

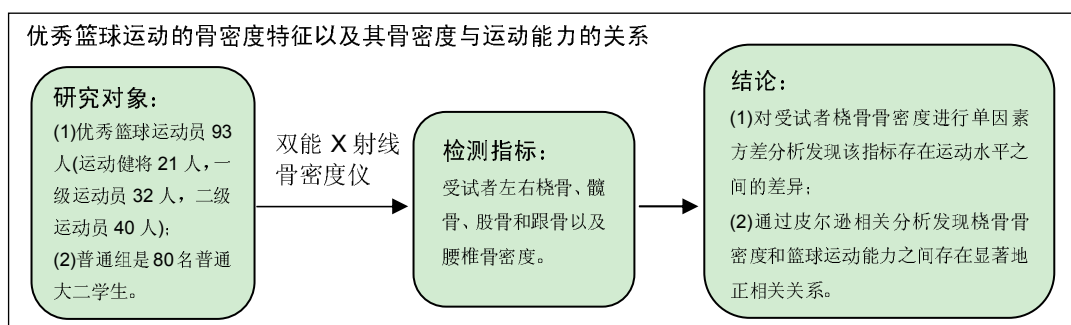
骨密度与运动能力的相关性

陈振永(郑州成功财经学院体育部, 河南省郑州市 451200)

DOI:10.3969/j.issn.2095-4344.0272

ORCID: 0000-0002-6874-6613(陈振永)

文章快速阅读:



陈振永, 男, 1984 年生, 河南省郑州市人, 汉族, 2014 年河南大学体育学院毕业, 硕士, 讲师, 主要从事体育与健康研究。

中图分类号:R318

文献标识码:A

稿件接受: 2018-02-10



文题释义:

运动能力: 运动能力是指人参加运动训练所具备的能力, 是人体形态、素质、机能、技能和心理能力等因素的综合表现。杰出运动能力的获得既需要出色的运动天赋, 也需要参与者后天的刻意训练, 在中国对一个人某项目运动能力的评价往往反映在运动等级上, 因为运动能力是影响运动成绩根本因素, 而运动等级证书就是依据运动成绩来颁发的。

肌肉收缩: 肌肉收缩产生的牵拉力会引起骨骼产生应力和应变, 从而影响骨的重建和塑建, 进而造成骨密度的变化, 是影响骨强度的重要因素。研究表明, 运动对骨密度的影响与运动项目、运动强度和运动时间等因素有关。

摘要

背景: 研究表明, 运动对骨密度的影响与运动项目、运动强度和运动时间等因素有关。

目的: 了解运动与骨密度指标尤其是桡骨骨密度及运动能力的相关关系。

方法: 共招募受试者共计 173 人, 其中优秀篮球运动员共计 93 人, 分别为运动健将 21 人, 一级运动员 32 人, 二级运动员 40 人; 普通组是 80 名普通大二学生。采用美国 GE 公司生产的 Prodigy Advance 型双能 X 射线骨密度仪对受试者左右桡骨、髌骨、股骨和跟骨以及腰椎的具体部位进行骨密度测定。运用 SPSS20.0 统计软件对所得数据进行独立样本的 t 检验、单因素方差分析和皮尔逊相关分析。

结果与结论: ①除腰椎骨密度外, 所有观察指标在篮球运动员和普通大学生之间都存在显著性差异($P < 0.05$), 尤其是桡骨骨密度达到了非常显著性差异($P < 0.01$); ②桡骨骨密度除男性左侧和女性左右侧在运动健将和一级运动员之间无显著性差异外, 所有指标在其他运动水平之间都达到了统计学意义($P < 0.05$); ③篮球运动能力与桡骨骨密度相关性分析结果: 男性比女性显著, 右侧比左侧显著; ④结果表明, 长期从事篮球运动对人体的四肢骨骨密度有着积极影响; 桡骨骨密度与篮球运动能力有关, 且与运动能力呈正相关关系, 该指标可为篮球运动员选材指标的优化提供理论依据。

关键词:

骨密度; 运动能力; 桡骨; 髌骨; 跟骨; 股骨; 腰椎; 篮球运动员; 组织构建; 组织工程

主题词:

篮球; 运动员; 骨密度; 运动医学; 组织工程

基金资助:

河南省科技攻关计划项目(172102310163)

Correlation of bone mineral density with sports ability

Chen Zhen-yong (Department of Physical Education, Zhengzhou Chenggong University of Finance and Economics, Zhengzhou 451200, Henan Province, China)

Abstract

BACKGROUND: Sports effects on bone mineral density (BMD) are found to be related to sport events, intensity and duration time.

OBJECTIVE: To understand the relationship between BMD, especially the radius BMD and sports ability.

METHODS: Totally 173 subjects were recruited, including 93 basketball athletes (21 elite athletes, 32 first-class athletes and 40 second-class athletes), and 80 sophomores. The BMD of bilateral radius, hip bone, femur, calcaneus, and lumbar vertebrae was measured by Prodigy Advance dual-energy X-ray absorptiometry. The independent sample t test, one-way ANOVA and Pearson correlation analysis were conducted using

Chen Zhen-yong, Master, Lecturer, Department of Physical Education, Zhengzhou Chenggong University of Finance and Economics, Zhengzhou 451200, Henan Province, China

SPSS 20.0 software.

RESULTS AND CONCLUSION: Except for the BMD of lumbar vertebrae, all measurements were significantly different between basketball players and college students ($P < 0.05$), especially the radial BMD ($P < 0.01$). Except for the BMD of left radius in male athletes and bilateral radius in female athletes of the elite and first-class groups, all measurements showed significant differences among athletes ($P < 0.05$). The correlation analysis between basketball ability and radial BMD was stronger in males than in females on the right side than on the left side. Therefore, long-term basketball exercise has a positive impact on appendicular BMD. The radial BMD is positively related to the basketball ability, so it can provide a theoretical basis for the optimization of the index selection of basketball players.

Subject headings: Basketball; Athletes; Bone Density; Sports Medicine; Tissue Engineering.

Funding: Henan Province Science and Technology Research Projects of China, No.172102310163

0 引言 Introduction

骨密度是机体某一部位活体组织中标准骨面积内所含的矿物质含量^[1]。它是影响骨强度的重要因素,也是衡量骨质疏松症和骨折发生风险的重要标准。近年来该指标在预防骨质疏松、运动训练监控、防治运动伤病等领域日益受到重视。研究表明科学合理体育运动确实能够提高人体的骨密度,且在一定范围内运动强度与骨密度值呈正相关^[2]。其实早在1999年美国Frost博士^[3-4]就指出肌肉收缩是影响骨强度的重要因素,肌肉收缩产生的牵拉力会引起骨骼产生应力和应变,从而影响骨的重建和塑建,进而造成骨密度的变化^[5-6]。最近的研究表明,运动对骨密度的影响与运动项目、运动强度和运动时间等因素有关。比如Nordstrom等^[7]通过横向对比研究发现青少年男性羽毛球运动员经体质量矫正的骨密度显著高于青少年男性冰球运动员,还有耐力项目如长跑、游泳、划船等运动员骨密度和对照组之间并无显著性差异^[8-10],但是太极拳和抗阻训练却能有效提高老年人肌力,改善骨质结构^[11-12]。因此不同运动项目对人体骨密度的影响效果也不尽相同,研究不同运动项目对骨密度的影响在建设“健康中国”过程中具有极大的现实意义。

比如陈志斌等^[13]对太极拳和篮球运动在促进老年人骨代谢方面进行了比较研究,发现老年人常年坚持太极拳运动和篮球运动都可以对骨骼系统形成产生积极影响,同时还发现在骨密度的保持方面篮球运动比太极拳运动的作用更明显。刘佑民等^[14]研究了不同运动项目对骨密度的影响,结果也发现篮球运动能够提高参与人体的骨密度。基于此,此次研究也选择该项目来进一步证实篮球运动对人体骨密度的影响。与以前研究相比,此次研究选择的受试者更为典型和准确,能够更为准确地揭示篮球运动对骨密度的影响。同时研究旨在找出受篮球运动项目影响的典型骨密度指标,来探讨该指标与篮球运动能力的相关性,以便为人类体质和形态学研究积累基础资料,也为篮球运动员选材提供理论和技术参考。

1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 通过分组对照观察试验,了解优秀篮球运动员的骨密度特征,确定最能够表现这些特征的典型指标,再探讨该指标在不同运动水平间的差异,最后探究该指标与运动水平之间的相关性。

1.2 时间及地点 2017年7月在黄河科技学院体育馆招募受试者,分多批次在郑州大学第一附属医院放射科进行骨密度的测定。2017年7月30日所有试验全部完成。

1.3 对象 利用河南省第25届大学生篮球赛的机会,共招募受试者共计173人,其中优秀篮球运动员共计93人,分别为运动健将21人(男性13人,女性8人),一级运动员32人(男性20人,女性12人),二级运动员40人(男性24人,女性16人)。普通组全部来自于黄河科技学院大二普通大学生,共计80人,其中男性40人,女性40人。为了消除种族对骨密度的影响,少数民族学生不在调查范围内^[15],同时所有受试者均为右利手。为了减小年龄、身高和体质量等因素对骨密度的影响^[16-18],对所有受试者年龄控制在18-21岁之间,平均年龄为 (19.27 ± 1.38) 岁,其他因素的控制见表1。利用SPSS 20.0数据统计软件对所有受试者的身高、体质量以及体质量指数进行box plot检验,没有出现奇异值。同时对以上影响骨密度的因素进行组别之间的单因素方差分析,除训练年限在普通组和其他各组之间差异有非常显著性意义($P=0.00$)外,各因素在不同组别之间差异无显著性意义($P > 0.05$)。

表1 各组受试者影响因素的基线资料比较 ($\bar{x} \pm s$)
Table 1 Baseline data of the participants

因素	运动健将	一级运动员	二级运动员	普通组
年龄(岁)	19.17±1.26	19.08±1.36	19.10±1.05	19.32±1.24
身高(cm)	188.25±7.25	187.17±8.68	185.74±6.28	186.29±7.23
体质量(kg)	81.25±5.28	79.46±6.13	80.37±7.68	79.37±8.02
体质指数(kg/m ²)	22.13±0.85	22.45±1.08	22.75±1.05	23.05±1.24
训练年限(年)	5.38±2.13	5.21±1.85	5.14±2.12	无训练年限 ^a

表注:^a普通组和其他各组之间差异有非常显著性意义($P=0.00$)。

1.3.1 篮球运动员的纳入及排除标准

纳入标准: ①篮球运动专项;②国家二级运动员及其以上;③最近一年一直在训,没有中断;④对试验方案知情且积极主动参与。

排除标准: 有骨折等运动损伤病史。

1.3.2 普系学生的纳入及排除标准

纳入标准: ①普通在校大二学生;②没有取得任何项目的运动员等级证书;③对试验方案知情且积极主动参与。

排除标准: ①过度肥胖者;②低骨量者;③患与骨代谢有关疾病的患者;④长期服用影响骨代谢的药物。

1.4 方法 采用美国GE公司生产的Prodigy Advance型双能X射线骨密度仪, 开机后按常规作仪器质量控制, 仪器测量变异系数小于0.2%。然后对受试者左右桡骨、髌骨、股骨和跟骨以及腰椎的具体部位进行骨密度测定。观察指标的确定根据篮球运动的技术特点来选择的。由于篮球运动的运球、传球和投篮等技术动作都是依靠上肢运动来完成的, 因此选择桡骨远端作为测试部位之一。同时运动员要通过下肢不断地跑动和跳跃来配合上肢完成各项技术动作, 因此对下肢骨骼的物理刺激也比较大, 故选择全髌骨、股骨干和全跟骨进行骨密度测定。又因为任何技术动作的发挥都离不开力量, 而影响力量发挥的重要因素是核心力量的大小, 因此有必要选择人体核心区域内的中轴骨进行测量, 同时腰椎骨密度又是诊断骨质疏松症的金标准之一^[19], 故选择第2腰椎、第3腰椎和第4腰椎作为测试的指标之一。

1.5 主要观察指标 桡骨远端, 全髌骨、股骨干、全跟骨和第2-4腰椎的骨密度。

1.6 统计学分析 所得数据全部运用SPSS 20.0统计软件进行统计学处理。统计方法采用Descriptive Statistics, 表示为 $\bar{x} \pm s$ 。组间比较采用Independent-Sample Test; 多重比较采用One-Way ANOVA; 相关分析采用Pearson correlation。

2 结果 Results

2.1 受试者数量分析 根据受试者的纳入和排除标准共招募173人来参与试验。在试验前用SPSS 20.0数据统计软件对所有受试者的身高、体质量和体质量指数进行boxplot检验, 无奇异值, 因此173名受试者全部进入试验环节。在试验后又对所有受试者的骨密度数据进行boxplot检验, 也不存在奇异值。对于出现的极值, 进行重复测量, 取其平均值作为最终试验数据, 因此该试验有效受试者的数量为173名。

2.2 优秀篮球运动员和普通大学生的相同性别和侧别骨密度的均值比较 研究结果(表2)显示: ①篮球运动员和普通大学生的骨密度均值都是男性大于女性, 骨密度指标的均值都是篮球运动员大于普通大学生; ②在相同性别相同侧别的情况下, 除腰椎骨密度外, 所有观察指标在篮球运动员和普通大学生之间都存在显著性差异($P < 0.05$), 尤其是桡骨骨密度达到了极显著性差异($P < 0.01$); ③篮球运动员和普通大学生的不同部位骨密度的排序是一致的, 都是股骨>腰椎>髌骨>跟骨>桡骨。综上所述, 虽然篮球运动对不同部位骨密度的影响是不同的, 但是总的来说, 篮球运动能够提高人类的骨密度, 从另一方面提示, 骨密度和篮球运动是有关系的, 尤其是桡骨骨密度。

2.3 桡骨骨密度在不同篮球运动水平受试者间的均值比较 通过对不同篮球运动水平受试者桡骨骨密度进行单因素方差分析后发现, 除男性左侧和女性左右侧桡骨骨密度在

表2 运动组和普通组的相同性别和侧别的骨密度 t 检验结果
($\bar{x} \pm s$, g/cm²)

组别	指标	侧别	运动组	普通组	t 值	P 值
男性	桡骨	左侧	0.53±0.05	0.42±0.07	3.48	0.009
		右侧	0.54±0.06	0.43±0.05	3.57	0.008
	髌骨	左侧	1.08±0.24	0.99±0.13	2.78	0.025
		右侧	1.06±0.28	0.98±0.14	2.56	0.031
	股骨	左侧	1.28±0.32	1.21±0.28	1.87	0.043
		右侧	1.29±0.41	1.21±0.35	2.13	0.039
	跟骨	左侧	0.58±0.08	0.47±0.09	3.12	0.018
		右侧	0.59±0.08	0.48±0.07	3.28	0.015
	第2腰椎		1.18±0.92	1.15±0.78	-1.54	0.080
	第3腰椎		1.19±0.76	1.16±0.82	-1.78	0.079
	第4腰椎		1.19±0.87	1.17±0.74	-1.08	0.091
女性	桡骨	左侧	0.51±0.08	0.40±0.07	3.52	0.007
		右侧	0.52±0.06	0.41±0.08	3.58	0.006
	髌骨	左侧	0.98±0.16	0.89±0.17	2.87	0.015
		右侧	0.99±0.17	0.90±0.14	2.68	0.018
	股骨	左侧	1.21±0.28	1.13±0.15	2.17	0.031
		右侧	1.22±0.19	1.14±0.16	1.85	0.048
	跟骨	左侧	0.57±0.04	0.46±0.09	3.14	0.014
		右侧	0.56±0.03	0.47±0.08	2.85	0.023
	第2腰椎		1.17±0.58	1.14±0.78	-1.69	0.071
	第3腰椎		1.17±0.64	1.15±0.82	-1.58	0.075
	第4腰椎		1.18±0.70	1.16±0.74	0.098	0.097

运动健将和一级运动员之间差异无显著性意义外($P > 0.05$), 所有指标在其他运动水平之间都达到了统计学意义($P < 0.05$), 尤其是运动健将和普通大学生之间差异达到了非常显著性意义($P < 0.01$), 见表3。这进一步提示桡骨骨密度和篮球运动水平有关, 能够预示篮球运动能力。

2.4 桡骨骨密度和篮球运动水平的相关分析 由于此次研究的受试者按照篮球运动能力可以分为4组, 分别为运动健将、一级运动员、二级运动员和普通大学生。通过对受试者的不同篮球运动能力和桡骨骨密度进行皮尔逊相关分析, 结果显示: ①男性受试者不论左侧、右侧还是双侧, 相关系数的检验的 P 值分别为0.027, 0.000和0.000都达到了显著性相关; ②女性受试者除左侧外, 右侧和双侧也达到了显著性相关, 相关系数检验的 P 值分别为0.032和0.016; ③无论男女相关系数均大于0, 这说明篮球运动能力和桡骨骨密度呈正相关关系; 见表4。综上所述, 篮球运动能力与桡骨骨密度有显著性正相关关系, 男性的相关性要比女性显著, 相同性别中右侧比左侧显著。

3 讨论 Discussion

该试验方案的思路是通过了解优秀篮球运动员的骨密度特征, 来确定与篮球运动相关的最典型的骨密度指标, 再探讨该指标与运动等级的相关性。但是该试验方案也存在一定的局限性, 比如运动健将数量不多, 尤其是女性运动健将仅为8人, 这和河南省的篮球运动员的实际情况有关。但是各组受试者的数据均呈正态分布, 且方差齐性,

表3 不同篮球运动水平受试者的桡骨骨密度的单因素方差分析结果

(P 值)

Table 3 One-way ANOVA results of the radial bone mineral density in different classes of athletes

指标	健将和一级	健将和二级	健将和普通	一级和二级	一级和普通	二级和普通
男性左侧桡骨	0.058	0.024	0.000	0.049	0.016	0.038
男性右侧桡骨	0.047	0.021	0.000	0.043	0.009	0.027
女性左侧桡骨	0.064	0.034	0.003	0.049	0.012	0.041
女性右侧桡骨	0.058	0.027	0.001	0.044	0.010	0.039

表4 受试者篮球运动水平和桡骨骨密度的皮尔逊相关分析结果

Table 4 Pearson correlation analysis results of the sports activity and radial bone mineral density

统计值	男性受试者			女性受试者		
	左侧	右侧	双侧	左侧	右侧	双侧
r 值	0.438	0.636	0.533	0.388	0.427	0.350
P 值	0.027	0.000	0.000	0.062	0.032	0.016

因此不影响利用相关统计方法进行的数据处理。该研究有两个方面的重要意义，一是通过研究来证实篮球运动对于提高参与者骨密度有一定的疗效，这在预防骨质疏松症方面具有重大实践意义；二是通过典型骨密度指标与运动等级之间的相关性，来为篮球运动员选材提供新指标。

结果显示长期的篮球运动能够不同程度地提高参与者附肢骨的骨密度，这和以前相关研究的结果也不尽相同。比如郭盖等^[20]的研究发现篮球运动能够显著提高人体的跟骨骨密度，而且效果要比田径项目好。还有葛男等^[21]对肥胖男大学生进行12周的篮球运动训练干预，结果发现该项目能够显著提高右侧的桡骨和尺骨以及两侧的跟骨骨密度。而其他指标由于缺乏相关研究，因此与此次研究结果无法印证。有趣的是在中轴骨(第2腰椎、第3腰椎和第4腰椎)指标上，运动组和普通组无论男女还是侧别都没有达到显著性差异，而在附肢骨中桡骨骨密度指标显著性水平最高，这说明篮球运动对不同部位骨密度的影响具有不平衡性。这也可能和篮球运动的技术特点有关。

篮球运动是以跳跃和奔跑为主，因此对于附肢骨的力学刺激就比较大，同时高速飞行的篮球和篮球的自身重力对于上肢来说，这实际上就是一种抗阻训练。研究表明抗阻训练和高冲击性项目对于骨密度的影响更显著。有利用弹力带抗阻训练干预参与健身操和广场舞的绝经女性，结果发现附加利用抗阻训练比单一利用健身操或广场舞的效果好^[22]。还有lima等^[23]对高加索地区青少年运动员的骨密度进行了研究，结果发现从事高冲击性项目比如篮球运动的运动员的骨密度在所有组别中最高。因此篮球运动对于附肢骨，尤其是桡骨骨密度影响比较明显。出现这样的结果也可能与运动强度和运动时间有关。

研究表明骨的重建至少需要持续4-6个月，如果要显著性地引起骨量增加，运动干预时间至少应控制在1年以上^[24-25]。该研究中篮球运动员训练强度比较大，而且训练

年限都是数年甚至10年以上，因此该项目的运动效应就会长期积累，从而出现这样的结果。但是腰椎为什么没有出现显著性差异，这和以往的研究是不一致的。赵立君等^[26]进行了篮球专业和非篮球专业男性大学生身体不同部位骨密度对比研究，结果发现训练组腰椎(L₂-L₄)骨密度峰值明显高于非训练组。该研究中腰椎骨密度之所以没有出现显著性提高可能和腰椎的特殊部位有关。腰椎处于人体的中轴部位，不管什么项目的运动或日常活动都会使肌肉对它产生牵拉刺激，因此与篮球运动项目的相关性不大。总的来说，该研究中运动组的部位骨密度指标显著性地比普通组高，这说明骨密度和篮球运动能力有关联，尤其是桡骨骨密度。

通过对桡骨骨密度进一步研究发现，该指标运动健将和一级运动员之间的显著性差异不明显。这可能提示运动健将与一级运动员之间的桡骨骨密度比较接近，在一级篮球运动员中隐藏着一大批后起之秀，将来通过不断锤炼和完善，有可能成为运动健将。在其他运动水平之间都存在显著性差异，运动水平差距越大，差异性越显著。这是因为运动水平越高的运动员，训练篮球时负荷强度越大，而且训练年限越长，因此对骨骼的良性刺激越明显。在进一步的相关性研究中发现桡骨骨密度和运动水平之间存在着显著性的正相关关系。该研究中的运动水平在一定程度上反映出篮球运动能力，因此桡骨骨密度和篮球运动能力存在正相关关系。

篮球运动能力的高低和平时训练情况是存在一定的因果关系的，同时训练水平会在一定程度上对骨密度产生影响。换句话说，篮球运动能力会影响骨密度，同时骨密度也会影响篮球运动能力，因此篮球运动能力和桡骨骨密度之间存在一定关系也是必然的。研究表明影响人体骨密度的因素并不单是运动训练，而是多方面的，比如遗传^[27]、衰老^[28]、激素^[29-30]、营养^[31]、生活方式和心理等^[32-34]，因此篮球运动能力与桡骨骨密度又有一定相对独立性。目前，在中国最高水平的CBA和WCBA职业联赛上很难看到新人的出现。国家篮球队成绩不断下滑，主要原因可能也是后备人才梯队建设出了问题^[35]，因此选拔好篮球运动员苗子就显得尤为重要了。近几年涌现出一些新指标，比如指长比、皮纹等^[36-37]，该研究的结果提示桡骨骨密度也可能应用于篮球运动员选材。

综上所述，篮球运动能够不同程度地提高参与者不同

部位的骨密度, 桡骨骨密度在不同篮球运动水平之间存在显著性差异, 而且桡骨骨密度和运动能力之间存在着显著性的正相关关系, 那么其他骨密度指标是否也存在这样的关系? 这有待进一步研究。此次研究不仅能够为人类骨质疏松的防治问题提供理论参考和技术帮助, 而且有望为篮球运动员选材体系中增加一个新指标, 但是如何量化并应用于实践, 这也有待进一步的探究。

致谢: 感谢参加河南省第 25 届大学生篮球赛的教练和运动员们的积极配合和大力协助, 感谢郑州大学第一附属医院放射科的老师提供的技术支持, 在此一并表示感谢!

作者贡献: 试验设计、实施及评价均为本文作者。

经费支持: 该文章接受了“河南省科技攻关计划项目(172102310163)”的资助。所有作者声明, 经费支持没有影响文章观点和对研究数据客观结果的统计分析及报道。

利益冲突: 文章的作者声明, 在课题研究和文章撰写过程, 没有因其岗位角色影响文章观点和对数据结果的报道, 不存在利益冲突。

伦理问题: 试验研究的实施符合《赫尔辛基宣言》和医院对人体研究的相关伦理要求。文章的撰写与编辑修改后文章遵守了《观察性临床研究报告指南》(STROBE 指南)。参与试验的受试者为自愿参加, 对试验过程完全知情同意。

文章查重: 文章出版前已经过 CNKI 反剽窃文献检测系统进行 3 次查重。

文章外审: 文章经国内小同行外审专家双盲外审, 符合本刊发稿宗旨。

作者声明: 第一作者和通讯作者对研究和撰写的论文中出现的不端行为承担责任。论文中涉及的原始图片、数据(包括计算机数据库)记录及样本已按照有关规定保存、分享和销毁, 可接受核查。

文章版权: 文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。

开放获取声明: 这是一篇开放获取文章, 根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享 3.0”条款, 在合理引用的情况下, 允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展, 同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献, 并为之建立索引, 用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

4 参考文献 References

- [1] Sibai T, Morgan EF, Einhorn TA. Anabolic agents and bone quality. Clin Orthop Relat Res. 2011;469(8):2215-2224.
- [2] 田野. 运动生理学高级教程[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003:844-858.
- [3] Frost HM. A 2003 update of bone physiology and Wolff's Law for clinicians. Angle Orthodontist. 2004;74(1):3-15.
- [4] Frost HM. Wolff's Law and bone's structural adaptations to mechanical usage: An overview for clinicians. Angle Orthodontist. 1994;64(3):175-188.
- [5] 朱欢, 李荣娟, 李峰, 等. 长期气排球运动对绝经后妇女骨密度的影响[J]. 湖北师范学院学报: 自然科学版, 2016, 36(1):50-53.
- [6] 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.
- [7] Nordstrom P, Pettersson U, Lorentzon R. Type of physical activity, muscle strength, and pubertal stage as determinants of bone mineral density and bone area in adolescent boys. J Bone Miner Res. 1998;13(7):1141-1148.
- [8] Nikander R, Sievanen H, Heinonen A, et al. Femoral neck structure in adult female athletes subjected to different loading modalities. J Bone Miner Res. 2005;20(3):520-528.
- [9] Heinonen A, Oja P, Kannus P, et al. Bone mineral density of female athletes in different sports. Bone Miner. 1993;23(1):1-14.
- [10] Heinonen A, Oja P, Kannus P, et al. Bone mineral density in female athletes representing sports with different loading characteristics of the skeleton. Bone. 1995;17(3):197-203.
- [11] 姚鑫, 罗琳, 洪邦辉, 等. 太极拳运动对老年男性骨质疏松患者锻炼情绪及骨密度和生理指标的影响[J]. 贵州师范大学学报: 自然科学版, 2016, 34(3):32-36.
- [12] Hinton PS, Nigh P, Thyfault J. Effectiveness of resistance training or jumping-exercise to increase bone mineral density in men with low bone mass: A 12-month randomized, clinical trial. Bone. 2015;79:203-212.
- [13] 陈志斌, 邓小林. 太极拳和篮球运动对老年人骨代谢影响的比较[J]. 体育学刊, 2002, 5(11):31-32.
- [14] 刘佑民, 仪刚勤. 不同运动项目对骨密度的影响[J]. 绍兴文理学院学报, 2015, 35(10):116-120.
- [15] 伍贤平, 廖二元, 刘忠厚. 不同国家和地区各种族人群骨密度参考值及其相互比较[J]. 中国骨质疏松杂志, 2007, 13(1):1-21, 36.
- [16] 黄陈恕, 吴景全, 朱艳琳. 重庆地区中老年男性骨质疏松症患者骨密度与年龄、身高、体质量、体质量指数关系研究[J]. 四川医学, 2016, 37(7):717-720.
- [17] 魏秋实, 陈镇秋, 谭新, 等. 中国男性和女性血清 25 羟维生素 D 水平与年龄、性别和骨密度之间的关系[J]. 实用骨科杂志, 2016, 22(5):480.
- [18] 徐国昌, 张庆远, 徐飞, 等. 河南回族成人四肢骨量和骨密度与肢体长宽度的年龄变化及相关性调查研究[J]. 中国全科医学, 2016, 19(15):1818-1823.
- [19] [No authors listed] Prevention and management of osteoporosis. World Health Organ Tech Rep Ser. 2003;921:1-164.
- [20] 郭盖, 李梦阳. 体育专业和非体育专业男性大学生骨密度与体成分的对比研究[J]. 运动, 2015, 3:58-60.
- [21] 葛男, 宋相勳, 宋信颖. 12 周篮球运动训练对肥胖男大学生身体成分和骨骼密度影响的研究[J]. 曲阜师范大学学报, 2014, 40(3):92-97.
- [22] James MM, Carroll S. Progressive high-intensity resistance training and bone mineral density changes among premenopausal women. Sports Medicine. 2006; 36(8):683-704.
- [23] Lima F, Falco V De, Baima J, et al. Effect of impact load and active load on bonemetabolism and body composition of adolescent athletes. Med Sci Sports Exerc. 2001;33(8):1318-1323.
- [24] 李天乐. 太极拳练习对男性中老年体成分和睾酮及骨密度影响的研究[D]. 宁波: 宁波大学体育学院, 2015.
- [25] Sherv VD, Palmer IJ, Bemben MG, et al. Relationships between body composition, muscular strength, and bonemineral density in estrogen deficient postmenopausal women. Clin Densitom. 2009;12(3):292-298.
- [26] 赵立君, 李凤丽, 陈琼, 等. 篮球专业和非篮球专业男性大学生身体不同部位骨密度对比分析[J]. 吉林大学学报: 医学版, 2007, 33(6):1077-1079.
- [27] 杨欣, 郑淑蓉, 陈荣京, 等. 北京地区青年峰值骨密度与遗传因素的相关性分析[J]. 中华妇产科杂志, 2003, 38(5):273-276.
- [28] 王箭, 林启旺, 白玉玲, 等. 氧化应激和骨代谢水平与老年原发性骨质疏松症间的相互关系[J]. 中国骨质疏松杂志, 2015, 21(2):192-195, 202.
- [29] Cann CE, Martin M, Genant HK, et al. Decreased spinal mineral content in amenorrheic women. JAMA. 1984;251(5):626-629.
- [30] 王峰. 关于降钙素降低骨质疏松性骨折发病率的临床分析[J]. 中国实用医药, 2015, 10(2):163-164.
- [31] Turner AG, Anderson PH, Morris HA. Vitamin D and bone health. J Clin Lab Invest Suppl. 2012;243(4):65-72.
- [32] Yoon V, Maalouf NM, Sakhaee K. The effects of smoking on bone metabolism. Osteoporos Int. 2012;23(8):2081-2092.
- [33] Polymeris A, Michalakis K, Sarantopoulou V. Secondary underlying mechanisms. Endocr Regul. 2013;47(3):137-148.
- [34] 李宝新, 周雪, 梁璇璇, 等. 老年男性 2 型糖尿病合并抑郁患者骨代谢指标与骨密度变化[J]. 中国医学前沿杂志: 电子版, 2015, 7(12):17-20.
- [35] 吴新炎, 陈月亮, 李芙蓉. 我国篮球儿童青少年后备人才骨密度研究[J]. 湖北理工学院学报: 人文社会科学版, 2016, 33(3):83-88.
- [36] 梁芝栋. 大学生篮球运动员和普系学生的指长比均值比较[J]. 体育学刊, 2017, 24(2):135-139.
- [37] 姜鑫. 基于皮纹学视角构建中国汉族女篮选材体系的研究[J]. 体育科技, 2014, 35(6):68-73.