

中学生网球运动员上肢骨密度的不对称性及其增龄性变化规律

李凤栓*

郑州商学院,河南 郑州 451200

中图分类号: G804.2 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2019) 06-0758-05

摘要: **目的** 探讨网球运动对中学生上肢骨密度的影响以及骨密度不对称性和年龄之间的关系。**方法** 受试者包括中学生网球运动员(运动组)和普通中学生(普通组)。其中运动组 13 岁的 36 人,14 岁的 38 人,15 岁的 40 人,16 岁的 38 人,17 岁的 36 人。普通组 13~17 岁每个年龄各 40 人。每组的各个年龄的受试者人数都是男女各半。采用美国诺兰德公司生产的 XR-600 双能 X 线骨密度仪对受试者左右上肢骨密度进行测量。计算上肢左右侧骨密度差值的绝对值(FA)。运用 SPSS 13.0 统计软件对实验所得数据进行统计学分析。**结果** (1)除 13 岁外,其他年龄的受试者上肢骨密度在同一侧别不同组别之间差异都有统计学意义($P<0.05$),尤其是右侧存在极显著性差异($P<0.01$);(2)普通组上肢骨密度不存在显著性的侧别差异($P>0.05$),但是运动组除 13 岁和 14 岁外其他年龄都存在显著性的侧别差异($P<0.05$);(3)运动组上肢骨密度的 FA 值在 15 岁和 16 岁两个年龄之间没有显著性差异($P>0.05$),但是在 16 岁和 17 岁以及 15 岁和 17 岁之间都存在着显著性差异($P<0.05$)。**结论** 长期网球运动能够提高中学生的上肢骨密度,还能够造成上肢骨密度的不对称性,而且这种不对称性有随着年龄增加而变大的趋势,这可能与网球运动的积累效应有关。

关键词: 中学生;网球运动;上肢;骨密度;不对称性;年龄

The asymmetry of upper limb BMD and its relationship with age in middle school tennis players

LI Fengshuan*

Department of Physical Education, Zhengzhou Business University, Zhengzhou 451200, China

* Corresponding author; LI Fengshuan, Email: 59775469@qq.com

Abstract: **Objective** To investigate the effect of tennis playing on upper limb BMD in middle school students and the relationship between BMD asymmetry and age. **Methods** The subjects included middle school tennis players (sports group) and ordinary middle school students (ordinary group). Among them, 36 tennis players were in the sports group at the age of 13, 38 at the age of 14, 40 at the age of 15, 38 at the age of 16 and 36 at the age of 17. The ordinary group consisted of 40 students in each age group from 13 to 17 years. The number of subjects in each group was half male and half female. XR-600 dual-energy X-ray absorptiometry was used to measure the BMD of the left and right upper limbs of the subjects. Absolute value of bone mineral density difference between left and right extremities was calculated by (FA). The experimental data were statistically analyzed by SPSS13.0 software. **Results** (1) Except for the 13 years old group, there were significant differences in BMD between different groups at the same side ($P<0.05$), especially at the right side ($P<0.01$). (2) There was no significant difference in BMD of upper limbs between the left and right sides in the ordinary group ($P>0.05$), but there was a significant difference in age groups other than 13 and 14 years in the sports group ($P<0.05$). (3) There was no significant difference in FA between 15 and 16 years old in sports group ($P>0.05$), but there were significant differences between 16 and 17 years old and 15 and 17 years old ($P<0.05$). **Conclusion** Long-term tennis playing can increase the BMD of upper limbs in middle school students, also cause asymmetry of upper limb BMD and this asymmetry has the tendency of increasing with age, which may be related to the accumulative effect of tennis playing.

Key words: middle school students; tennis; upper limb; bone mineral density; asymmetry; age

目前我国正处于老龄化社会。由于人口老龄化所引发的社会公共健康问题,比如骨质疏松症的防治,越来越受到政府的高度重视。研究表明,青年时期形成较高的峰值骨量对于预防骨质疏松症有着重要作用^[1]。研究还表明,体育运动对人体骨密度的影响受到运动类型、运动强度和持续时间等诸多因素的制约^[2-8]。目前有关网球运动对人体骨密度影响的研究不多,但是已有研究表明长期网球能够使优势侧的上肢骨密度显著性地高于非优势侧^[9],这就涉及到上肢骨密度的左右不对称性问题。波动性不对称(fluctuating asymmetry, FA)的概念是 Mather 等^[10]首次提出的。FA 是指生物体两侧对称性状在生长发育中表现出的细微的随机偏离,它是环境改变、发育不稳定性及遗传等因素共同作用的结果。有些生物个体的波动性不对称越明显,其实是越能适应环境的变化表现^[11-12]。基于此,本研究在探讨网球运动对青少年上肢骨密度影响的基础上,进一步揭示网球运动对上肢骨密度影响的不对称性与年龄的关系,以便为体质人类学积累基础资料,也为骨质疏松症的防治提供理论和技术上的参考。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

利用河南省青少年网球锦标赛的机会,在家长知情同意的情况下共招募受试者 388 人并签署知情同意书,其中青少年网球运动员 188 人(运动组),普通中学生 200 人(普通组)。运动组受试者运动等级至少在网球少年运动员等级以上,网球训练年限至少 2 年以上,他们是来自于河南省各地市的中学生,其中 13 岁的 36 人,14 岁的 38 人,15 岁的 40 人,16 岁的 38 人,17 岁的 36 人。对照组受试者是来自于郑州市 47 中的普通中学生,13~17 岁每个年

龄各 40 人,要求没有网球运动经历。为了消除性别对骨密度的影响^[13],不管运动组还是对照组,每个年龄受试者人数的性别比例都是 1:1。严格控制受试者的身高、体重、体质量指数(body mass index, BMI)以及体脂率(BF%)^[14-16],以消除以上因素对骨密度的影响。通过对相同年龄运动组和对照组的基线资料进行独立样本的 *T* 检验(Independent-Sample Test),结果发现运动组和对照组之间差异没有统计学意义($P>0.05$),这说明两组的基线资料具有均衡性,两组骨密度指标具有可比性,见表 1。该研究得到了郑州成功财经学院学术伦理委员会的批准,符合人体实验伦理学标准。

1.2 研究方法

1.2.1 实验法:采用天津华力争电子科技有限公司生产的身高体重脂肪智能测量仪 HLZ-62,严格按照仪器操作规范在上午未进早餐前对受试者进行测量,要求男女生统一穿短裤和背心,记录每个受试者的身高、体重、BMI 和体脂率(BF%)。采用美国诺兰德公司生产的 XR-600 双能 X 线骨密度仪对所有受试者左右上肢骨密度进行测量。测量工作均由同一专业人士操作进行,每次测量前都对仪器性能进行校正检测。变异系数 $CV = 0.56\% \sim 0.65\%$ 。用 FA 来表示上肢骨密度的不对称性,也就是上肢左右侧骨密度差值的绝对值, $FA = |R-L|$ ^[17]。公式中: R = 右侧上肢骨密度, L = 同一受试者左侧上肢骨密度。

1.2.2 数理统计法:实验所得数据全部用 SPSS 13.0 统计软件进行统计学分析。基本统计量采用 Descriptive Statistics, 表示为 $\bar{x} \pm s$ 。组间比较采用 Independent-Sample Test。不同侧别之间的比较采用 Paired-Sample Test。不同年龄之间的比较采用 One-Way ANOVA 的 L-S-D 法。

表 1 相同年龄受试者不同组别之间的基线资料比较

Table 1 Comparison on baseline data of subjects in different groups of the same age

组别	年龄/岁	身高/cm	体重/kg	BF%	BMI/(kg/m ²)
运动组	13	158.72±4.36	47.08±5.17	17.56±2.17	18.51±2.36
	14	162.81±6.03	51.24±4.59	17.55±2.42	19.17±2.41
	15	165.23±5.74	54.62±3.68	17.68±3.14	20.08±1.98
	16	167.17±5.81	57.69±3.82	17.76±2.69	20.68±1.71
	17	168.63±4.83	58.01±4.56	17.85±3.27	20.28±1.90
普通组	13	156.83±6.14	45.84±5.85	18.13±3.59	18.69±2.67
	14	161.36±5.29	49.81±4.18	18.10±3.28	19.23±2.52
	15	163.72±6.04	52.39±3.24	18.02±4.18	19.48±2.04
	16	165.96±6.24	55.12±4.32	18.13±3.61	19.97±1.82
	17	166.48±5.27	55.96±3.65	18.06±4.08	20.20±1.74

2 结果

2.1 中学生网球运动员和普通中学生上肢骨密度的均值比较

对受试者相同年龄同一侧别上肢骨密度进行组

间比较(表2),发现除13周龄两组之间差异无统计学意义外,其他各年龄运动组和普通组差异均有统计学意义($P<0.05$),尤其是右侧存在极显著性差异($P<0.01$)。

表2 受试者相同年龄同一侧别上肢骨密度在不同组别之间的均值比较($\bar{x}\pm s$)

Table 2 Comparison of upper limb BMD of subjects in different groups at the same age and on the same side ($\bar{x}\pm s$)

年龄/岁	侧别	运动组	普通组	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
13	左侧	0.484±0.067	0.479±0.063	0.984	0.357
	右侧	0.491±0.061	0.485±0.052	0.101	0.283
14	左侧	0.512±0.049	0.491±0.074	1.756	0.043
	右侧	0.520±0.068	0.497±0.058	4.129	0.004
15	左侧	0.531±0.057	0.516±0.061	1.627	0.044
	右侧	0.544±0.062	0.519±0.054	4.421	0.001
16	左侧	0.548±0.046	0.524±0.044	4.058	0.005
	右侧	0.560±0.051	0.529±0.056	4.256	0.002
17	左侧	0.581±0.073	0.561±0.057	4.571	0.000
	右侧	0.607±0.074	0.576±0.049	4.785	0.000

2.2 中学生网球运动员和普通中学生上肢骨密度的侧别比较

通过对中学生网球运动员和普通中学生上肢骨密度进行左右侧之间的均值比较(表3),结果发现普通组在各个年龄上都不存在显著性的侧别差异($P>0.05$),运动组在13岁和14岁时也不存在显著

性的侧别差异($P>0.05$),但是运动组在15岁、16岁和17岁时却存在显著性的侧别差异($P<0.05$)。从另一个角度显示运动组上肢骨密度存在显著性的左右不对称性,而且这种不对称性从15岁开始,16岁和17岁也存在。

表3 同一组别受试者上肢骨密度在不同侧别之间的均值比较($\bar{x}\pm s$)

Table 3 Comparison of upper limbs BMD between left and right sides of subjects in the same group ($\bar{x}\pm s$)

组别	年龄/岁	左侧	右侧	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
运动组	13	0.484±0.067	0.491±0.061	-0.108	0.078
	14	0.512±0.049	0.520±0.068	-0.224	0.056
	15	0.531±0.057	0.544±0.062	-1.348	0.037
	16	0.548±0.046	0.560±0.051	-1.396	0.027
	17	0.581±0.073	0.607±0.074	-0.317	0.021
普通组	13	0.479±0.063	0.485±0.052	-0.654	0.487
	14	0.491±0.074	0.497±0.058	-0.563	0.508
	15	0.516±0.061	0.519±0.054	-0.594	0.536
	16	0.524±0.044	0.529±0.056	-0.892	0.118
	17	0.561±0.057	0.576±0.049	-1.589	0.064

2.3 中学生网球运动员上肢骨密度在不同年龄之间的均值比较

为了进一步了解中学生网球运动员上肢骨密度不对称性随着年龄的变化情况,本研究对运动组上肢骨密度FA值进行了描述性统计和单因素方差分析,结果发现FA值在15岁(0.014±0.001)和16岁(0.013±0.001)之间没有显著性差异($P>0.05$),在16岁(0.013±0.001)和17岁(0.027±0.003)以及15岁(0.014±0.001)和17岁(0.027±0.003)之

间都存在显著性差异($P<0.05$)。也就是说中学生网球运动员上肢骨密度不对称性出现在15岁、16岁时不对称性没有加剧,17岁时不对称性出现显著性增大。

3 讨论

3.1 网球运动对中学生上肢骨密度的影响

本研究结果发现网球运动能够提高中学生的上肢骨密度,这可能与网球运动的技术特点有关^[18]。

网球运动属于典型的全身性的有氧运动,它需要参与者不断地快速移动、频繁转向来配合上肢做出各种技术动作,因此它会对全身骨骼产生较强的力学刺激,进而激活成骨细胞活性,促进骨质的生成。在网球技术动作中,网球拍具有一定的重量,这对于参与者来说也是一种外在阻力,网球运动参与者要不断克服这种外在阻力的情况下频繁地做出引拍、挥拍和击球这一系列动作,因此参与者上肢会受到多方位和多种机械力学刺激,这必然会引起上肢骨骼产生适应性改变,进而增加上肢骨密度。研究结果还显示网球运动对 13 岁的中学生上肢骨密度的影响差异没有统计学意义,这可能和他们的运动年限有关,因为本研究中的受试者要求至少 2 年以上的网球训练经历,而 13 岁的中学生网球运动员大多是刚好两年多一点,网球运动对上肢骨密度的影响没有形成显著性的积累效应。因为有研究显示体育运动对骨密度能够产生显著性影响至少要坚持 1 年以上的运动时间,其中还要有足够的运动强度^[19]。本研究结果和以往的研究结果也不尽相同,比如刘贺^[20]的研究发现长期坚持网球运动的老年男性骨密度显著性高于对照组,而郭梁等^[9]研究却发现长期规律的网球运动对男性青少年全身各部位的骨密度的影响差异都没有统计学意义。

3.2 网球运动运动员上肢骨密度的不对称性

本研究结果显示普通中学生左右侧上肢骨密度不存在不对称性,而中学生网球运动员却出现这种不对称性。Hamdy 等^[21]研究就证实了这一点,他发现举重运动员和跑步运动员的 BMD 存在部位特异性,具体表现为举重运动员的上肢骨 BMD 最高,而跑步运动员的上肢骨 BMD 却最低。Calbet 等^[22]通过观察排球运动对参与者两侧手臂骨密度的影响,结果发现排球运动员负荷相对大的一侧的手臂骨密度显著性地高于另外一侧手臂,而对照组却没有发现两侧手臂存在显著性差异。国内的郭梁等^[9]也证实了这一点。其实人类的很多人体指标,不管是形态还是机能都存在不对称性,比如利手现象、“交叉对称”模式等,这在人类学和生物学里面已经研究的非常深入,但是在体育卫生领域却提到的很少,因此本研究提出网球运动能够造成上肢骨密度出现不对称性,本身这种表述是比较规范和科学的,同时研究结果和以往的研究相比也是一致的。本研究结果产生的原因还可能与网球运动技术特点有关。网球运动参与者都是用利手侧手臂来持拍,因此利手侧所受的机械力学刺激相对比较大,这必然会引起利

手侧上肢骨质生成增多,进而增加骨密度。

3.3 网球运动员上肢骨密度的不对称性随年龄的变化

本研究显示网球运动员上肢骨密度的不对称性出现在 15 岁、16 岁、17 岁继续存在。通过对其上肢骨密度的 FA 值进行以年龄为影响因素的单因素方差分析,结果发现,16 岁和 15 岁相比,16 岁时网球运动员上肢骨密度的不对称性程度没有显著性地变化,但是 17 岁时却出现了显著性地加剧。究其原因可能与网球训练的积累效应有关。因为有研究表明运动对骨的重建能构成积极的影响至少需要持续运动 4~6 个月,能够造成骨密度的显著性增加则要求至少持续 1 年以上运动,其中还有运动强度和运动频率的影响。13 岁和 14 岁的中学生网球运动虽然训练年限已经达到了 1 年以上,但是可能由于训练强度过小,训练频率过少的影响,没有对骨密度的增长产生有效的力学刺激,因而没有出现上肢骨密度的不对称性^[19]。由于本次参加青少年网球赛的 17 岁以上和 13 岁以下中学生很少,因此本研究的调查取样只能选取 13~17 岁的中学生网球运动员,那么 13 岁以下是否出现了这种上肢骨密度的不对称性,17 岁以后这种不对称性又是如何变化的?这有待于进一步的深入研究。

4 结论

网球运动能够提高中学生上肢骨密度,这对提高青少年峰值骨量进而预防骨质疏松症有着重要意义,因此网球运动值得在青少年群体中大力推广。网球运动能够造成中学生上肢骨密度的不对称性,而且这种不对称有随着年龄增加而变大的趋势,这可能与网球运动的训练年限、训练强度和训练频率有关。限于中学生网球运动员群体的特殊性,造成本研究无法了解 13 岁以下和 17 岁以上上肢骨密度不对称性的变化情况,这有待于进一步的深入研究。

【参 考 文 献】

- [1] 安珍,程静,王文志,等. 峰值骨量与骨质疏松症[J]. 现代康复, 2001, 5(2): 14-17.
- [2] Frost HM. Skeletal structure adaptations to mechanical usage (SATMU): Redefining Wolff law: the bone modeline problem [J]. Anat Rec, 1990, 226(4): 403-413.
- [3] Poitr AS, Gray CE, Borghese MM, et al. Systematic review of the relationships between objectively measured physical activity and health indicators in school-aged children and youth [J]. Appl Physiol Nutr Metab, 2016, 41 (Suppl3): S197-239.

(下转第 767 页)

- 1947-1954.
- [14] 王洁颖,任龙喜,陈红.髋部骨密度与髋部骨折风险的相关性分析[J].中国骨质疏松杂志,2007,13(5):360-363.
- [15] Kanis JA, Johansson H, Odén A, et al. The distribution of FRAX-based probabilities in women from Japan [J]. *J Bone Miner Metab*, 2012, 30(12): 700-705.
- [16] Johell O, De Laet C, Johansson H, et al. Oral corticosteroids increase fracture risk independently of BMD[J]. *Osteoporosis Int*, 2003, 13(9): 14.
- [17] Giangregorio LM, Leslie WD, Lix LM, et al. FRAX underestimates fracture risk in patients with diabetes [J]. *J Bone Miner Res*, 2012, 27(2): 301-308.
- [18] Ekman EF. The role of the orthopaedic surgeon in minimizing mortality and morbidity associated with fragility fracture[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2010, 18(5): 278-285.
- (收稿日期: 2019-01-21; 修回日期: 2019-02-25)

(上接第761页)

- [4] Willson T, Nelson S, Newbold J, et al. The clinical epidemiology of male osteoporosis: a review of the recent literature [J]. *Clin Epidemiol*, 2015, 7: 65-76.
- [5] 郭翔, 夏慈忠. 不同类型运动对中老年人肌力、骨密度影响研究[J]. 中国骨质疏松杂志, 2017, 23(5): 599-605.
- [6] 马涛, 李健, 金嘉鹏. 基于文献计量学分析近10年国内外不同运动方式对骨密度的影响[J]. 中国组织工程研究, 2018, 22(4): 631-637.
- [7] 曹克勇, 李雪芹, 祝腊香, 等. 不同强度有氧运动对男性老年人骨密度和体成分的影响[J]. 中国康复, 2016, 31(2): 91-93.
- [8] 刘方涛, 闰巧珍. 递增负荷功率自行车运动对骨质疏松患者骨密度的影响[J]. 中国骨质疏松杂志, 2017, 23(4): 456-458, 510.
- [9] 郭梁, 邹亮畴. 网球运动对男性青少年骨密度的影响[J]. 吉林体育学院学报, 2010, 26(4): 67-69.
- [10] Mather K. Genetical control of stability in development [J]. *American Journal Agricultural Economics*, 1953, 60(3): 297-336.
- [11] Manning JT, Ockenden L. Fluctuating asymmetry in racehorses [J]. *Nature*, 1994, 370(6486): 185-186.
- [12] Martin SM, Manning JT, Dowrick CD. Fluctuating asymmetry, relative digit length, and depression in men [J]. *Evolution and Human Behavior*, 1999, 20: 203-214.
- [13] 郑同军, 陈岚岚, 张旭, 等. 大学生跟骨骨密度的性别差异与运动效应研究[J]. 杭州师范大学学报(自然科学版), 2017, 16(2): 213-218.
- [14] 程淑敏, 于大芳, 郭文娟. 3-10岁儿童年龄、身高及体重指数对全身及各部位骨密度的影响[J]. 现代预防医学, 2007, 34(24): 101-102.
- [15] 蔡思清, 颜丽笙, 李毅中, 等. 人体脂肪组织对骨密度的影响[J]. 中国骨质疏松杂志, 2018, 24(2): 161-164.
- [16] 陈文聪, 温煦, 李旭鸿. 中老年人骨骼肌含量、脂肪含量与骨密度的关系[J]. 中国体育科技, 2017, 53(1): 90-96.
- [17] Valen LV. A study of fluctuating asymmetry [J]. *Evolution*, 1962, 16(2): 125-142.
- [18] 刘文珂, 徐昱玫, 房施龙. 原技术动作影响新技术动作学习的实验研究-以专项、非专项乒乓球学生和普通学生学习网球技术为例[J]. 西安体育学院学报, 2012, 29(2): 249-252.
- [19] 沈华. 不同形式的健身运动和体成分对中老年女性骨密度的影响[J]. 成都体育学院学报, 2008, 34(12): 71-74.
- [20] 刘贺. 网球运动对老年男性骨质代谢及平衡能力的影响[J]. 辽宁师范大学学报(自然科学版), 2008, 31(1): 125-126.
- [21] Hamdy RC, Anderson JS, Whalen KE, et al. Regional differences in bone density of young men involved in different exercises [J]. *Med Sic Sports Exerc*, 1994, 26(7): 884-888.
- [22] Calbet JAL, Herrera PD, Rodriguez LP. High bone mineral density in male elite professional volleyball players [J]. *Osteoporosis Int*, 1999, 10: 468-474.
- (收稿日期: 2018-07-29; 修回日期: 2018-08-27)