

·临床研究·

跑步和游泳对青春期女孩骨密度的影响*

刘欣¹ 徐亮亮¹

摘要

目的:探讨跑步、游泳运动是否对青春期女孩的局部和全身骨密度(BMD)产生影响。

方法:58例骨龄10—12岁女孩作为研究对象,其中业余少体校跑步运动员(RG)14例、游泳运动员(SG)25例作为实验组,普通学生(CG)19例作为对照组。采用Lunar Prodigy DXA测量受试者的全身等7个部位的骨密度,采用CHN-05标准评定受试者的骨龄和问卷调查其日常体育锻炼和训练时间等信息。

结果:①调整体表面积后,SG的上肢骨密度(0.552 g/cm^2)分别比CG(0.517 g/cm^2)和RG(0.511 g/cm^2)高出6.8%和8.0%($P < 0.05$),RG的下肢骨密度(0.798 g/cm^2)分别比SG(0.746 g/cm^2)和CG(0.754 g/cm^2)高出7.0%和5.8%($P < 0.05$),全身骨密度和去颅骨全身骨密度不存在组间差异;②SG的上肢瘦软组织显著高于其他两组,RG的下肢瘦软组织显著高于其他两组,CG的全身瘦软组织低于其他两组;③对照组的课余体育锻炼时间每周仅为111.1min,明显低于跑步组(661.4min)和游泳组(705.6min), $P < 0.01$ 。

结论:经常进行游泳、跑步运动对女孩骨骼的影响产生了局部效应,该效应又体现了项目特异性,同时说明不同运动对骨密度产生的正效应在青春期阶段就已出现;建议女孩应在此阶段进行有规律的游泳、跑步运动,提高上、下肢的骨密度。

关键词 跑步;游泳;青春期;女孩;骨密度

中图分类号:R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2014)-09-0834-05

The impact of running and swimming on bone mineral density of girls in puberty/LIU Xin,XU Liangliang//Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2014, 29(9): 834—838

Abstract

Objective: To explore whether the swimming or running affect the bone mineral density(BMD) of girls in puberty.

Method: A sample of 58 girls with bone age 10—12 years participated in the study: 14 runners(RG),25 swimmers(SG) and 19 age-matched controls(CG). BMD was determined by Lunar Prodigy DXA; bone age was assessed by CHN-05.

Result:①After body surface area(BSA) controlled,the BMD of SG(0.552 g/cm^2)in arms was higher than that of CG(0.517 g/cm^2 ,6.8%)and RG(0.511 g/cm^2 ,8.6%)($P < 0.05$).The BMD of RG(0.798 g/cm^2)in legs was higher than that of SG(0.746 g/cm^2 ,7.0%) and CG(0.754 g/cm^2 ,5.8%)($P < 0.05$),there was no significant difference among groups in total BMD and total BMD excluded skull.②The lean mass(LM) of SG was higher than that of RG and CG in arms, the LM of RG was higher in legs, the LM of CG was lower than that of RG and SG. ③the extracurricular exercise time of CG was 111.1min per week, lower than that of RG(661.4 min) and SG(705.6min), $P < 0.01$.

Conclusion: Regular swimming or running can locally affect BMD of female adolescents. The effects are associated with sports-specificity. It suggested that different sports can affect BMD in early stages of the youth. It is recommend that female adolescents should take swimming or running regularly to improve BMD of arms or

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2014.09.007

*基金项目:上海市体育局腾飞课题(11TF008);上海市科委课题(12DZ2294400)

1 上海体育科学研究所,上海,200030

作者简介:刘欣,男,研究员; 收稿日期:2013-12-31

legs.

Author's address Shanghai Research Institute of Sports Science, Shanghai, 200030

Key word running; swimming; puberty; girl; bone mineral density

近年来,人们逐渐认识到骨质疏松的根源在于儿童期,是一种“影响老年生活的儿童疾病”^[1]。青春期的骨骼发育达到理想水平是预防骨质疏松的关键因素,因为绝大部分的峰值骨量在此期获得^[2];提高此期骨密度,不仅可以促进儿童骨骼发育,还可以促进成年早期形成较高的骨量峰值,从而延缓生命后期的骨质疏松的发生^[3]。

骨骼是活的组织,能生长,也能萎缩,是在不断变化的,随着时间和生活方式的改变而改变。由于骨量的生长和丢失都受遗传和环境因素的共同影响,短期内人类的遗传因素很难改变,只能通过改变环境因素来使骨骼发育最佳化。在各种环境因素中,运动是影响人体骨量的主要因素,同时又是易于改变、控制和干预的因素。因此,学者们都致力于运动与骨密度的关系研究,从而为预防或延缓骨质疏松症发生提供依据^[4-5]。

查询国内有关运动对儿童、青少年骨密度的影响研究可以发现,很少有针对在青春早期阶段研究游泳、跑步运动与骨密度的关系,并且也很少有研究考虑到生长发育对骨密度的影响^[6-8]。因此,本文采用双能X线骨密度测量仪对有一定训练年限的女孩业余少体校跑步、游泳运动员和无规律锻炼习惯的普通女孩的骨密度进行测量和比较,同时对所有受试女孩进行骨龄测定,获取生长发育水平信息,拟探讨在青春早期阶段从事不同类型运动是否对骨密度产生正效应,从而为评价、指导、促进儿童的骨骼健康提供信息。

1 资料与方法

1.1 研究对象

从上海某中学、业余少体校随机选取了66例骨龄为10—12岁汉族女孩,通过问卷调查得知8例女孩已来月经(普通学生组3例,跑步组1例,游泳组4例),为了排除月经来潮对骨密度的影响,这些女孩没有纳入统计分析,最终样本量为58例女孩,按对象来源分为普通学生组[19例,平均年龄为(11.4±1.5)岁]、跑步组[14例,平均年龄为(11.4±0.7)岁]和

游泳组[25例,平均年龄为(10.7±1.3)岁],其中跑步组和游泳组来自于少体校。所有参加业余少体校训练的女孩均为课余时间参加跑步和游泳训练,不寄宿少体校,食宿均在家完成。

受试者纳入标准:所有受试对象均为正常健康女孩,没有严重脊柱侧弯、鸡胸、跛足、明显的O型腿和X型腿。经问卷调查,少体校运动员每周训练时间均超过8h/周,入少体校训练的年限均已超过2年;而普通学生除了正常体育课外,没有在业余时间进行体育锻炼。排除标准:经查询排除有心、肺、肝、肾等重要脏器病史的儿童。

检测前与受试者说明试验目的及流程,并签订知情同意书。

1.2 研究方法

1.2.1 实验室测量:骨密度测量采用美国通用公司(GE)生产的型号为Lunar Prodigy的双能X线骨密度测量仪(DXA),数据分析软件为enCORE,版本号12.20。

每次骨密度测量前,均进行质量控制检验。测量时,受试者去除佩戴的所有金属物品,包括皮带、纽扣、硬币、钥匙等。按DXA操作程序中全身扫描模式测定骨密度,应用enCORE软件自动画出感兴趣区并计算数值。数据分析时,将全身分成上肢、下肢、躯干等7个部分。各部位的骨密度计算公式为:骨密度(BMD)=骨矿物含量(BMC)/骨面积(BA),单位为g/cm²。手腕骨X片由资深骨龄专家采用中华05标准(CHN-5)进行骨龄读片。

身高、体重测量采用国民体质监测配套的身高、体重计,按照《国家学生体质健康标准》中的测试方法进行测量。

1.2.2 问卷调查法:在受试对象进行骨密度测试前,工作人员对每位女孩进行了问卷调查,了解普通学生日常体育锻炼、参加少体校训练女孩的训练年限、训练情况以及月经初潮年龄等信息,作为统计分析的背景资料。问卷内容采用Epidata3.1输入。

1.3 统计学分析

本文采用SPSS 10.0进行数据统计分析;年龄、

骨龄等指标在不同组间比较时采用单因素方差分析;年龄和形态指标与骨密度的相关性分析采用双变量相关中的 Pearson 相关法;显著性定义为 $P < 0.05$,非常显著性定义为 $P < 0.01$ 。

2 结果

2.1 受试对象情况

除普通学生组与游泳组在 BMI 上存在显著性差异外,其他指标均不存在组间差异,表明受试对象的生长发育水平较接近,见表 1。

2.2 体育锻炼、训练时间及训练年限

通过对问卷内容分析得出,19 例普通学生中仅有 9 例学生在课余时间参加一般的体育活动,这些学生的活动时间每周仅为 111.1min,明显低于跑步组和游泳组的每周活动时间(参加业余训练的时间),组间存在着非常显著性差异。跑步组的训练年限为 2.5 年,游泳组为 3.1 年,组间比较无显著性差异,见表 2。

表 1 受试对象一般资料 ($\bar{x} \pm s$)

变量	普通学生组 (n=19)	跑步组 (n=14)	游泳组 (n=25)
年龄(岁)	11.4±1.5	11.4±0.7	10.7±1.3
骨龄(岁)	11.2±0.9	11.6±0.9	11.4±0.9
身高(cm)	149.2±8.1	152.8±6.6	151.0±10.8
体重(kg)	36.6±7.7	39.7±5.4	40.2±8.6
BMI	16.3±2.4 ^①	16.9±1.6	17.4±1.5
体表面积 ^② (m ²)	1.228±0.158	1.295±0.111	1.296±0.182

①普通学生组与游泳组存在着显著性差异

表 2 体育锻炼、训练情况、训练年限 ($\bar{x} \pm s$)

变量	普通学生组 (n=19)	跑步组 (n=14)	游泳组 (n=25)
周活动时间(min)	111.1±55.8	661.4±159.7	705.6±266.5
训练年限(年)	-	2.5±1.1	3.1±1.1

2.3 年龄、骨龄和形态指标与上肢、下肢、全身等部位骨密度的相关性

通过相关性分析可见,除年龄与上肢和肋骨部位的骨密度不存在着显著性相关外,其他指标与不同部位的骨密度存在着显著性相关。骨龄与骨密度的相关系数比年龄高,体表面积与骨密度的相关系数比其他形态指标高,见表 3。提示在探讨运动对骨密度影响时,如果不考虑骨龄、体表面积等因素影响时,研究结果会存在一定偏差。因此,本文将各部位的骨密度除以体表面积,消除体型对骨密度的影响,从而比较各部位的骨密度是否存在组间差异。

2.4 不同部位骨密度组间的比较

各部位骨密度校正体表面积后显示:游泳组的上肢骨密度(0.552g/cm²)分别比跑步组(0.511g/cm²)和普通学生组(0.517g/cm²)高出 8.0%和 6.8%;跑步组的下肢(0.798g/cm²)分别比游泳组(0.746g/cm²)和普通学生组(0.754g/cm²)高出 7.0%和 5.8%;其他部位的骨密度组间不存在着显著性差异(除头部外),见表 4。

2.5 瘦软组织不同组间比较

同样校正体表面积,进一步研究发现,三组受试者在上肢、下肢和全身瘦软组织存在着显著性差异。上肢瘦软组织游泳组 > 跑步组 > 普通学生组,组间存在显著性差异($P < 0.01$);下肢瘦软组织跑步组 > 游泳组 > 普通学生组,组间存在着显著性差异($P < 0.01$);全身瘦软组织在跑步组与游泳组中不存在着显著性差异,而普通学生组要低于这两组($P < 0.01$),见表 5。

表 3 年龄、骨龄、形态指标与不同部位骨密度的相关性

变量	上肢	下肢	躯干	肋骨	骨盆	脊柱	全身	去颅骨全身
年龄	0.233 ^①	0.553	0.409	0.134 ^①	0.440	0.347	0.428	0.491
骨龄	0.441	0.629	0.560	0.304	0.545	0.519	0.472	0.620
身高	0.549	0.744	0.660	0.324	0.709	0.588	0.613	0.734
体重	0.679	0.730	0.700	0.413	0.732	0.685	0.646	0.753
BMI	0.615	0.523	0.553	0.412	0.549	0.609	0.512	0.570
体表面积	0.669	0.759	0.715	0.411	0.749	0.685	0.661	0.774

①没有显著性相关

表 4 不同部位骨密度组间的比较 ($\bar{x} \pm s$, g/cm²)

变量	普通学生组 (n=19)	跑步组 (n=14)	游泳组 (n=25)
头部	1.257±0.164 ^①	1.113±0.135	1.217±0.172
上肢	0.517±0.05 ^②	0.511±0.037 ^③	0.552±0.049
下肢	0.754±0.057 ^①	0.798±0.063 ^③	0.746±0.055
躯干	0.588±0.055	0.594±0.039	0.586±0.053
肋骨	0.464±0.05	0.447±0.034	0.474±0.059
骨盆	0.709±0.059	0.734±0.052	0.703±0.059
脊柱	0.626±0.065	0.625±0.038	0.62±0.056
全身	0.746±0.071	0.732±0.056	0.731±0.074
去颅骨全身	0.648±0.051	0.667±0.046	0.646±0.051

①普通学生组与跑步组比较 $P < 0.05$; ②普通学生组与游泳组比较 $P < 0.05$; ③跑步组与游泳组比较, $P < 0.05$

表 5 不同部位三组间瘦软组织比较 ($\bar{x} \pm s$, g)

变量	普通学生组 (n=19)	跑步组 (n=14)	游泳组 (n=25)
上肢	1845.5±238.2 ^{①②}	2053.7±234.2 ^③	2281.7±298.8
下肢	7372.3±764.4 ^②	8376.0±643.3	8066.1±702.1
全身	21378.4±1595.5 ^{②③}	23562.0±1602.3	23684.9±1766.1

注:①普通学生组与跑步组比较 $P < 0.05$; ②普通学生组与游泳组比较 $P < 0.05$; ③跑步组与游泳组比较 $P < 0.05$

3 讨论

3.1 调整骨龄和体表面积的意义

骨龄在预防医学、临床医学和体育科学等领域得到了广泛的应用^[9]。本文通过测定骨龄获取生长发育水平,并选择骨龄在10—12岁的受试者作为研究对象,使得研究对象的生长发育水平较接近(表1),从而在一定程度上消除了生长发育水平的影响。

除生长发育水平的因素外,体型大小也是影响骨密度的重要因素。有研究表明^[10-11],大体表面积组的骨密度>中体表面积组>小体表面积组,差异具有显著性意义,这主要由于骨矿含量受骨骼大小的影响较大,造成面积骨密度随骨骼大小而变化^[12],尤其在生长期阶段,面积骨密度随年龄增长而增加的主要原因是骨尺寸的增加。本文的研究结果表明在形态指标中,体表面积(综合反映身高、体重的协同作用)与各部位骨密度的相关系数最高,这说明研究面积骨密度时不能忽略体表面积这一因素,因此,本文将各部位的骨密度除以体表面积校正了其影响作用。

3.2 运动对青春期女孩骨密度产生正效应

运动影响骨代谢进而提高骨密度主要经由两种途径实现,一种为全身性效应,另一种为局部性效应,前者是指运动时造成体内激素调节的改变,进而影响骨代谢,后者是“机械负荷理论”的一种具体体现,具有冲击性或负重的运动造成骨骼局部承受机械性负荷,进而影响局部的骨代谢。

有研究认为^[13],在制定儿童青少年骨密度正常参考值范围应该去除颅骨对全身骨密度结果的影响,因此本文同时比较了三组受试者的去颅骨全身骨密度和全身骨密度,结果均显示三组学生的两种骨密度不存在着显著性差异,这表明,运动对青春期女孩骨密度的影响更多体现的是局部效应。

局部性效应是指具有冲击性或负重的运动造成骨骼局部承受机械性负荷,进而影响局部的骨代谢。运动对骨骼施加的机械力量与骨骼发育之间的密切关系是一种“力量-效应”关系,这种效应既与运动本身或自身体重对骨骼造成的冲击力或重力大小有关,又与肌肉施加在骨骼上牵张力的大小有关。在两种力的作用下,骨骼对运动的机械负荷产生了结构的适应性变化,从而促进骨组织的合成^[14]。当

骨组织承受诸如张力、牵引力、挤压力、扭转力等外部的机械负荷时,会产生压电效应,以分子和晶体机械变形时产生电极变化为特征^[1],这种变形可以调整细胞活动,增加营养运输和成骨细胞增殖,使骨量增长。

青春期前或青春早期阶段,对骨骼施加适宜的负荷会产生更显著的效应。青春期的体操运动员与年龄、身高、体重匹配的对照组儿童相比,表现明显的高股骨、腰椎骨密度。本文的研究结果证实了不同运动(跑步、游泳运动)对处在青春早期女孩的骨密度产生了局部正效应,该效应体现了部位特异性,这种特异性又与运动类型具有非常紧密的关系,因此局部效应同时又体现了运动项目特异性。

3.3 运动对骨密度的影响具有运动项目特异性

本文结果显示,在青春早期阶段,游泳能显著提高上肢骨密度,跑步能显著提高下肢和骨盆骨密度,这体现了运动对骨密度产生的正效应是与运动项目有密切关系。

有许多研究证明诸如游泳这类非负重运动能显著提高上肢骨密度,例如,游泳运动员的上肢骨密度显著高于跑步运动员^[15],水球运动员的躯干和上肢骨密度要高于游泳运动员,游泳运动员高于对照组,但游泳运动员的下肢骨密度要低于对照组^[16]。本研究结果与上述研究结果一致。

游泳运动员上肢骨密度比较高的原因其一是与游泳项目特点有关,运动员通过上肢的划水和下肢的打水驱动身体向前移动,这个过程中,游泳上肢运动较跑步运动的摆臂显然在动作幅度、受力作用方面都较大。其二是游泳运动员的上肢瘦软组织含量也较跑步组和对照组大(表5),这与Maimoun^[17]的研究一致。研究已证实青春期肌肉力量是调节骨骼生长发育的关键因素,肌肉收缩产生的肌力间接作用于骨骼,刺激成骨细胞的活性,增加骨的重建和骨量的积累,形成力量-效应关系。许多研究表明瘦软组织对骨密度的影响作用较显著^[18-20],与骨密度存在着高度相关性。

跑步这类具有冲击力的运动能对骨骼和肌肉产生较高的负荷,从而引起骨骼的功能性适应,引起骨的吸收和形成,从而提高骨密度。地面对脚部产生的反作用力最大,然后从腿部向骨盆、脊柱和头部递

减。跑步等运动员与对照组在下肢骨密度差异性与力的传导方向是一致的,在近端部位(股骨)的差异性较小,在远端部位(胫骨、腓骨)逐渐增大,最大的部位是在踝部。由此可见,跑步运动对下肢骨密度的影响是基于具有冲击性的跑步运动本身和地面对下肢的反作用力综合作用的结果,进一步证实运动对骨密度产生了局部效应。同时从下肢瘦软组织在不同组间比较来看,跑步组高于游泳组和普通学生组,这与游泳组的上肢骨密度和上肢瘦软组织都高于其他两组的结果一致。

综上所述,本研究对象来自于业余少体校的女孩在进入青春期(该阶段称为“运动对骨骼影响的窗口期”)或青春早期阶段就已开始系统训练(跑步组训练年限2.5年,游泳组3.1年),每周运动时间超过600min(表2),这对骨量的增长具有较大的影响,与一些学者^[9]的研究结果相一致,同时,本研究结果也表明运动对骨密度的影响体现了项目特异性。

4 结论

处于青春期阶段经常进行游泳、跑步运动对女孩骨骼的影响产生了局部效应,同时又体现了项目特异性,说明不同运动对骨密度产生的正效应在此阶段就已出现,因此,建议女孩应在此阶段进行有规律的游泳、跑步运动,可提高上、下肢的骨密度。

参考文献

- [1] Vicente-Rodriguez G. How does exercise affect bone development during growth? [J]. Sports Med, 2006, 36(7): 561—569.
- [2] Długolecka B, Czezelewski J, Raczynska B. Bone mineral content and bone mineral density in female swimmers during the time of peak bone mass attainment [J]. Biology of Sport, 2011, 28(1):69—74.
- [3] 吴康敏.我国儿童骨健康的研究现状与发展[J].中国儿童保健杂志,2011,19(04): 297—298.
- [4] Marques EA, Mota J, Carvalho J. Exercise effects on bone mineral density in older adults: A meta-analysis of randomized controlled trials [J]. Age, 2012, 34(6): 1493—1515.
- [5] Kelley GA, Kelley KS, Kohrt WM. Exercise and bone mineral density in men: A meta-analysis of randomized controlled trials [J]. Bone, 2013, 53(1): 103—111.
- [6] 唐咏梅,杨猛,黄晓辉,等.影响学龄儿童骨密度水平的环境因素分析[J].中国学校卫生,2012,33(05): 567—568+571.
- [7] 王玲,陈裕明,肖新才,等.青春早期女童体力活动与骨量关系的研究[J].中华预防医学杂志,2007,41(05): 396—398.
- [8] 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(04): 67—69.
- [9] 徐海青,周爱琴,刘兴莲.骨龄与骨密度关系的初步探讨[J].中国妇幼保健,2008,23(08): 1091—1093.
- [10] 钟毓瑜,项会蓉,田有逢,等.身高、体重、体质指数及体表面积对女性骨密度的影响[J].广东医学, 2011, 32(12): 1572—1574.
- [11] 黄际远,宋文忠,陈明曦,等.体重指数、体表面积对中老年女性股骨骨密度的影响[J].中国骨质疏松杂志,2007, 13(01): 45—47+54.
- [12] 伍贤平,廖二元,黄干,等.女性腰椎峰值骨量与骨骼大小的关系 [J].中华内分泌代谢杂志, 2003, 19(05): 46—49.
- [13] Xu H, Chen JX, Gong J, et al. Normal reference for bone density in healthy chinese children [J]. Journal of Clinical Densitometry, 2007, 10(3): 266—275.
- [14] Wilks DC, Winwood K, Gilliver SF, et al. Age-dependency in bone mass and geometry: A pqct study on male and female master sprinters, middle and long distance runners, race-walkers and sedentary people [J]. J Musculoskelet Neuronal Interact, 2009, 9(4): 236—246.
- [15] Andreoli A, Celi M, Volpe SL, et al. Long-term effect of exercise on bone mineral density and body composition in post-menopausal ex-elite athletes: A retrospective study [J]. Eur J Clin Nutr, 2011,66(01):69—74.
- [16] Magkos F, Kavouras SA, Yannakoulia M, et al. The bone response to non-weight-bearing exercise is sport-, site-, and sex-specific [J]. Clin J Sport Med, 2007, 17(2): 123—128.
- [17] Maimoun L, Coste O, Philibert P, et al. Testosterone secretion in elite adolescent swimmers does not modify bone mass acquisition: A 1-year follow-up study [J]. Fertil Steril, 2013, 99(1): 270—278.
- [18] Ausili E, Rigante D, Salvaggio E, et al. Determinants of bone mineral density, bone mineral content, and body composition in a cohort of healthy children: Influence of sex, age, puberty, and physical activity [J]. Rheumatology International, 2012, 32(9): 2737—2743.
- [19] Park JH, Song YM, Sung J, et al. The association between fat and lean mass and bone mineral density: The healthy twin study [J]. Bone, 2012,50(04):1006—1011.
- [20] 严孙杰,冯霖,沈喜妹,等.健康成人成分差异对不同年龄段人群骨密度的影响[J].福建医科大学学报, 2009,43(4): 301—305.