

# 武术套路运动对青春期女性骨强度及雌激素的影响

陈玉群

(湖北师范学院体育学院,湖北黄石 435002)

[摘要] 为探讨武术套路运动对青春期女性骨强度和雌激素的影响,选取青春期女性为被试,分为武术套路组和对照组,分别测试两组骨强度和雌激素.实验结果显示:①武术套路组 BUA(超声振幅衰减)、SOS(声速)、STI(骨硬度)显著高于对照组( $P < 0.01$ ),但 RRF(骨折风险指数)显著低于对照组( $P < 0.01$ );②武术套路组  $E_2$ (雌二醇)的含量显著高于对照组( $P < 0.05$ );③BUA与SOS呈高度正相关,与RRF呈高度负相关;④ $E_2$ 与BUA、SOS、STI呈正相关,与RRF呈负相关.结论:武术套路运动可以通过显著增加骨密度、优化骨质量、提高 $E_2$ 含量来增加青春期女性的骨强度,进而有效地预防绝经后骨质疏松的发生.

[关键词] 武术套路,青春期女性,骨强度,雌激素

[中图分类号] G804 [文献标志码] A [文章编号] 1001-4616(2012)01-0128-05

## Influence of WUSHU Routine Exercise on the Bone Strength and Estrogen to the Adolescent Females

Chen Yuqun

(Physical Education Department of Hubei Normal University, Huangshi 435002, China)

**Abstract:** To investigate the influence of WUSHU routine exercise on the bone strength and estrogen to the adolescent females, chosen the adolescent females as subjects, then divided into two groups, the one was WUSHU routine group, the other was control group, the two groups were tested with the bone strength and estrogen. The date was showed: ① the WUSHU routine group's BUA、SOS、STI were notably higher than the control group ( $P < 0.01$ ), but the RRF was significantly lower than the control group ( $P < 0.01$ ); ②  $E_2$  was more than the control group ( $P < 0.05$ ); ③ BUA had positive correlation with SOS, but had negative correlation with RRF. ④  $E_2$  had positive correlation with BUA, SOS and STI, but had negative correlation with RRF. Conclusion: The WUSHU routine can increase the adolescent females' bone strength by significantly increasing the bone mineral density, optimizing the quality, improving the content of  $E_2$ , thus OP was effectively prevented when menopause.

**Key words:** WUSHU routine exercise, adolescent females, the bone strength, estrogen

据统计,每14个中国人就有1人患不同程度骨质疏松,尤其是绝经后妇女发病率更高,70~80岁发病率几乎为100%<sup>[1]</sup>,因为女性进入绝经期后卵巢功能逐渐衰退,体内雌激素水平骤然下降,骨量丢失速率为每年2%~3%,这种丢失速率维持6~10年,之后下降到每年0.5%的丢失率<sup>[2]</sup>,从而引发OP的发生.这说明骨质疏松在我国已构成一个严重的公众健康问题.大量研究表明,可通过运动来提高骨量进而预防OP的发生,但这不能从根本上解决问题,因为OP的发生是由骨量(骨密度)低下和骨组织微结构退化双重因素共同决定的,即不仅与骨量有关,还与骨的质量结构特征有关.骨强度既可反映骨量,又可反映骨的结构特征,是评价骨综合质量的重要指标,因此,改善骨强度是有效预防OP发生的根本措施.女子青春发育期是从10、12岁至17、23岁,研究表明青春期是获得峰值骨量的关键时期,若峰值骨量每增加3%~5%,绝经后骨折的危险性会降低20%~30%<sup>[3]</sup>.因此,笔者选取青春期女性为被试,旨在研究运动对峰

收稿日期:2011-06-01.

基金项目:校研究生科研启动基金项目.

通讯联系人:陈玉群,硕士,讲师,研究方向:运动对人体机能的影响. E-mail: cyqun2006@126.com

值期女性骨强度的影响,比较运动组与对照组骨强度的差异性,分析运动对峰值期女性骨强度的影响机制,探讨雌激素是否对骨强度有影响及可能的生理机制,为青春女性有效改善骨强度找到突破口,对绝经后骨质疏松的干预和防治研究提供实践参考价值。

## 1 研究对象和方法

### 1.1 研究对象

随机抽取武汉体育学院女大学生 29 人为实验对象,分为运动组(武术套路专项组)和对照组(运动心理学专业),其中运动组 16 人,对照组 13 人。套路组专项运动年限平均为 6 年,平均每周运动 5 次,每次运动 1.5 h ~ 2 h; 对照组除体育课外很少参加体育运动或无规律运动,所有受试者都是处于非妊娠期,月经周期规律,均未使用过影响月经周期和骨代谢的药物,且均无骨代谢疾病和家族病史。

所有受试者饮食无差别,其基本情况如表 1 所示,运动组与对照组的年龄、初潮年龄、体重指数(BMI)均没有显著性差异( $P > 0.05$ )。

表 1 实验对象基本情况一览表

Table 1 The basic conditions of subjects

组别	n	年龄(岁)	初潮年龄(岁)	BMI
武术套路组	16	21.13 ± 1.82	13.19 ± 1.47	20.83 ± 2.19
对照组	13	20.62 ± 0.96	12.23 ± 1.17	21.26 ± 2.34

### 1.2 研究方法

#### 1.2.1 血液样本采集

确定月经期为周期的第 1 d ~ 4 d, 卵泡期为周期的第 5 d ~ 13 d, 排卵期为周期的第 14 d ~ 16 d, 黄体期为周期的第 17 d ~ 25 d, 经前期为周期的第 26 d 至下次月经前 1 d。受试者分别于卵泡期(月经周期的第 9 d ~ 11 d)在清晨安静空腹的状态下,抽取肘正中静脉血 3 mL ~ 4 mL,自然凝血 30 min 后以 3 000 转/min 离心 15 min,取上层血清,置于 -20℃ 下贮存,收齐样本后一同送中国人民解放军第 457 医院检测,所有样本均没有反复冻融。

#### 1.2.2 测试指标

测试骨强度和雌激素( $E_2$ )两类指标,其中骨强度指标包括:

- ① 骨量(骨密度)指标——BUA(超声振幅衰减);
- ② 骨质量结构特征指标: 声速——SOS, 骨硬度——STI, 骨折风险指数——RRF。

#### 1.2.3 测试仪器与方法

BUA、SOS、STI 和 RRF 均由法国产 UBIS5000 型定量超声骨质成像与测量系统测试,此仪器的扫描像素为 1 mm<sup>2</sup>,超声振幅衰减扫描区的大小为 60 mm × 60 mm,绘制出图像后,系统自动进行感兴趣测量区(ROI)定位(即使每次检查不同的脚部部位,UBIS 也能分析骨的同一部分,也就是同一 ROI),并进行相关指标的计算。统一对受试者右跟骨进行检测,首先用酒精棉球擦拭受试者右脚跟两侧与跟骨对应的部位至油脂基本除净后,放入测试槽中,右脚跟跟部及小腿腹部靠着仪器不动,实验员在计算机中输入受试者姓名、性别等信息后进行测试,测试结果将直接在显示器上显示,并打印成测试报告保存。

雌激素采用放射免疫测定法,首先取待测血清 100 μL 进行编号,然后严格按照要求加样,在充分混匀后置 37℃ 水浴箱中温浴 120 min,在每管样品中加入分离剂 500 μL,充分混匀,室温放置 15 min,经 3 500 转/min 离心 15 min 后,吸去上清液,用 γ 计数器测量每管沉淀物的放射性计数,通过系统内的自行偶合曲线处理,计算出各样本的雌二醇含量。实验所使用放射免疫试剂盒由北京福瑞生物工程公司提供。

#### 1.2.4 数据处理

对所测的骨强度、雌激素数据运用统计软件 Spss16.0 的独立样本  $T$  检验和 Pearson 相关系数进行分析统计。

## 2 研究结果与分析

### 2.1 武术套路组与对照组骨量的比较分析

BUA(超声振幅衰减)是 UBIS 测量的主要参数,其原理是由于骨及软组织对声波的吸收和散射使超声能量信号减低,衰减表示通过脚部和没有通过脚部(扫描前测量)传导到系统的超声波能量比值。一般认为 BUA 主要受骨密度(BMD)影响,其次受骨结构包括骨小梁数目、连接方式、小梁走向等影响,骨密度越高,BUA 越高,因此常用 BUA 来表示 BMD。通常用 cm<sup>2</sup> 骨矿物质含量(BMD)指标来反映骨量的多少。所

以 测试 BUA 可以反映个体骨量的大小. 此外, 本研究选取测试受试者跟骨 BUA 原因如下: 一, 跟骨是身体的承重部分, 体积较大, 且跟骨软组织少, 易准确定位; 二, 跟骨几乎全部为松质骨, 骨小梁占 90%, 且代谢活跃, 松质骨的骨转换率比皮质骨的骨转换率高 8 倍<sup>[4]</sup>, 测定松质骨的 BMD 比皮质骨的敏感性高; 三, 虽然身体各部位 BMD 存在差异, 但全身各个部位的 BMD 都是呈中度相关<sup>[5]</sup>; 四, 最近 Bouxsein 等<sup>[6]</sup>报道跟骨 BUA 与股骨近段的 BMD 及骨强度密切相关, 因此可以使用跟骨 BUA 的变化来反映全身骨密度的变化趋势.

设计组间比较, 采用独立样本  $T$  检验得表 2. 结果显示: 青春期女性武术套路组跟骨 BUA 高于对照组, 且差异非常显著 ( $P < 0.01$ ). 与其他学者的研究结论一致, 如 Haras<sup>[7]</sup> 等对日本女性骨密度研究发现: 在青春期进行体育运动者成年后可获得较大骨量. 戴金彪<sup>[8]</sup> 通过对影响青春期女性骨密度的因素分析中发现: 户外活动时间超

表 2 两组骨量 (BUA) 比较一览表

Table 2 The comparative BUA list of two groups

骨量	武术套路组 ( $n=16$ )	对照组 ( $n=13$ )
BUA (dB/MHz)	65.06 $\pm$ 3.59 **	61.19 $\pm$ 3.62

注: 与对照组相比, \* 表示  $P < 0.05$  差异显著, \*\* 表示  $P < 0.01$  差异非常显著, 无\* 或\*\* 表示无显著性差异 ( $P > 0.05$ ).

过 6 h/wk 的女性 BMD 高于活动不足的女性, 且差异具有显著性 ( $P < 0.05$ ). Garn<sup>[9]</sup> 研究指出个体的峰值骨量与 20 年以后骨量高度相关 ( $r = 0.93$ ), 这说明青春期获取尽可能高的峰值骨量是保证绝经后骨量处于较高水平的重要阶段, 究其原因是女性在青春期进行锻炼, 有效地加强了其对骨多个部位的刺激, 引起骨组织的应变和形变, 有利于骨的改造, 显著增加骨密度, 提高峰值骨量, 进而降低绝经后骨质疏松发生的机率.

## 2.2 武术套路组与对照组骨质量的比较分析

骨强度是指骨的弹性和抵抗外力的强度, 是骨折敏感性的决定因素, 其中 SOS、STI 和 RRF 是反映骨质量的有效指标. 设计组间比较, 采用独立样本  $T$  检验得表 3. 结果显示: 武术套路组 SOS 和 STI 显著高于对照组 ( $P < 0.01$ ), 但 RRF 显著低于对照组 ( $P < 0.01$ ).

表 3 两组骨质量比较一览表

Table 3 The comparative bone quality list of two groups

指标	单位	武术套路组 ( $n=16$ )	对照组 ( $n=13$ )
声速 (SOS)	m/s	1 571.04 $\pm$ 34.75 **	1 539.55 $\pm$ 28.82
骨硬度 (STI)	%	103.49 $\pm$ 15.41 **	87.42 $\pm$ 14.30
骨折风险指数 (RRF)	%	1.13 $\pm$ 0.84 **	2.30 $\pm$ 1.47

声速 (SOS) 是身体测量部位宽度或长度与传导时间之比, 跟骨的宽度可为整个跟骨的宽度 (骨及软组织) 或者只是骨的宽度. SOS 主要受骨弹性、骨形状、大小、骨力学特性、骨组成和内部结构影响, 其次受骨密度影响. 声速的平方与弹性模量、骨强度成正比. 此外, 跟骨 SOS 随年龄增长每年降低 1.3 m/s  $\sim$  4.9 m/s, 且跟骨 SOS 与股骨颈 BMD 相关性较高 ( $r = 0.691$ ), 可反映股骨颈骨折的危险性<sup>[10]</sup>. 本实验显示: 套路组 SOS 显著高于对照组 ( $P < 0.01$ ), 说明长期的套路训练可以改善青春期女性骨骼弹性、增强骨强度、提高骨的力学特性, 也可以提高女性股骨颈 BMD, 减少绝经后骨折的发生.

骨硬度 (STI) 可同时反映骨密度和骨微结构的情况, 避免了传统测量方法不能同时反映骨结构和弹性的不足. 由 BUA 和 SOS 所得的测量值可综合计算出 STI, 用这一指数对于 WHO 所定义的 OP 有较好的诊断意义<sup>[11]</sup>. STI 与骨质疏松骨折发生率呈负相关, 与 BMD 呈同步变化<sup>[12-15]</sup>. 本实验结果显示: 武术套路组骨硬度显著高于对照组 ( $P < 0.01$ ), 这表明运动既提高青春期女性的骨硬度, 也增加了骨密度, 有效降低绝经后骨折发生率.

骨折风险指数 (RRF) 是测量系统根据受试者的骨密度、骨硬度等指标综合分析得到的反映骨折风险率的诊断参数, RRF 与骨密度、骨硬度呈负相关, 是反映骨质量的一个综合性指标. 此实验显示: 武术套路组 RRF 显著低于对照组 ( $P < 0.01$ ), 说明运动确实提高了青春期女性骨质量, 降低了骨折风险指数, 有效预防 OP 的发生.

综上所述, 武术套路组声速和骨硬度均显著高于对照组, 但骨折风险指数显著低于对照组, 表明在女性青春期进行武术套路运动可以改善骨的微结构、促进骨基质的矿化、提高微骨折的修复能力, 进而增加骨弹性、提高骨硬度、降低骨折所带来的风险后患.

### 2.3 武术套路组与对照组雌激素的比较分析

1987 年 Eriksen 首次研究证实雌激素直接调节骨代谢, 卵巢中成熟的卵泡和黄体是分泌雌激素的主要场所, 如雌二醇 ( $E_2$ )、雌酮和雌三醇, 以  $E_2$  的生理活性最强, 因此研究对骨代谢起主要作用的雌激素常用测量指标  $E_2$  表示。

设计组间比较, 采用独立样本  $T$  检验得表 4, 结果显示, 青春期女性武术套路组  $E_2$  水平高于对照组, 且差异显著 ( $P < 0.05$ ), 分析原因是现代武术套路竞赛项目主要包括太极拳、长拳、南拳及刀枪剑棍, 属于技能难的各类项目, 特点是动作连贯、轻快敏捷、身活腕灵、节奏鲜明、刚柔兼备, 长期的武术运动间接地增强了中轴神经的训练作用, 活跃了其他神经系统与器官的机能, 有利于促进青春期女性中轴神经系统的兴奋性和内分泌的平衡, 进而引起下丘脑分泌促性腺素释放激素 (GnRH) 增多, GnRH 的增加刺激了垂体前叶嗜碱细胞分泌促卵泡激素 (FSH) 和促黄体生成素 (LH), 继而促进卵巢的卵泡分泌雌激素, 提高雌激素含量。

武术套路组 BUA 和  $E_2$  均显著高于对照组, 说明武术运动可通过提高  $E_2$  水平来提高骨密度, 其生理机制是: 骨是雌激素的主要靶器官之一, 一方面可能  $E_2$  通过与成骨细胞上的雌激素受体结合, 刺激成骨细胞活性, 促进骨基质合成增加和骨矿物质的沉着, 促进转化生长因子  $\beta$  (TGF- $\beta$ ) 的生成, 间接抑制破骨细胞的活性; 另一方面也可能通过其他途径对骨代谢发挥作用: ① 可能是促进降钙素的分泌, 抑制骨吸收; ② 可能是抑制 PTH 的分泌, 降低骨骼对 PTH 的敏感性, 抑制破骨细胞的活性, 减少骨吸收; ③ 可能是促进维生素 D 的合成, 诱导骨细胞分化, 促进骨的形成和矿化; ④ 可能是雌激素可以降低 IL-1 和 IL-6 的分泌, 从而抑制骨吸收, 因为白细胞介素 1 和白细胞介素 6 (IL-1 和 IL-6) 是两种有效的骨吸收刺激因子, 最终表现为骨形成增加, 骨吸收减少, 减缓伴随增龄而发生的骨丢失, 降低骨折发生率, 起到预防骨质疏松的作用。

### 2.4 骨强度与雌激素相关性分析

相关分析定量显示变量之间的相关程度, 相关系数是以数值的方式精确地反映变量之间线性关系的强弱程度和相关方向的统计指标,  $|r|$  值越接近 1, 表明变量之间的直线关系越密切。采用二元相关分析的“Bivariate”统计法计算各指标间的 Pearson 相关系数得表 5, 结果表明: BUA 与 SOS 呈高度正相关, 与 RRF 呈高度负相关, 且均具统计学意义 ( $P < 0.01$ ), 这说明个体骨密度越高, 则声速越快、骨折风险指数越小, 即骨质量越好, 这揭示了青春期女性长期从事武术锻炼既提高了骨密度, 又改善了骨质量, 保证了骨强度处于良好的水平, 为预防绝经后 OP 的发生提供有力的保障。纵向比较发现, STI 与 RRF 呈高度负相关, 且具统计学意义 ( $P < 0.01$ ), 说明骨硬度越高, 骨折风险指数越小。

表 5 骨强度与雌激素 Pearson 相关系数一览表

	BUA	SOS	STI	RRF	$E_2$
BUA	1	0.782 **	-	-0.840 **	0.316
SOS	0.782 **	1	-	-0.026	0.237
STI	-	-	1	-0.630*	0.284
RRF	-0.840 **	-0.026	-0.630*	1	-0.180
$E_2$	0.316	0.237	0.284	-0.180	1

(注: STI 由 SOS 和 BUA 计算出来, 研究它们之间的相关性无意义)

此外, 横向比较发现,  $E_2$  与 BUA、SOS、STI 呈正相关, 与 RRF 呈负相关, 相关性均较弱, 且均无统计学意义, 这说明  $E_2$  是影响骨强度的因素, 但不是唯一的影响因素, 究其原因可能是样本的随机误差导致, 也可能是应力作用的影响。目前普遍认为<sup>[16]</sup>, 在运动条件下, 运动负荷通过肌肉收缩对骨骼产生的拉力、挤压力、剪切力的间接作用和直接施加在骨骼上的机械双重作用, 增加了骨的应力、提高了应变, 使骨细胞、成骨细胞均受到刺激, 导致骨组织的特异性变形, 进而触发保护性骨重建或骨塑建, 在骨塑建过程中, 骨外膜骨形成, 骨内膜骨吸收, 骨外径变大, 骨皮质变厚, 促进骨形成增加和骨矿物质沉积, 使骨强度增加。除此之外, 武术套路运动还是一项以克服自身体重或者持轻器械为主要负荷的运动, 其特点是快速敏捷、往返多变、起伏转折, 且要求运动员在不少于 1'20"的时间里连续完成所有动作, 属于短时间、大强度、高冲击力

的运动项目,Turner等<sup>[17]</sup>总结机械刺激对骨形成影响原则,认为动力性负荷优于静力性负荷,短时间变化大的负荷有利于触发新骨生成,当长时间暴露于一种力学环境时,则灵敏性下降,这些理论有助于解释强度大、时间短、动作变换多样的武术套路运动,有利于刺激骨形成,最终结果表现为提高青春期女性骨强度。

### 3 讨论

(1) 青春性女性长期从事锻炼的武术套路组 BUA、SOS、STI 显著高于对照组( $P < 0.01$ ),但 RRF 显著低于对照组( $P < 0.01$ )。这揭示了青春性女性长期从事武术锻炼既提高了骨密度,又改善了骨质量,保证了骨强度处于良好的水平,为预防绝经后 OP 的发生提供有力的保障。

(2) BUA 与 SOS 呈高度正相关,与 RRF 呈高度负相关,且均具统计学意义( $P < 0.01$ ),这说明个体骨密度越高,则骨质量越好,具体表现为:声速越快、骨折风险指数越小。

(3) 武术套路组  $E_2$  的含量显著高于对照组( $P < 0.05$ ),说明运动组可能是通过增加雌二醇水平进而提高青春性女性的骨强度。

(4)  $E_2$  与 BUA、SOS、STI 呈正相关,与 RRF 呈负相关,但相关性均较弱,且均无统计学意义,这说明  $E_2$  是影响骨强度的因素,但不是唯一的影响因素。其原因:一,可能是样本的随机误差导致;二,可能是受应力作用的影响。此外,本实验受实际条件如经费、采血具有创伤性等因素的限制导致样本量偏少、所测指标有限,在后期的研究中可扩大样本数量、多角度研究其他指标对骨强度的影响,找出影响青春性女性骨强度的关键因素和具体机制,为我国中老年妇女的骨健康提供有力的保障,这对提高和维护中老年妇女的晚年生活质量具有重大意义。

### 【参考文献】

- [1] 邱明才. 骨质疏松研究的现状和展望[J]. 中华医学杂志, 2001, 81(14): 833-835.
- [2] 何永清. 海宁市成人骨量分布及骨质疏松症研究[J]. 中国骨质疏松杂志, 2003, 9(1): 112.
- [3] 高丽, 许豪文, 沈东颖. 运动与峰值骨量[J]. 体育学刊, 2004, 11(4): 46.
- [4] Simon. Osteoporosis and bone density measurement methods[J]. Clinorthop, 1991, 271(1): 149.
- [5] 薛延. 骨质疏松症诊断与治疗指南[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 242.
- [6] Bouxsein M L, Coan B S, Lee S C. Prediction of the strength of the elderly proximal femur by bone mineral density and quantitative ultrasound measurements of the heel and tibia[J]. Bone, 1999, 25(1): 49-54.
- [7] Hara S, Yanagi H, Amagai H et al. Effect of physical activity during teenage years based on type of sport and duration of exercise on bone mineral density of young premenopausal Japanese women[J]. Calcified Tissue International, 2001, 68(1): 23-30.
- [8] 戴金彪. 青春性女性骨密度变化及相关影响因素分析[J]. 中国运动医学杂志, 2005, 24(3): 322.
- [9] Garn S M, Sullivan T V, Decker S, et al. Continuing bone expansion and increasing bone loss over a two-decade period in men and women from a total community sample[J]. American Journal of Human Biology, 1992, 4(1): 57-67.
- [10] Njen C F, Boivin C M, Langton C M, et al. The role of ultrasound in the assessment of osteoporosis: a review[J]. Osteoporosis International, 1997, 7(1): 7-22.
- [11] Hans D, Schott A M, Dargent M P, et al. Is the WHO criteria applicable to quantitative ultrasound measurement? The EPIDOS prospective study[J]. Bone, 2003(suppl): 5 286.
- [12] Hans D, Dargent M P, Schott A M et al. Ultrasonographic heel measurements to predict hip fracture in elderly women: the EPIDOS prospective study[J]. Lancet, 1996, 384(9026): 511-514.
- [13] Kroger H, Huopio J, Hnkanen R et al. Prediction of fracture risk using axial bone mineral density in a menopausal population: a prospective study[J]. Journal of Bone and Mineral Research, 1995, 10(9): 30-36.
- [14] Huang C, Ross P, Wasnich. Short term and long term fracture prediction by bone mass measurements: a prospective study[J]. Journal of Bone and Mineral Research, 1998, 13(10): 107-113.
- [15] Bauer D, Gluer C, Cauley J et al. Broadband ultrasound attenuation predicts fractures strongly and independently of densitometry in older women[J]. Arch Intern Med, 1997, 157(3): 629-634.
- [16] 矫淑华. 营养、运动和激素对骨质疏松的影响[J]. 国外医学: 内分泌分册, 1988, 8(2): 84-85.
- [17] Turner C H. Three rules for bone adaption to mechanical stimuli[J]. Bone, 1998, 23(5): 399-407.

[责任编辑:黄敏]