

·运动人体科学·

男性青少年骨密度与下肢跳跃能力的关系及 运动训练对其影响

袁春华¹, 陈佩杰², 陈敏雄³

(1. 江西科技师范学院 体育学院, 江西 南昌 330013; 2. 上海体育学院 运动人体科学系, 上海 200438;
3. 浙江师范大学 体育学院, 浙江 金华 321004)

摘 要:探讨青春发育期男性青少年在生长发育过程中骨密度(bone mineral density, BMD)值与下肢跳跃能力的关系及运动训练对其影响。对10~20岁男性青少年63名,依据年龄分为10~15岁和16~20岁组;依据是否从事规律的运动训练,再分为运动员组和非运动员组。超声法测量跟骨BMD,下肢跳跃能力指标使用日产Rebound Jumping测跳仪测量。结果:男性青少年的BMD在整个青春发育期呈上升趋势,且10~15岁和16~20岁组BMD有显著性差异;运动组和非运动组的BMD也呈显著性差异,提示早期运动训练可以改变骨密度;男性青少年的BMD与反映下肢跳跃能力的指标具有明显相关性,且此相关度受运动训练的影响,运动训练具有正向促进作用。

关键词:男性青少年;骨密度;下肢跳跃能力;运动训练

中图分类号:C804.22 文献标识码:A 文章编号:1006-7116(2004)06-0039-03

The relationship between bone mineral density and jump power of the inferior limb in male teenagers and the effect of sport training

YUAN Chun-hua¹, CHEN Pei-jie², CHEN Min-xiong³

(1. College of Physical Education, Jiangxi Science and Technology Normal University, Nanchang 330013, China;
2. Department of Sports Science, Shanghai Institute of Physical Education, Shanghai 200438, China;
3. College of Physical Education, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, China)

Abstract: To know the relationship between bone mineral density and jump power of the inferior limb in male teenagers and the effect of sport training on it, 63 Shanghai schoolboys aged 10-20 years were measured, and they were divided into 10-15 years group (including 26 subjects) and 16-20 years group (including 37 subjects). Each of the group was re-divided into exercise-training group and non-exercise-training group. The values of BMD were detected by the Hologic Sahara Clinical Bone Sonometer, the jump performances were measured by the Rebound Jumping Device. results: The values of BMD show a increasing tendency during adolescence. And there are significant differences of the values of BMD between 10-15 years group and 16-20 years group; The values of BMD in training groups were significant difference with the values of BMD in non-training groups, which showed exercise-training can increase the values of BMD; The index reflecting the jump power of the inferior limb has a significant correlation with the values of BMD, and sport training can affect this correlation.

Key words: male adolescent; bone mineral density; jump power of the inferior limb; sport training

关于运动训练对骨密度影响已有很多报告,不同的运动项目对骨组织的刺激作用存在差异,骨密度随运动项目不同发生改变,已有的研究结论是:力量性运动项目的骨密度最高,耐力性运动项目的骨密度最低,男女运动员呈现同类改变^[1]。有研究通过比较肌肉等长收缩力量时发现,不同运动项目中以举重运动员的骨密度最高^[2]。Snow-Harter^[3]在

1990年也提出运动员骨密度值(BMD)与肌力相关。这些结果表明骨组织BMD与肌肉力量发育存在某种内在的联系。在肌肉发育阶段,骨组织BMD与肌力的关系如何,运动训练干预对肌力的影响及其与BMD发育的关系等,目前未见有关文献报道。本研究探讨男性青少年发育过程中下肢跳跃能力与骨密度发育的变化,并讨论二者之间的关系。

收稿日期:2004-04-23

作者简介:袁春华(1971-),女,博士研究生,研究方向·运动医学和中医养生康复。

1 研究与方法

(1)对象:为 10~20 岁男性青少年学生 63 名,来自上海杨浦区中小学以及上海体育学院竞技体校。本实验检测时间 2002 年 4 月。依据年龄把样本分为青春发育前期(10~15 岁,26 人)和青春发育后期(16~20 岁,37 人);根据对象在体校运动训练情况再分为青春发育前期运动员组(11 人)和非运动员组(15 人);青春发育后期运动员组(22 人)和非运动员组(15 人),共 4 组。

(2)检测指标:骨密度,垂直纵跳、连续纵跳高、滞空时、接地时、RDJ 指数。

(3)测试方法:

1)BMD 值测定。使用 Sahara(美国)超声骨密度仪测定跟骨的超声衰减(BUA)、超声声速(SOS),推算出 QUI 指数(QUI 是超声劲度,是 SOS 和 BUA 两参数线形结合后得到的新参数,与 BMD 高度线形相关,可由此估算跟骨 BMD)。

2)下肢跳跃能力指标的测定。使用日产 Rebound Jumping 测跳仪测试。其中垂直纵跳能力取 3 次垂直纵跳其中的最大值[垂直纵跳要求:屈膝摆臂,尽力向上垂直跃起,测 3 次,取最大值],计算公式为:[垂直纵跳高度 = $1/8 \cdot g \cdot \text{RDJ}t_a^2$, ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$)];连续纵跳由 RDJ(rebound jumping index)指数 [RDJ 指数(m/s) = 跳跃高度/接地时间]推定。[连续纵跳要求:双手叉腰,连续跳跃 5 次,要求落地时尽快跃起,前两次和最后一次不用全力,第 3、4 次要尽全力快速跳起。测 3 组,分析时取 RDJ 指数最大值,计算公式为:RDJ 指数 = $1/8 \cdot$

$g \cdot t_a^2$, $\text{RDJ} \cdot t_c^{-1}$, RDJ, t_a , RDJ 为滞空时间, t_c , RDJ 为接地时间]。以上数值均由与测定装置连接的计算机自动计算获得。

(4)统计分析:

采用统计软件包 SPSS10.0 对资料进行统计描述与检验分析。具体方法为相关分析中二元变量的相关分析及独立样本的 t 检验(方差不齐时用校正 t 检验)。

2 结果

(1)10~15 岁组、16~20 岁组男性青少年 BMD(g/cm^2)比较。

10~15 岁组的 BMD 为 $(0.54 \pm 0.09) \text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$, 16~20 岁组的 BMD 为 $(0.69 \pm 0.09) \text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$, $P < 0.01$; 10~15 岁运动员组的 BMD 为 $(0.63 \pm 0.09) \text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$, 非运动员组的 BMD 为 $(0.54 \pm 0.08) \text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$, $P < 0.04$; 16~20 岁运动员组的 BMD 为 $(0.69 \pm 0.07) \text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$, 非运动员组的 BMD 为 $(0.60 \pm 0.09) \text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$, $P < 0.01$ 。可见,青春发育前期组和青春发育后期组样本的 BMD 存在非常显著性差异,青春发育前期运动员组与非运动员组的 BMD 存在显著差异,青春发育后期运动员组与非运动员组的 BMD 也存在非常显著差异。结果提示,BMD 受青春发育影响,青春发育期运动训练可以增加 BMD 值。

(2)10~15 岁组、16~20 岁组男性青少年跳跃能力比较(见表 1)。

表 1 10~15 岁组、16~20 岁组青少年跳跃能力比较

组别		n/人	$h_{\text{垂直跳}}/\text{m}$	RDJ 指数/($\text{m} \cdot \text{s}$)	t_a , RDJ/s	t_c , RDJ/s	h_{RDJ}/m	$\bar{x} \pm s$ P 值
总体	10~15 岁组	26	38.81 ± 8.82	1.70 ± 0.55	0.47 ± 0.04	0.18 ± 0.04	27.07 ± 6.54	<0.01
	16~20 岁组	37	50.65 ± 5.83	2.34 ± 0.61	0.56 ± 0.05	0.16 ± 0.03	38.94 ± 6.46	
10~15 岁	运动员组	11	45.47 ± 5.54	2.26 ± 0.43	0.51 ± 0.02	0.15 ± 0.02	31.92 ± 3.14	<0.01
	非运动员组	15	34.08 ± 7.63	1.45 ± 0.41	0.43 ± 0.05	0.19 ± 0.05	23.42 ± 6.16	
16~20 岁	运动员组	22	3.62 ± 5.26	2.71 ± 0.49	0.58 ± 0.04	0.15 ± 0.01	41.83 ± 6.17	<0.01
	非运动员组	15	48.74 ± 5.53	1.80 ± 0.26	0.52 ± 0.03	0.18 ± 0.03	34.54 ± 4.16	

(3)男性青少年 BMD 与下肢跳跃能力指标相关分析(见表 2)。

表 2 样本男性青少年 BMD 与下肢跳跃能力指标相关分析

指标	BMD/($\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$)		
	运动员 + 非运动员组	运动员组	非运动员组
$h_{\text{垂直跳}}/\text{m}$	0.35 ²⁾	0.27	0.09
RDJ 指数/($\text{m} \cdot \text{s}$)	0.57 ²⁾	0.50 ²⁾	0.54 ²⁾
t_a , RDJ/s	0.44 ²⁾	0.35 ¹⁾	0.15
t_c , RDJ/s	-0.57 ²⁾	-0.40 ¹⁾	-0.12
h_{RDJ}/m	0.42 ²⁾	0.35 ¹⁾	0.27

1) $P < 0.05$; 2) $P < 0.01$

(4)10~15 岁组、16~20 岁组男性青少年 BMD 与下肢跳

跃能力指标相关分析(见表 3)。

表 3 10~15 岁组、16~20 岁组样本男性青少年 BMD 与下肢跳跃能力指标相关分析

指标	BMD/($\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$)	
	青春发育前期组	青春发育后期组
$h_{\text{垂直跳}}/\text{m}$	0.14	0.19
RDJ 指数/($\text{m} \cdot \text{s}$)	0.44 ¹⁾	0.52 ²⁾
t_a , RDJ/s	0.20	0.37 ¹⁾
t_c , RDJ/s	-0.60 ²⁾	-0.52 ²⁾
h_{RDJ}/m	0.21	0.31

1) $P < 0.05$; 2) $P < 0.01$

3 讨论

总结以上结果发现,男性青少年整个青春发育过程中,

BMD与反映下肢力量的跳跃能力指标,包括垂直纵跳、连续纵跳高度、RDJ指数等均呈显著正相关。同时发现运动训练可以影响BMD值,具有正向促进作用;可以影响BMD与下肢跳跃能力指标的相关度。

BMD具有年龄依赖的特点。大量研究表明,人体的峰值骨量一般在40岁前达到,此后,随着年龄的增加,骨量逐渐丢失^[5]。有研究表明,男性骨量增长在整个青春期都较为明显,而且随着年龄的增加长骨皮质骨的骨密度也增加,可表现为线性生长模型^[6]。全国13省市骨密度调查的结果也证实了这一规律^[7]。

本次实验调查结果也发现青春发育前期与青春发育后期男性青少年的BMD存在显著差异性,提示BMD随年龄的增加呈增加趋势。

Sandstrom等^[8]为了研究冰上曲棍球女运动员不同位置的BMD的状况及BMD与肌力之间的关系,得出结论:BMD值与肌力具有相关性,而且这种相关性随着运动水平的提高而减弱。

本次实验结果还发现,青少年整个青春发育过程中,反映下肢力量的跳跃能力指标,包括垂直纵跳、连续纵跳高度、RDJ指数等与BMD均呈显著正相关,这种相关度在运动组与非运动组之间存在显著差异性,提示下肢力量强的人BMD值高。骨是人体的力学杠杆,它承受机体活动时的机械应变。应力负荷可以影响骨峰值,这主要与重力负荷和肌肉牵拉有关。重力在人体骨骼系统的正常生长和功能维持方面起着重要作用,当航天员处于微重力环境时,骨骼所承受的重力负荷显著性下降,导致承重骨发生矿盐丢失以及BMD下降等病理改变^[9]。而肌肉直接附着于骨,通过肌肉的牵拉力对骨可产生影响,肌肉量与肌肉强度都与骨量呈正相关,肌肉强度大的人,在肌肉收缩时,可对骨产生大的应力,刺激骨形成。

青春期随着体格不断发育,肌肉增粗加长,力量增大,骨骼不断发育,人体骨量增加,BMD值升高。运动训练作为一种生理性应激,能促使肢体功能与形态发生一系列适应性变化,如肌肉的瘦体重增加(肌肉壮大,肢体围度增加)、体脂减少、骨质坚硬、心肌肥大等。

现有许多研究已证实了骨的矿化与机体肌肉、运动之间的关系。有资料显示,骨骼生长发育停止前有效适宜的运动,对提高青春期骨密度值及成年期骨量峰值(peak bone mass, PBM)有良好的促进作用^[10]。身体锻炼,尤其是主动、负重锻炼被认为能提供力学刺激以维持或改善骨健康。Bemben^[11]认为负重锻炼通过增加肌力促进骨形成,保持甚至增加绝经后妇女的BMD。有人对青春前期的女性体操运动员的前瞻性研究结果表明,训练对骨骼某些部位有促进作用,可改变骨的自然增长途径^[12]。有人研究表明,农村男性的握力明显高于城市男性,且农村男性的骨峰值出现的年龄段比城市男性要早将近10年,这是由于农村男性从成年后,主要从事抗阻或负荷性体力劳动,而城市男性从事力量性劳动相对较少,其肌肉负荷强度小于农村劳动者,这说明肌肉强度愈大,对骨的形成作用影响愈明显^[13]。有研究表明,运

动对青春早期少女的BMD具有正向促进的影响^[14,15]。进一步提示,规律性的运动对BMD值的增加具有促进作用,而有跳跃、爆发力在内的运动方式比单纯跑步更能促进BMD值的增加,且能显著增加下肢和骨盆的BMD。本研究结果也表明,反映下肢跳跃能力的指标均与BMD呈正相关,而且运动训练在提高跳跃能力的同时,BMD也同步升高。

参考文献:

- [1] 张林.运动对人体骨骼影响的研究进展[A]见:杨锡让,傅浩坚.运动生理学进展[C]北京:北京体育大学出版社,2000:63-83.
- [2] Heinonen A, Oja P, Kannus P, et al. Bone mineral density of female athletes in different sports[J]. Bone Miner, 1993, 23(1): 1-14.
- [3] Snow-Harter C, Boussein M, Lewis B, et al. Marcus strength as a predictor of bone mineral density in young women[J]. J Bone Miner Res, 1990, 5(6): 589-595.
- [4] Peacock M. Calcium absorption efficiency and calcium requirements in children and adolescents[J]. Am J Clin Nutr, 1991, 54(1): 261-265.
- [5] Ballabriga A. Morphological and physiological changes during growth: an update[J]. Eur J Clin Nutr, 2000, 54(1): 1-6.
- [6] 李继斌,黎海芪,王松艳.儿童、青少年骨量发育状况[J]. 中国儿童保健杂志, 2001, 9(4): 230-233.
- [7] 全国十三省市骨矿含量调查合作组. 骨骼生长衰老规律和原发性骨质疏松症预诊的研究[J]. 中国骨质疏松杂志, 1995, (1): 1-7.
- [8] Sandstrom P, Jonsson P, Corentzon R, et al. Bone mineral density and muscle strength in female ice hockey players[J]. Int J Sports Med, 2000, 21(7): 524-528.
- [9] Layne J E, Nelson M E. The effects of progressive resistance training on bone density: a review[J]. Med Sci Sports Exerc, 1999, 31(1): 25-30.
- [10] 秦林林,陈金标,葛崇华,等. 781例15-50岁健康者骨密度与影响因素分析[J]. 中华预防医学杂志, 1999, 33(2): 282-285.
- [11] Bemben D A. Exercise interventions for osteoporosis prevention in postmenopausal women[J]. J Okla State Med Assoc, 1999, 92(2): 66-70.
- [12] Courteix D, Lespessalles E, Jaffre C, et al. Bone material acquisition and somatic development in highly trained girl gymnasts[J]. Acta Paediatr, 1999, 88(8): 803-808.
- [13] 安珍,王文志,杨定焯,等. 成都地区城乡人群原发性骨质疏松调查[J]. 中国骨质疏松杂志, 2002(3): 233-236.
- [14] 吴久玲,渠川琰,陈丽君. 体育运动对青春期少女骨密度的影响[J]. 中华预防医学杂志, 2001, 35(3): 152-154.
- [15] 张林. 运动健骨机制研究进展[J]. 体育学刊, 2004, 11(2): 44-47.

[编辑:郑植友]