

## 健将与一级女子举重运动员骨密度比较分析

杨翠英\* 曾国凡

福建工程学院体育教研部,福州 350118

中图分类号: R445 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2016) 09-1105-03

**摘要:** 目的 比较同级别不同运动等级女子举重运动员骨密度(BMD)的差异,探讨相同训练方案不同力量负荷强度对运动员骨密度的影响。方法 测试 48 kg 级别健将组( $n=15$ )和一级组( $n=16$ )下肢链等速蹬伸肌力,腰椎 L<sub>2-4</sub>和下肢主要部位 BMD,分析下肢等速肌力与骨密度的相关性。结果 健将组的腰椎 L<sub>2-4</sub>、股骨远端、髌骨 BMD 和下肢链收缩力峰力矩、拉长力峰力矩均显著大于一级组( $P<0.05$ );下肢收缩力矩和拉长力矩与腰椎 L<sub>2-4</sub>( $r=0.507$ ,  $r=0.519$ )、髌骨( $r=0.482$ ,  $r=0.456$ )和胫骨近端( $r=0.613$ ,  $r=0.580$ ) BMD 呈显著正相关( $P<0.05$ )。结论 长期“奥林匹克举重运动”对女子运动员 BMD 有促进作用,随着力量负荷强度增加,BMD 也呈增加趋势。

**关键词:** 举重;训练负荷;肌力;骨密度

### Comparison of bone mineral density between master and first grade female weightlifters

YANG Cuiying, ZENG Guofan

Physical Education Teaching and Research Section, Fujian University of Technology, Fuzhou 350118, China

Corresponding author: YANG Cuiying, Email: 969993209@qq.com

**Abstract: Objective** To compared the bone mineral density (BMD) among female weight lifters with the same level of different sport grade, and to explore the influence of the same training scheme of different power load intensity in BMD. **Methods**

The isokinetic extensor strength of lower limb and the BMD of L<sub>2-4</sub> lumbar and lower limb were tested for master level group ( $n=15$ ) and first grade group ( $n=16$ ) in 48 Kg grade. The correlation between lower limb isokinetic muscle strength and BMD was analyzed. **Results** BMD of the L<sub>2-4</sub> lumbar, distal femur, and patella, peak torque of contraction force and elongated in lower limbs were significantly larger in the master group than those in the first grade group ( $P<0.05$ ). Lower limb contraction torque and elongated torque were significantly positively correlated with BMD ( $P<0.05$ ) of the L<sub>2-4</sub> lumbar ( $r=0.507$ ,  $r=0.519$ ), patella ( $r=0.482$ ,  $r=0.456$ ), and proximal tibia ( $r=0.613$ ,  $r=0.580$ ). **Conclusion** Long term Olympic weightlifting promotes BMD in female athletes. With the increase of strength load intensity, BMD also shows an increasing trend.

**Key words:** Weightlifting; The training load; Muscle strength; BMD

在竞技体育中,运动训练对运动员的 BMD 有影响已被学者证实<sup>[1]</sup>,由于不同运动项目对骨刺激效果不同,因此对 BMD 影响也存在差异。表现为长期力量性项目运动员 BMD 高于耐力性项目运动员<sup>[2]</sup>。Heinonen<sup>[3]</sup>比较了举重、柔道、摔跤、田径、游泳、自行车项目运动员身体不同部位的 BMD,显示举重运动员(长期大强度力量负荷训练)被测试部位 BMD 最高。后续研究认为力量负荷刺激有一定的“阈值”,学者认为在适宜的负荷内,BMD 随着力

量刺激的增大而增加,但当负荷刺激超过一定的“阈值”后,BMD 将不再增加<sup>[4]</sup>,这个前提是基于受试者体重相同的情况。同时,Rubin 和 Lanyon<sup>[5]</sup>针对动物进行了该方面的研究,研究结果证实了 Heinonen 的结论。然而在人体试验中,对受试者进行长期、有规律、大负荷力量训练是不现实的。因此,为了进一步论证力量负荷强度与 BMD 之间的关系,本研究基于“奥林匹克争光计划”,募集了某省一线女子举重运动员,比较相同级别不同运动等级运动员 BMD 的差异,进而探讨相同训练方案不同负荷强度对运动员 BMD 的影响,将丰富长期力量训练对人体 BMD 影响的理论。

基金项目: 福建工程学院教育科学研究项目(GB-F-13-23)

\* 通讯作者: 杨翠英, 969993209@qq.com。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

本研究以某省一线女子举重运动员为研究对象(见表 1)。纳入标准:月经规律;近期末服用雌激素;体重在 48~49 kg 间(48 kg 级别);运动等级为健将(总成绩达到 182 kg 以上,其中抓举 82 kg,挺举 100 kg)或一级(总成绩达到 152 kg 以上,其中抓举 65 kg,挺举 87 kg)运动员;签订了知情同意书。

排除标准:有明显运动损伤;近期不能正常训练。最终募集了健将组( $n=15$ )和一级组( $n=16$ )。受试者每周进行 5 d(每天 4 h,上午和下午各 2 h)相同训练计划(训练内容、组数和次数相同,最大重量根据个人能力有所不同)的奥林匹克举重和专项力量练习,练习内容有:抓、挺举、硬拉、卧推、前后深蹲、借力推、快速提拉、负重俯卧撑和引体向上等。每个练习项目组数为 8~10 组,每组 1~3 次。每次训练至少达到个人该项目最大负荷的 95%。

表 1 研究对象基本信息

Table 1 The basic information of the study objectives

组别	总成绩(kg)	年龄(岁)	体重(kg)	身高(cm)	训练年限(年)
健将组( $n=15$ )	190.1±16.5	20.9±4.7	48.6±0.7	149.1±3.6	8.2±2.9
一级组( $n=16$ )	164.8±11.7	19.7±3.8	48.5±0.9	148.8±4.1	7.9±2.7

### 1.2 方法

**1.2.1 骨密度和等速肌力测试:**美国 Hologic 双能 X 线骨密度测试仪,测试受所有受试者腰椎 L<sub>2-4</sub>、左侧股骨颈、股骨远端、髌骨、胫骨近端和跟骨 BMD;采用德国 IsoMed 2000 等速肌力测试仪,对所有受试者下肢链进行 50°/s 蹬伸测试(选取下肢链在完成蹬伸测试过程中收缩和拉长峰力矩,峰力矩<sup>[6]</sup>指人体关节在等速运动中肌肉收缩产生的最大输出力矩,单位为 Nm)。

**1.2.2 统计方法:**SPSS 17.0 对健将组和一级组测试数据进行平均值±标准差处理,组间 BMD、下肢

蹬伸肌力数据进行独立样本  $t$  检验,肌力数据与各项 BMD 值进行 Pearson 相关分析,显著水平  $P=0.05$ ,非常显著水平  $P=0.01$ 。

## 2 结果

对健将组和一级组 BMD 和下肢蹬伸等速肌力测试结果见表 2~3。健将组的腰椎 L<sub>2-4</sub>、股骨远端、髌骨 BMD 和下肢链收缩力峰力矩、拉长力峰力矩均显著大于一级组( $P<0.05$ );下肢收缩力矩和拉长力矩与腰椎 L<sub>2-4</sub>、髌骨和胫骨近端呈显著正相关( $P<0.05$ )。

表 2 健将组和一级组 BMD 和下肢蹬伸等速肌力结果( $\bar{x} \pm s$ )

Table 2 Results of BMD and isokinetic muscle strength in lower limb ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	BMD(g/cm <sup>2</sup> )					下肢峰力矩(Nm)		
	腰椎 L <sub>2-4</sub>	股骨颈	股骨远端	髌骨	胫骨近端	跟骨	收缩力	拉长力
健将	1.232±0.14*	1.072±0.12	1.478±0.17*	1.280±0.12*	1.231±0.13	0.701±0.08	1652±126*	2029±182*
一级	1.089±0.15	1.037±0.11	1.331±0.13	1.125±0.10	1.172±0.12	0.697±0.07	1490±112	1862±153

注:组间比较,\* $p<0.05$

表 3 受试者肌力与 BMD 相关分析结果

Table 3 Correlation analysis between muscle strength and BMD

指标	相关系数	腰椎 L <sub>2-4</sub>	股骨颈	股骨远端	髌骨	胫骨近端	跟骨
收缩力	$r$	0.507*	0.287	0.292	0.482*	0.613*	0.122
拉长力	$r$	0.519*	0.250	0.275	0.456*	0.580*	0.101

## 3 讨论

研究认为,短时间大强度训练对骨矿合成效应优于长时间低强度重复训练。在动物模型中显示增加负荷重复次数并不能额外增加 BMD,如果负荷强度对骨的张力影响越大,其成骨效应越明显<sup>[6]</sup>。从

运动训练学角度分析,举重运动需增加运动员的绝对力量和爆发力,其项目特点要求尽量刺激到个体最大负荷值,训练方式是注重有效组数(重量依次递增)、次数(通常 1~3 次)和组间休息(30~90s),通常每堂训练课教练员要求运动员至少达到最大负荷的 95%。因此,属于短时间大强度的运动。另外,体重

对力量的影响不容忽视,表现为随着体重增加力量呈上升趋势。为此,本研究选取奥林匹克举重项目同级别(相同体重)不同运动等级(最大力量负荷刺激不同)运动员作为受试者,在实验方案的设计和实施上弥补了以往人体或动物实验的不足。结果显示,健将组的腰椎  $L_{2-4}$ 、股骨远端、髌骨 BMD 和下肢链收缩力峰力矩、拉长力峰力矩均显著大于一级组 ( $P < 0.05$ )。

左群<sup>[6]</sup>发现女子举重运动员与一般女子青年跟骨的 BMD 无显著差异。作者认为,结合举重项目特点发现,抓、挺举以及专项训练(深蹲、硬拉等)主要承受力为腰椎、股骨和胫骨。本研究也发现类似结论,健将组腰椎、股骨和胫骨部位 BMD 不同程度大于一级组,而跟骨 BMD 无显著差异。研究证实运动员力量素质提高是提升运动成绩的重要因素之一,因此,运动等级越高的运动员,其力量素质则更优。在一项针对田径(投掷项目)和摔跤不同运动等级运动员骨矿含量的研究中发现,男、女子健将运动员的骨矿含量/体重(BMC/BW)比显著高于一级和二级运动员,研究认为运动负荷强度与 BMC/BW 比值成正比<sup>[7]</sup>。王昭琦<sup>[8]</sup>认为人体肌肉收缩会对骨骼产生压力负荷,并通过压电效应增强成骨细胞活性,使骨的生成能力得以增强。因此增加肌力能促进成骨生长,优化骨骼结构,进而增加 BMD 和骨强度。本研究肌力与 BMD 相关性结果显示,受试者下肢收缩力矩和拉长力矩与腰椎  $L_{2-4}$ 、髌骨和胫骨近端 BMD 呈显著正相关( $P < 0.05$ )。

本研究初步证实了,长期“奥林匹克举重运动”对女子举重运动员 BMD 增加有促进作用,推测在运动员能够承受的范围内,随着力量负荷强度的增加,BMD 也会呈增加趋势。但本研究存在一些局限性,如过度力量训练对运动员的 BMD 是否有负面影响,普通人群进行长期大强度力量训练对 BMD 影响是否与运动员一致,将是后续研究的方向。

## 【参 考 文 献】

- [1] Pollock N, Perry G M, Pedlar C, et al. Bone-Mineral Density and Other Features of the Female Athlete Triad in Elite Endurance Runners: A Longitudinal and Cross-Sectional Observational Study [J]. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 2010, 20(5): 418-426.
- [2] 张林, 杨锡让. 运动员骨密度变化特点[J]. 中国体育科技, 1999, 35(4): 14-16.  
Zhang L, Yang XR. The Variation Characteristics of Athletes' BMD [J]. China Sport Sci Technol, 2010, 20(5): 418-426.
- [3] 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.
- [4] Ferry B, Duclos M, Burt L, et al. Bone geometry and strength adaptations to physical constraints inherent in different sports: comparison between elite female soccer players and swimmers [J]. J Bone Miner Metab, 2011, 29(3): 342-351.
- [5] Rubin CT, Lanyon LE. Kappa Delta Award paper. Osteoregulatory nature of mechanical stimuli: function as a determinant for adaptive remodeling in bone [J]. J Orthop Res, 1987, 5(2): 300-310.
- [6] 左群, 于新凯, 张平, 等. 对女子举重运动员血清生长激素、胰岛素样生长因子和骨密度值的研究 [J]. 体育科学, 2004, 24(6): 22-24.  
Zou Q, Yu XK, Zhang P, et al. Research on Serum Growth Hormone, Insulin-like Growth Factor - 1 and Bone Mineral Density of Female Weightlifters [J]. Sport Sci, 2004, 24(6): 22-24.
- [7] 邓道善, 王启敏. 不同项目运动员骨矿含量探测 [J]. 北京体育大学学报, 1992, 15(1): 91-93.  
Deng DS, Wang QM. Different project athletes BMC detection [J]. J Beijing Sport Univ, 1992, 15(1): 91-93.
- [8] 王昭琦, 王立恒, 王媚. 老年骨质疏松患者肌力与骨密度等指标的相关性研究及不同干预方法的疗效评价 [J]. 中国骨质疏松杂志, 2014, 20(7): 815-819.  
Wang ZQ, Wang LH, Wang M. The correlation between muscle strength and bone mineral density and other indicators in senile patients with osteoporosis and the efficacy evaluation of different interventions [J]. Chin J Osteoporos, 2014, 20(7): 815-819.

(收稿日期: 2016-03-28; 修回日期: 2016-05-16)