不同锻炼水平对大学生骨密度和体成分的影响及其相关性分析

乔秀芳^{1*} 潘红英² 王军利¹

1. 中国矿业大学体育学院, 江苏 徐州 221008
2. 华南师范大学体育科学学院, 广东 广州 510631

中图分类号: G804.2 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2017) 05-0594-05

摘要: **目的** 探讨不同锻炼水平对大学生骨密度和体成分的影响,同时分析骨密度和体成分之间的相关性。**方法** 选取中国矿业大学在校本科大学生120名,根据参与运动情况分为缺乏运动组、普通运动组和大运动量组,每组40名,男女各20名,采用超声法和生物电阻法分别检测其跟骨密度和体成分各项指标,测试所得数据采用Spss16.0软件进行统计分析。**结果** 普通运动组大学生的骨密度明显高于缺乏运动组和大运动量组大学生的骨密度($P < 0.05$),与缺乏运动组相比,普通运动组和大运动量组的体脂百分比均显著降低($P < 0.05$),而去脂体重和肌肉量却明显升高($P < 0.05$),与缺乏运动组和大运动量组相比,普通运动组矿物质含量明显升高($P < 0.05$),各组去脂体重/体重、肌肉量/体重、矿物质含量与骨密度呈高度正相关($P < 0.01$)。**结论** 适量运动使大学生骨密度增加,大强度长时间的大量运动使骨密度下降,不利于骨骼的生长,运动锻炼可以有效改善大学生身体成分,降低脂肪含量,增加去脂体重,预防肥胖。

关键词: 大学生;骨密度;体成分

The effect and correlation analysis of different exercise level on bone mineral density and body composition in college students

QIAO Xiufang^{1*}, PAN Hongying², WANG junli¹

1. Physical Education College, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221008, China
2. School of Physical Education, South Normal University, Guangzhou 510631, China

Corresponding author: QIAO Xiufang, Email: qxfcumt@163.com

Abstract: Objective To explore the effect of different exercise level on bone mineral density (BMD) and body composition in college students, and to analyze the correlation between BMD and body composition. **Methods** A total of 120 college students of China University of Mining and Technology were divided into 3 groups according to the exercise level, the lack of exercise group, the common exercise group, and the heavy exercise group, with 20 male students and 20 female students in each group. BMD and body composition were respectively tested using ultrasonic method and the biological resistance method. The data were analyzed with a SPSS16.0 software. **Results** The BMD in the common exercise group was obviously higher than that in the other two groups ($P < 0.05$). Comparing to that in the lack of exercise group, PBF in the common exercise and the heavy exercise group decreased significantly ($P < 0.05$), but LBM and SLBM increased significantly. The M in the common exercise increased significantly ($P < 0.05$). LBM/W, SLBM/W, and M of each group was highly and positively associated with BMD ($P < 0.05$). **Conclusion** Moderate exercise increases BMD of the students, while heavy exercise decreases BMD and does not benefit to the growth of bone. Exercise improves body composition, reduces fat content, increases lean body mass, and prevents obesity in college students.

Key words: College student; Bone mineral density; Body composition

随着人口老龄化速度的加快,骨质疏松症患者逐年增多,其发病率已跃居世界各种常见疾病的第

七位^[1],因骨质疏松导致的骨折及其并发症严重影响老年人的健康,因此关于骨质疏松的预防已成为社会关注的热点问题。大量研究显示,运动对骨的适宜刺激可有助于增加骨密度,其峰值一般会出现在青春期后成年早期(20~30岁)^[2],高峰期骨密度对于预防老年骨质疏松有着重要的意义和作用,同

基金项目:江苏省社会科学基金项目(16TYB006);国家体育总局科研课题项目(2014B046)

* 通讯作者:乔秀芳,Email:qxfcumt@163.com

时运动对体成分也有明显的影响,身体不同的组成成分对骨密度有着不同程度的影响。关于骨质多数研究的对象是老年人和绝经期前后的妇女^[3,4],对处于生长发育末期的大学生研究较少,而且不同运动锻炼水平对人体骨密度的影响也较为少见,本研究测试不同锻炼水平大学生的骨密度和体成分,并分析其相关性,旨在探索如何通过运动锻炼尽可能在生长期获得较高的基础骨密度,为预防骨质疏松提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 研究对象

本研究选取中国矿业大学在校本科大学生共120名为研究对象。根据参加运动的频率、时间和强度将研究对象分为缺乏运动组、普通运动组和大运动量组,每组40名,男女各20名,其中缺乏运动组为每周参加运动少于3次,普通运动组为每周进行运动3~5次,每次运动持续30~60 min中等强度的运动,大运动组为每周5次以上,每次运动持续时间大于60 min,且运动强度较大,普通运动组和大运动量组均已持续运动1年以上,所有研究对象没有出现过骨折等骨骼疾病,没有服用过钙片等补钙产品,甲状腺功能正常,没有糖尿病或其他遗传性的疾病,无抽烟及饮酒的嗜好。

1.2 检测指标与方法

骨密度采用韩国 Osteosys 公司生产的 SONOST2000 型号骨密度仪进行测试。受试者右脚跟骨在测试前涂上足量的耦合胶,赤脚放入仪器并与测试装置充分接触,测试过程中严格按操作规范进行。测试所得指标为骨强度指数、 Z 值和 T 值,其中 Z 值表示被测者的骨密度与同性别,同年龄组骨密度均值的差别, T 值指被测试者所得的骨密度与健康30岁年轻人骨峰值做比较,以得出标准差,当 T 值小于-2.5时为骨质疏松。

身体成分测试采用韩国 Biospace 公司生产的人体成分分析仪 Inbody 720,按操作要求进行测试。测试指标选取肌肉量(SLBM, kg)、去脂体重(LBM, kg)、体重(BW, kg)、体脂百分比(PBF, %),矿物质含量(M, kg)和身体质量指数(BMI kg/m²)。

1.3 统计学处理

所有数据均以“平均数±标准差”来表示,采用 SPSS16.0 软件进行统计分析。组间用 T 检验进行差异性分析,骨密度与体成分之间的相关性用 Pearson 相关分析, $P < 0.05$ 差异具有统计学意义, $P < 0.01$ 差异具有显著统计学意义。

2 结果

2.1 不同锻炼水平对大学生骨密度的影响

不同锻炼水平对大学生骨密度的影响,见表1。

表1 不同锻炼水平大学生的骨密度

Table 1 The bone mineral density of college students with different exercise level

项目	男生			女生		
	缺乏运动组	普通运动组	大运动量组	缺乏运动组	普通运动组	大运动量组
骨强度指数	105.21 ± 13.79	116.52 ± 18.63* [△]	108.25 ± 23.54	103.15 ± 17.60	108.54 ± 12.61* [△]	99.84 ± 15.02*
T 值	-0.94 ± 0.80	-0.15 ± 0.65* [△]	-0.85 ± 0.89	-0.87 ± 0.69	0.24 ± 0.76* [△]	-0.44 ± 0.60
Z 值	-0.02 ± 0.13	0.20 ± 0.89*	0.10 ± 0.06	-0.18 ± 0.46	0.22 ± 0.15*	0.07 ± 0.71

注:与缺乏运动组相比,* $P < 0.05$;与大运动量组相比,[△] $P < 0.05$

表1结果显示,与缺乏运动组和大运动量组相比,相同性别的普通运动组大学生骨强度指数和 T 值都明显升高($P < 0.05$),与缺乏运动组相比,普通运动组的 Z 值也显著升高($P < 0.05$),大运动量组的女生骨强度指数明显下降($P < 0.05$)。

2.2 不同锻炼水平对大学生身体成分的影响

不同锻炼水平对大学生身体成分的影响,见表2。

表2结果显示,与缺乏运动组相比,同性别的

普通运动组 LBM、SLBM 和 M 都明显升高($P < 0.05$),PBF 降低极为显著($P < 0.01$),大运动量组 LBM 和 SLBM 明显升高($P < 0.05$),PBF 显著降低($P < 0.05$),普通运动组与大运动量组相比,M 明显升高,PBF 明显降低($P < 0.05$)。

2.3 不同锻炼水平大学生身体成分与骨强度指数的关系

不同锻炼水平大学生身体成分与骨强度指数的关系,见表3。

表2 不同锻炼水平大学生的身体成分

Table 2 The body composition of college students with different exercise level

项目	男生			女生		
	缺乏运动组	普通运动组	大运动量组	缺乏运动组	普通运动组	大运动量组
BW(kg)	61.23 ± 10.04	67.47 ± 8.62	69.51 ± 9.63	51.42 ± 8.69	53.96 ± 6.07	55.89 ± 6.55
LBM(kg)	51.30 ± 6.28	59.69 ± 5.97*	59.88 ± 6.39*	37.01 ± 4.62	43.14 ± 3.58*	44.09 ± 3.60*
SLBM(kg)	47.03 ± 6.09	55.58 ± 5.28*	55.36 ± 5.04*	34.02 ± 3.13	39.94 ± 3.36*	39.66 ± 3.21*
PBF(%)	16.60 ± 4.02	14.03 ± 2.95** [△]	15.16 ± 3.01*	28.08 ± 4.10	23.12 ± 3.16** [△]	24.09 ± 3.11*
M(kg)	3.36 ± 0.30	3.71 ± 0.28* [△]	3.49 ± 0.27	2.47 ± 0.18	2.87 ± 0.16* [△]	2.50 ± 0.19
BMI(kg/m ²)	20.96 ± 3.14	21.94 ± 1.99	22.03 ± 1.90	20.18 ± 2.09	20.60 ± 1.78	20.74 ± 1.92

注:与缺乏运动组相比,* $P < 0.05$;与大运动量组相比,[△] $P < 0.05$

表3 不同锻炼水平大学生身体成分与骨密度的相关系数(r 值)

Table 3 The correlation index of body composition and bone mineral density of college students with different exercise level

项目	男生			女生		
	缺乏运动组	普通运动组	大运动量组	缺乏运动组	普通运动组	大运动量组
BW(kg)	0.368*	0.407*	0.398*	0.380*	0.394*	0.406*
LBM/W	0.406*	0.412*	0.420*	0.403*	0.412*	0.418*
SLBM/W	0.541**	0.563**	0.581**	0.514**	0.569*	0.557*
PBF(%)	-0.014	-0.028	-0.019	-0.021	-0.018	-0.022
M(kg)	0.501**	0.564**	0.559**	0.512**	0.568**	0.561**
BMI(kg/m ²)	0.133	0.160	0.171	0.206	0.199	0.203

注:指标间相关性检验,* $P < 0.05$,** $P < 0.01$

表3结果显示,所有组别的BW,LBM/W都与骨密度有明显的相关性($P < 0.05$),SLBM/W和M与骨密度呈高度正相关($P < 0.01$),PBF和BMI与骨密度的相关程度差异不具有统计学意义($P > 0.05$)。

3 讨论

3.1 不同锻炼水平对大学生骨密度的影响

骨密度是反映骨质疏松程度,预测骨折风险的有效指标,骨密度随着年龄的增长而发生变化,一般在成年早期(20~30岁)达到峰值,峰值骨量在一定程度上将会影响日后骨健康的水平,提高峰值骨可以有效预防骨质疏松。峰值骨量受多种因素影响,其中运动是重要的影响因素。大量研究^[5,6]表明适当规律运动,尤其在生长期进行体育锻炼,通过对骨的适宜刺激,可以提高骨密度峰值。本研究发现,每周运动3~5次,每次运动持续30~60min中等强度运动的大学生与缺乏运动的大学生相比,即同性别的普通运动组与缺乏运动组相比,骨强度指数和T值明显较高,这与多数研究结果相一致,究其原因:①运动产生的机械冲击力直接作用于骨骼,使其不断进行重塑,从而使骨密度增大,同时运动通过肌肉收缩产生的间接作用力刺激骨的生长和发生。②运动可以促进前列腺素E₂的合成,进而激活腺苷

酸环化酶,促进RNA和DNA的合成,促进骨细胞的增殖和分化,使得新骨形成^[7]。③运动中血液循环加速,血流量增加,有利于骨组织的生长,有研究证实骨内膜新骨的形成与血流量显著相关^[8]。

有关运动对骨密度影响的研究结果也不尽一致,究其原因可能与运动的强度、频率、时间等因素相关,当运动量过大,超过一定阈值时,将产生过多的细微损伤,当这些损伤超出了骨修复的能力,就会导致骨密度减小。本研究结果显示,相同性别的大运动量组与普通运动组相比,骨强度指数都显著降低,进一步验证了并非所有运动都能使骨密度增强,大量运动对骨骼的生长具有负面影响,多数研究表明,较低和中等强度的运动能使生长期的动物小梁骨新骨形成明显增加,但运动负荷和持续时间超过一定阈值,形成的骨量则减少,力学性能也下降。另外运动使机体激素水平发生变化,激素对骨代谢有重要的调节作用,有研究认为长期进行大强度的运动训练,可导致机体内源性皮质醇生成增多,睾酮生成减少,可能是引起骨密度下降的原因。长期大强度运动导致女运动员性激素水平下降,雌激素水平低下是引起骨密度偏低的主要原因,这可能是本研究中大运动量组与缺乏运动组相比,女大学生骨强度指数明显下降的原因。

3.2 不同锻炼水平对大学生身体成分的影响

体成分是人体各组织器官的总成分,由脂肪、肌肉、水分等物质组成,每一种成分在体内发挥其特有的作用,各种组成成分的比例影响着人体的健康;比例异常可能会导致骨质疏松、肥胖、营养不良等疾病或不健康的身体状况。本研究选取体重(BW)、去脂体重(LBM)、肌肉量(SLBM)、体脂百分比(PBF)、矿物质(M)、身体质量指数(BMI)等体成分指标进行分析,其中BMI是一个参照身高来评价其体重是否合理的简便易行的指标,用于评价人体营养、体重是否正常,WHO建议BMI指数的正常范围在18.5~25之间,BMI值过低反映机体营养不良,过高则说明机体肥胖,严重可诱发高血脂等心脑血管疾病。本研究结果显示所有受试者BMI水平均处于正常范围内,各组之间没有明显差异。但同性别不同组别大学生体成分的其他指标间存在着较大差异,与缺乏运动组相比,不论是男生还是女生,普通运动组和大运动量组的PBF均显著降低,而LBM和SLBM却明显升高,这与多数研究的结果相一致,运动可以有效改善体成分,降低体脂含量,增加瘦体重,张国海^[9]在比较体育专业与普通大学生体成分的研究中也发现运动对体成分的组成有明显的促进作用,能够改善体成分构成比例,降低体脂含量。运动消耗大量能量,能量的主要来源之一是脂肪,因此运动可以燃烧更多的脂肪,同时运动有利于促进骨骼肌的生长,使得瘦体重增加。本研究发现,相同性别的大运动量组与普通运动组相比,PBF明显下降,SLBM略有下降但不明显,可能是因为本研究大运动量组运动时间长,运动强度相对较大,需要的总热量更多,所以消耗的总脂肪量较多。有的研究则认为,大运动量锻炼者其瘦体重增加比普通运动锻炼者多,而两组消耗的脂肪量无明显差异,与本研究结果不尽一致,可能与运动项目、运动强度和运动时间等因素不同有关。普通运动组的M明显高于大运动量组和缺乏运动组,这可能是适度的运动有利于机体对矿物质的摄取和沉淀,大运动量可能导致体内矿物质随着体液的流失而减少。

3.3 大学生身体成分和骨密度的相关性

骨的构造与其所受压力或张力的大小有关,作用力愈大骨质愈致密、坚硬,许多研究^[10]进一步证明了骨密度与体重或去脂体重有明显的相关性。顾芳等在研究北京市女大学生骨密度及体成分变化特征时发现,女大学生体重、瘦体重量及脂肪量与全身的骨密度呈中度相关,其中体重及瘦体重量与骨密度的相关性高于脂肪量,Kim等^[11]也发现骨密度与

体成分中的体重及瘦体重有显著的相关性,但有关体脂含量对骨密度影响的研究结果不尽一致,Faulkner等^[12]等对青少年的研究发现体脂与骨密度之间没有显著的相关性。Joanna等^[13]的研究也表明,去脂体重量与骨密度的相关性比脂肪量高。Reid等^[14]在体成分对骨量影响的研究中得出,体脂含量比去脂体重更重要。Sundeep等^[15]研究报道,骨矿含量只与体脂含量有关,而与去脂体重无关。Salamone等^[16]研究发现,对绝经前后的女性,脂肪量和瘦体重量对骨质的影响是不同的,绝经前瘦体重是影响骨量的重要因素,绝经后体脂含量则成为影响骨量的重要因素,究其原因,Frost等^[17]认为可能是因绝经后体脂含量的增加使得体重增加,从而弥补了绝经后肌肉力量降低对骨骼牵拉力量的减弱,其次,体脂含量较高的女性,雌激素水平较高,这些激素与骨量的维持有着密切的关系。

本研究结果发现,所有组别的PBF和BMI与骨密度的相关性都不具统计学意义($P > 0.05$),这与张国海的研究报道相一致,分析其原因两者的研究对象均为大学生,BMI处于正常范围,体脂含量相对较低,对骨密度的影响较小,体脂含量对骨密度的影响可能是因其使体重增加致骨组织的负荷增大,而不是体脂本身,体脂含量与骨密度的相关关系的潜在机制还有待于进一步研究。不论是男生还是女生,所有组别的BW、LBM/W、SLBM/W都与骨密度有明显的相关性($P < 0.05$),其中SLBM/W与骨密度呈高度正相关($P < 0.01$)。众多研究表明,体重增加使骨骼承受的压力负荷增大,从而刺激骨质发生变化以利于更好地适应支撑承重的需求,体脂重和去脂体重作为构成体重的两部分,其中后者与骨密度明显相关,肌肉作为去脂体重的一部分,其与体重的比值和骨密度高度相关,分析其原因,去脂体重对骨密度的影响也主要是因为肌肉增加,特别是运动促进骨骼肌增长,肌肉收缩产生的力量增大,作用于骨骼从而使其结构发生相应变化,使骨强度适应运动负荷,所以大学生应通过适当运动锻炼,增加和改善去脂体重尤其是肌肉量,从而有效促进骨量增加。M表示体内矿物质的含量,本研究结果显示两运动组男女生M值与骨密度都高度相关($P < 0.01$),骨的无机成分主要是钙、磷等无机物,所以可以通过体内矿物质含量的多少来间接评价骨质的情况。

4 结论

大学生适量运动有利于骨密度增加,骨质增强,

大量运动不利于骨骼的生长,使骨密度下降。运动可以有效改善大学生身体成分,增加去脂体重量,预防肥胖,大学生身体成分中LBM/W、SLBM/W、M与骨密度明显呈正相关。

【参 考 文 献】

- [1] McKay HA, Maclean L, Petit M, et al. "Bounce at the Bell": a novel program of short bouts of exercise improves proximal femur bone mass in early pubertal children. *British Journal of Sports Medicine*, 2005, 39(8): 521-526.
- [2] 顾芳,陈晓红,郑陆. 北京市女大学生骨密度及体成分变化特征的研究. *北京体育大学学报*, 2011, 34(8): 57-59.
Gu F, Chen XH, Zheng L. Research on body composition and bone mineral density with aging of beijing female college students. *Journal of Beijing Sport University*, 2011, 34(8): 57-59. (in Chinese)
- [3] 毛未贤,张萌萌,马倩倩,等. 长春地区女性骨密度与年龄、绝经年限、体重指数的相关性研究. *中国骨质疏松杂志*, 2016, 22(9): 1083-1086.
Mao WX, Zhang MM, Ma QQ, et al, Study on the correlation among bone mineral density, age, menopausal year, and body mass index of females in Changchun. *Chin J Osteoporos*, 2016, 22(9): 1083-1086. (in Chinese)
- [4] 许倩,宋志雪,陈长香,等. 骨质疏松老年人自我健康管理行为状况分析. *中国骨质疏松杂志*, 2016, 22(8): 1012-1015.
Xu Q, Song ZX, Chen X, et al, Self-health management behaviors in older osteoporosis patients. *Chin J Osteoporos*, 2016, 22(8): 1012-1015. (in Chinese)
- [5] Robbins J, Schott AM, Azari R. Body mass index is not a good predictor of bone density results from WHI, CHS and EPIDOS. *J Clin Densitom*, 2006, 6: 329-334.
- [6] 唐红斌,姚明焰,朱艳. 有氧弹性阻抗练习的设计及其对青少年体质影响效果的实验研究. *北京体育大学学报*, 2013, 36(7): 79-81.
Tang HB, Yao MY, Zhu Y. Study on the design of aerobic resistance exercise and its effect on physical constitution of youngsters. *Journal of Beijing Sport University*, 2013, 36(7): 79-81. (in Chinese)
- [7] 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. *中国体育科技*, 2011, 47(1): 112-116.
Ji HL, Zhao GS. Influence of human bone mineral density and bone substance level on Sanda training and coherence between them. *China Sport Science and Technology*, 2011, 47(1): 112-116. (in Chinese)
- [8] Witzke KA, Snow CML. Effects of plyometric jump training on bone mass in adolescent girls. *Med Sci Sports Exerc*, 2000, 32(1): 1051-1057.
- [9] 张国海. 运动对大学生骨密度和体成分的影响及相互关系的研究. *中国体育科技*, 2008, 44(5): 56-62.
Zhang GH. Influence and correlation of exercise on bone mineral density and body composition of college students. *China Sport Science and Technology*, 2008, 44(5): 56-62. (in Chinese)
- [10] 陈金标. 体重、体成分与骨密度的关系. *中国骨质疏松杂志*, 2010, 6(5): 11-14.
Chen JB. Relationship between body composition and bone mineral density. *Chin J Osteoporos* 2010, 6(5): 11-14. (in Chinese)
- [11] Kim MH and Kim JS. The relationship between body composition and bone mineral density in college women. *Taehan Kanho Hakhoe Chi*, 2003, 33(3): 312-320.
- [12] Faulkner RA, Bailey DA, Drink WA, et al. Regional and total bone mineral content bone mineral density and total body tissue composition in children 8-16 years of age. *Cal Cif Tissue Int*, 1993, 53(2): 7-12.
- [13] Jonna M, Vasi N, Philip S. Gender differences in relationships between body composition components, their distribution and bone mineral density: a cross-sectional opposite sex twin study. *Osteoporos Int*, 2005, 23(4): 12-16.
- [14] Reid IR, Even MC. Volumetric bone density of the lumbar spine is related to fat mass but not lean mass in normal post menopausal women. *Osteoporos Int*, 1994, 12(4): 362.
- [15] Sundeep K, Elizabe TH, Atkinson B, et al. Relationship between body composition and bone mass in women. *J Bone Miner Res*, 1996, 11(4): 857-859.
- [16] Salamone LM, Glynn N, Black D, et al. Body composition and bone mineral density in premenopausal and early premenopausal women. *J Bone Miner Res*, 1995, 10(11): 1762-1768.
- [17] Frost HM. From Wolf law to the Utah paradigm: insights about bone physiology and its clinical applications. *Anat Rec*, 2001, 262(4): 398-419.

(收稿日期: 2016-12-02, 修回日期: 2017-01-05)