度的影响有度的限定性。

## 4 对 策

### 4.1 骨质健康的运动处方

按照改善骨质的多方原则,通过有规律体育锻炼可以提高大学生骨密度水平,增加肌肉含量,避免或延缓骨质疾病的发生,制定有利于骨健康的运动处方。

(1) 练习类型:促进骨质健康的最佳运动是负载抗重力体育运动,以机体有氧运动为前提,增加适当的力量练习。包括篮球,排球,足球,健美操,跳绳,卧推,杠铃蹲起,蛙跳,慢跑等。

(2) 练习强度:适量的运动强度可促进骨健康,一般认为学生心率:120次/min以下为小强度,120-150次/min为中强度,150-180次/min或180次/min以上为大强度。参照 $T$ 值小于-1SD的研究对象,按照资料分析建议骨质健康运动处方的个体心率必须安排在130次/min范围,强度应安排在60%~70%的最大摄氧量内<sup>[15]</sup>。

(3) 练习时间:即一次体育运动的持续时间,它与运动强度紧密相关,强度大,时间应稍短,强度小,时间应稍长。锻炼一般在60min左右就可以达到较好的效果。根据大学生普遍存在久坐的特点,开始阶段应安排时间短、强度低的运动,循序渐进逐渐增加时间,增大强度。

(4) 练习频率:指每周体育锻炼次数。有研究表明可见,1周运动3次以上,效果才明显。有氧运动频率最好是每周3-5次。人体对训练的刺激作出反应需要一定时间,且长短不一,再加上训练的量又是由运动强度、时间共同构成,因此刚参加练习以每周3次为准,之后因地制宜科学地调节。

(5) 注意事项:接受处方之前要参加必要的身体检查,明确机体水平、活动能力;运动练习过程要科学调节;练习后机能要充分恢复。

### 4.2 科学健康生活

营养为骨代谢提供合成其所需的原料,使骨质强度增大,减少其脆弱性<sup>[16]</sup>。第一,食物中钙元素含量高、溶解性要好,因为只有能溶于水的钙才容易被胃肠道吸收。这类食物主要有蛋类、乳类、大豆类制品等。第二,改善食堂监管机制,保证大学生放心、营养地就餐;第三,大学生要剔除饮食陋习,戒烟戒酒,不盲目减肥,重视三餐,固定用餐,尽量养成早起早睡的习惯,保证科学合理搭配每餐。

### 4.3 药物及治疗

日常饮食补充不了机体骨骼所需的足够营养素时,可以按计量服用钙剂,钙剂具有钙含量高且易溶解和吸收的优点,能够迅速增加骨骼的钙含量,改善缺钙的现象。同时也可以补充促进钙剂吸收的维生素等药物。还可以进行必要的推拿、按摩、理疗等方法促进局部血液循环,加快骨骼的生长。

## 5 结论与建议

### 5.1 结论

(1) 研究显示体育运动对骨质健康有重要意义,实验组中不经常体育锻炼的部分对象已出现骨质丢失症状,还有2.0%实验组的大学生已经出现骨质疏松现象。(2) 踝关节屈肌峰力矩与跟骨骨硬度指数呈相关性,具有经常参加锻炼的体育专业大学生显然好于不经常锻炼的非体育专业的大学生。(3) 经常参加锻炼的体育专业大学生跟骨骨密度状况、踝关节肌肉屈伸峰力矩及两者的相关性均好于不经常锻炼的非体育专业的大学生。

### 5.2 建议

(1) 加强对正处于骨量增加关键时期的大学生进行生活方式干预,提倡合理科学的健康生活,尽量防止

超重或肥胖的产生。(2)合理利用闲暇时间,根据自身客观条件制定运动处方,规律性体育锻炼,防止骨矿物质的丢失,必要时进行药物及物理方法治疗,延缓骨质疏松,提高生活质量。

#### 参考文献:

- [1] 石见佳子. 骨代谢和运动[J]. 体育科学,2004,54(1):38
- [2] 刘忠民,张苏,孙良吉,等. 运动对跟骨骨密度的影响[J]. 中国实验诊断学,2005,9(3):441-443
- [3] 张林. 女大学生骨质状况调查与相关影响因素分析[J]. 中国体育科技,2007,43(2):15-18
- [4] 李纪江,白冰,何颖欣. 成年人身体成分与跟骨骨密度相关性探讨[J]. 四川体育科学,2010,3(1):106-109
- [5] 刘娜. 长春市大学女生体成分与骨密度的调查研究[J]. 吉林体育学院学报,2010,26(3):81-82
- [6] 谢力勤,崔伟,刘成林. 骨组织的力负荷感受反应机制研究进展[J]. 中国骨质疏松杂志,1999,5(4):89-93
- [7] BAYRAMOGLU M,SOZAY S,KARATAS M,et al. Relationships between muscle strength and bone mineral density of three body regions in sedentary postmenopausal women [J]. Rheumatol Int,2005,25(7):514
- [8] 秦岭,陈启明,梁国穗. 体育运动与骨骼——骨密度和结构与生物力学适应性[J]. 中国运动医学杂志,2005,23(5):532-538
- [9] 邓红文,刘耀中. 骨生物学前沿[M]. 北京:高等教育出版社,2006
- [10] 吴秀琴,徐鑫镁,刘丽霞. 不同锻炼水平女生骨密度和身体成分的相关研究[J]. 福建体育科技,2009,28(5):45-47
- [11] WELTER D C,KEMPER H C,POST G B,et al. Weight-bearing activity for peak bone mass than calcium intake[J]. J Bone Miner Res,1994,9(7):1089-1092
- [12] 封飞虎,崔友琼. 运动对青年女性跟骨骨密度及性激素的影响[J]. 武汉体育学院学报,2007,41(6):73-75
- [13] CEIGHTON D L,MORAGN A L,BOARDLEY D,et al. Weight-bearing exercise And markers of bone turnover in female athletes [J]. J Appl Physiol,2001,90(2):565
- [14] 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
- [15] 李爽,陈杨,阿拉木斯. 原发性骨质疏松症健骨运动处方的研究[J]. 现代康复,2001,5(5):108-109
- [16] 任红丽. 运动对人体骨密度的影响及其进展研究[J]. 搏击·体育论坛,2010,7(2):59-63

## Research on Bone Density and Muscle Peak Moment —Taking Calcaneus and Ankle Joint as an Example

**LIN Chang-qing, YOU Xin-zhao**

(Department of Physical Education, Minjiang University, Fujian Fuzhou 350108, China)

**Abstract:** The comparison and experiment analysis are conducted on calcaneus density and ankle joint muscle peak capacity of college students in higher learning institutions through many research methods in order to study the emerged phenomenon in bone growth period of the tested objects, and bone density and bone quantity are improved in different tested objects in higher learning institutions by extensively making regulations and scientifically arranging plans according to objective situation based on human status and medical treatment prescription in order to collect more theoretical information for boosting bone growth and development.

**Key words:** bone density; peak moment; bone health