太极拳与原发性骨质疏松症的研究进展

何伟涛 孙金谔 综述 史晓林 审校

中图分类号: R68;R455 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2008)08-0587-05

摘要: 骨质疏松症问题一直是一个令体育界和医学界头痛的问题。虽然近年来运动医学获得了较大的进展但仍有很多问题没有解决,为了更深刻的认识和探讨这一问题,笔者从生物力学和运动医学角度就太极拳在预防和治疗原发性骨质疏松症方面的研究进展做一综述。

关键词: 太极拳; 原发性骨质疏松症

Recent progress on the research of Tai Ji Quan and treatment of osteoporosis disease HE Weitao, SUN Jinxu, SHI Xiaolin. Department of Orthopedics, No.2 Affiliated Hospital, Zhejiang Chinese Medical University, Hangzhou 310005, China

Abstract: Osteoporosis is a thorny problem in physical education and medicine fields. Although sports medicine makes a mighty advance, still many questions have not been solved. In order to further understand this question, this review recent progress on the research of Tai Ji Quan preservation and treatment of osteoporosis disease from the point of biomechanics and sports medicine views.

Key words: Tai Ji Quan; Osteoporosis

骨质疏松症(Osteoporosis OP)是中老年人的常见病、多发病,是以骨量减少、骨组织微细结构改变、骨质脆性和骨折危险频度增加为特征的全身性骨骼疾病^[1]。原发性骨质疏松症主要是指随着年龄的增长必然发生的一种生理性退行性病变。可分为I型绝经后骨质疏松症和II型老年性骨质疏松症。绝经后骨质疏松症主要由于女性绝经后雌激素缺乏、破骨细胞的骨吸收功能亢进所致,属高代谢转换型骨质疏松症;老年性骨质疏松症主要是由于成骨细胞老化、功能不全所致,属低代谢转换型骨质疏松症^[2]。原发性骨质疏松症病因复杂,一般认为与内分泌、营养、废用、遗传及运动等因素有关。从国内文献来看,对骨质疏松症治疗研究目前大多集中在内科^[3]。由于内科治疗使用雌激素、钙剂、活性维生素D、降钙素和氟化物等药物,虽有一定疗效,但副作用较大、价格昂贵,难以推广。国内外研究表明运动疗法对骨质疏松症的治疗比较有效^[4-7],WHO明确提出骨质疏松症治疗的三大原则:补钙、运动疗法和饮食调节。1992年北京国际骨质疏松症会议再次肯定了这三大防治措施。笔者将从生物力学和运

动医学角度,就太极拳在预防老年原发性骨质疏松症方面的研究做一综述。

1 骨质疏松症病因的生物力学解释

Julius Wolff^[8]提出了这样一个理论——骨量和骨结构可以通过重建来使单位面积上的负荷保持一定平衡,所以骨功能变化将伴随骨量和骨面积相应比例的变化,Frost^[9]扩展了这个理论,提出这一机制发生在承受一般机械应力的骨中,骨通过改变骨量和骨结构来适应新的机械应力^[10]。

机械应力与骨组织之间存在着一种生理平衡,在平衡状态,骨组织的成骨细胞和破骨细胞的活性是相同的;当应力增大时成骨细胞活跃,引起骨质增生,骨承载面增大,使应力下降,达到新的平衡;当应力下降时破骨细胞的再吸收能力加强,骨组织量下降,使应力增加,因此骨有能通过改变它的大小形状和结构,以适应力学需要的功能进行重建的适应性^[11],这种适应性是按照Wolff定律进行的,即骨骼在需要处多生长,而在不需要处多吸收,因此使骨组织量与应力成正比。临床上常见许多长期卧床或肢体长期固定而引起肢体萎缩、骨质疏松等症状;相反从运动员骨量和肌肉较一般人发达这一事实,也证实机械应力可刺激成骨细胞以增加骨量。

作者单位: 310005 杭州,浙江中医药大学附属第二医院骨科
通讯作者: 何伟涛,Email: hwt.1999@163.com

骨生物力学的变化在骨质疏松症发病上的作用 现在已经逐渐被人们所重视 美国学者发现并提出 激素、钙和维生素在骨强度和骨量上仅仅起到 3%~10%的作用,而力学的应力则达到 40% 以上的作用。这说明骨生物力学性能的稳定相当重要,在骨应力不足情况下补充过多的钙不但徒劳,而且有害^[12]。

2 运动健骨的机制

运动健骨的机制主要是应力效应。运动是影响骨量的主要因素,运动方式、运动种类、运动时间等都会对骨量产生影响。目前的研究认为,运动主要通过两种方式对骨产生负荷刺激。

2.1 运动负荷对骨的直接刺激作用

有研究表明骨细胞能直接被外力激活,目前认为骨陷窝和骨小管网络是感应和传导机械刺激信号的结构^[13]。现已证明骨细胞是骨的初级机械感应细胞,因为骨细胞遍及整个骨陷窝-骨小管网络,而且骨细胞能对机械刺激作出反应。骨细胞通过间隙连接与骨表面细胞和邻近骨细胞保持联系,它们对机械刺激的反应是加快代谢、激活基因和产生生长因子和基质^[13-16]。

在不同运动项目中,运动负荷是通过不同的途径对骨骼产生影响的,其中骨骼的受力方向起着重要的作用。有研究对 105 名不同专项女子运动员 7 个部位的骨密度进行了检测,结果表明:举重运动员在任何部位的骨密度绝对值都高于其他运动员组和对照组,有学者研究长期坚持太极拳锻炼的中老年人,其下肢胫腓骨及跟骨骨密度明显高于非锻炼组。也有研究者对网球运动员的研究支持这个观点,指出运动可能对受刺激部位的骨骼产生非常局部的效果,网球运动员持拍手的骨密度高于非持拍手,说明了这个问题,足球运动员的骨密度在任何部位都明显高于对照者,而且青年运动员的骨密度差异比少年运动员大^[17]。

2.2 运动负荷对骨的间接刺激作用

Harod Frost^[18-19]提出的“Utah 范例”集中探讨了肌肉收缩在提供最大运动负荷刺激骨的适应性反应的重要性。他提出,肌肉和骨骼构成一个整体,肌肉力量的改变会引起骨强度发生相应的变化。运动负荷对骨的间接刺激是指运动中肌肉收缩对骨骼的拉力、挤压力和剪切力等间接作用。体育运动是以肌肉活动为核心,运动训练将导致运动肌的肌力增加,研究中发现肌力与骨密度密切相关。骨组织是

一种动力学器官,为了适应作用于自身的负荷,它可以调节本身的结构和重量,以产生应力的变化,即保持骨重量所需应力的分布,随着应力的分布应力的速度和控制改造的非机械因素的影响而改变造成作用在骨细胞上的有效机械应力引起骨组织变形,发生应变,导致骨组织内 DNA 和骨胶原的增加,骨皮质增厚,应变有一个阈值范围,其上限和下限称为“调控点”(Setpoint),当应变低于下限时,骨量将减少;应变在上、下限之间时,骨量将稳定在一定水平,应变超过上限时,骨量将增加。

运动负荷可以增加骨转化率,刺激成骨细胞生物活性,增加骨的重建和骨量的积累。有研究证明负重运动可以增加骨密度峰值,减少及延缓骨量丢失,反之完全废用的试验模型揭示了有规律的负荷对于保持骨的完整性相当重要。减少骨承受重力,比如卧床修养、脊髓受伤和太空旅行都会引起骨适应性反应,导致骨量的丢失^[20]。老年人易发生骨质疏松的一个原因就是运动减少肌肉呈衰退状态,降低了对骨组织的机械力作用,使骨骼处于废用状态,骨吸收大于骨形成,从而造成骨量减少。

其次,近来有研究报道,运动对骨的刺激作用导致骨形成相关调节雌激素和细胞调节因子水平升高^[21],同时降低了骨吸收的相关调节因素和细胞调节因子水平,从而影响骨代谢,促进骨形成大于骨吸收,最终使骨矿物质含量增加。运动可促进钙吸收,经常做户外运动,可以使维生素 D 的合成增加,改善胃肠功能及钙磷代谢、促进体内钙的吸收。同时运动提高了骨皮质血流量,使骨内血液保持中性,有利于血钙向骨内的运输,防止骨溶解促进破骨细胞向成骨细胞转化,进而增加了钙的利用和骨的沉积。运动能提高机体各系统的器官功能,促进新陈代谢,增强肌肉力量,提高人体的灵敏性、协调性和平衡性,有效减少摔跤,从而降低骨质疏松性骨折的发生率。有研究表明适当的运动能减轻骨质疏松症患者的疼痛症状。这可能与运动能促进血液循环,改善骨骼、肌肉的内部组织结构,促进内啡肽等体内镇痛物质的释放有关。因此中老年人经常做一些如太极拳、慢跑、健身操等运动是对骨骼大有裨益的。

3 太极拳与骨质疏松症

骨质疏松症传统的治疗药物有雌激素、双膦酸盐、降钙素、甲状旁腺素、维生素、钙剂、氟制剂等,但是到目前为止,没有一种药物是万能的,都有一定疗效但因不良反应较大、价格昂贵而难以推广。

很多资料表明:运动引起骨密度增高具有明显的专一性。力量和耐力性训练可增加骨密度(bone mineral density BMD),冲击力负荷性运动对骨量增加最为有利^[22-24]。对退役体操运动员的研究表明,除了颅骨外不同部位的骨密度均比对照组高0.7~1.4个标准差,这表明高力度训练可较明显的引起骨适应性反应,从而沉积足够多的骨矿物质有益于降低骨折风险^[25]。

原发性骨质疏松症是中老年人的常见病,由于老年人的生理器官功能逐步衰退不适应高强度运动项目的冲击,一般的运动如:散步:每次2~3圈(每圈400米),每分钟80~90步。技术要求:抬头、挺胸、直腰、四肢摆动自如,两臂用力向前摆动。注意力主要放在呼吸系统、胸廓及肩带的活动上。跑步:每次2~3圈(运动强度参考“心率=170-年龄岁数”)。技术要求:上体稍前倾,头部自然,躯干收腹拔背,两臂自然协调摆动,两腿用力蹬摆,注意力主要放在腿的蹬地及腰椎受力的感受上。健身操(具体做法与重复次数等略):颈椎运动疗法为与项争力、颈项争力、前伸探海、回头望月等;上肢运动疗法为左右开弓、双手举鼎、弯肱拔刀、俯卧撑等;腰背运动疗法为按腰转腰、插掌攀足、拧腰转体、仰卧两头起、伸背架桥等;腿部运动疗法为屈膝、转膝、摆踢、举腿、换步半登跳等。健身操训练时进行徒手或与哑铃、皮筋等器械相结合。运动的时间每次为15~20 min。技术要求:动作方向准确,幅度到位,所活动的肌肉明确,注意力放在被锻炼的部位。这些运动都可以不同程度的提高骨密度^[26]。

最近一项研究分析表明:中等冲击力的运动就能够阻止骨量丢失和或引起骨量的少量增加^[27]。太极拳在我国已有悠久历史,其功法不仅注重每一个动作的幅度、方向变化、用力顺序、节奏韵律以及肢体间的协调配合,每招每势都蕴涵着深刻的养生健身机理,遵从体质学与生理学规律,是对古代养生导引术的继承与发展,另外它还注重每个动作的用意,并通过动作用意的关注来达到思想意识的集中。当思想意识专注在肢体运动的方式以及动作的用意上时,就对呼吸的调节提出了要求,从而通过控制呼吸来最终达到呼吸顺畅,以气带力,气贯神注的强身健体效果^[28]。

太极拳运动能量消耗低,运动强度不大,是老年人最佳的运动选择。虽然太极拳运动强度不大,但长期太极拳运动能使肌肉丰富。有研究显示:不断地做不定向螺旋式弧形动作,能使关节周围肌肉和

韧带得到良好的锻炼。太极拳动作主要以腰为轴,腰为主宰,训练时动作一动全动,节节贯串相连不断,方向不定,顺逆缠丝相互变换,具有至刚至阳的局部狂暴猛烈与刚柔并济的整体阴阳和谐^[29,30]。另外,太极拳运动要求腰脊带动四肢,腰是全身上下运动的枢纽,对全身动作的变化、重心的稳定起着重要作用,且太极拳运动要求腰部松、沉、直,在松沉中要求腰部姿势能直,要有一种腰部微微后弓的感觉,这对脊神经、植物神经及腰部肌肉有良好的刺激作用。太极拳运动还特别注重下盘脚腿功夫的锻炼,迈步如猫行的载重型或承重型的步型步法,使下盘脚腿稳固有力,所以太极拳运动对于发展腿部的力量和耐力,增强平衡能力,延缓骨质疏松症的发生,增强下肢骨的支撑力,保持关节灵活性和韧带的柔韧性都极为有利,更适应局部治疗。

太极拳训练不但能使患者身体的局部得到较好的运动治疗,受到必要的生理压力,同时能使全身都得到锻炼,成为统一的整体。由于太极拳运动复杂,肌肉对腰椎的牵拉力强烈,尤其太极推手运动是在对抗中进行,腰椎同时还能受到因对抗产生的强烈外力作用,使相应的骨骼尤其腰椎骨(因为整个运动腰为主宰)能受到多种多方位足够的运动负荷,从而得到足够的适应性改变,治疗效果明显,腰椎骨量明显增加,骨密度增加,症状消失较快。

香港学者Qin L等^[31],首次在国外报道了定期太极拳锻炼有助于减缓更年期妇女负重骨骼的骨质丢失,并进一步表明定期太极拳锻炼是一种低强度运动尤其适合中老年人,它能阻止骨量的进一步流失和协调神经肌肉,在保持骨量和预防骨质疏松性骨折方面效果显著。

国内学者龚敏等^[32],分太极拳练习组和对照组研究长期太极拳锻炼对老年性骨质疏松症骨密度的影响。检测结果为:老年男性、女性太极拳练习组各部位骨密度高于普通组,且差异有显著性;太极拳练习年限超过5年以上,锻炼年限与各部位骨密度无明显关系,结论:太极拳练习可以有效地增高老年骨密度,随着锻炼年限的延长,太极拳练习对老年性骨质疏松症的预防作用比较有限。

邱平等^[33]通过观察长期参加太极拳、剑,健身操,交际舞运动对中老年人骨代谢生化指标的影响研究,对运动防治骨质疏松症有如下结论:长期参加太极拳、剑,健身操,交际舞的中老年人骨代谢生化指标与非运动组相比较显示稳中有改善的趋势,提示中老年人参加此类运动对骨代谢没有损害作用。

国外学者采用临床随机对照对 I 型骨质疏松患者分定期太极拳组和不参加太极拳组对照研究,采用骨密度仪测定其骨密度。结果太极拳组妇女骨密度明显高于对照组且发生骨质疏松性骨折的比例明显降低,虽然长期骨密度增长有限,但是太极拳作为一项运动对于预防和治疗骨质疏松性骨折的发生是有效且安全的,特别适合于中老年人^[34]。

4 展望

随着骨质疏松症诊断技术和治疗药物的日益发展,作为非药物治疗的重要组成部分,运动的作用已被越来越多的临床与实验研究所证实并逐渐形成了以运动疗法为核心的骨质疏松症预防和治疗方案。老年人脏腑器官逐渐退化,过量的运动有害无益。因为运动强度的刺激有一定的阈值。在此阈值以下骨密度随运动强度的增长而提高,超过此阈值非但密度不增加反而可能导致疲劳性骨折。

来自荷兰最新研究显示在预防骨质疏松症方面,起决定作用的是形式和质量,而不是单纯的运动量。所以从运动的安全性和有效性角度考虑,运动强度一般应以中等强度为宜。太极拳正是预防和治疗骨质疏松的最好选择,而就运动量来说一般应达到最大摄氧量的 60%~70%或最大心率的 70%~85%这不仅能有效地增加骨密度,预防和延缓骨质丢失,还能使身体得到全面锻炼,增进健康提高体质。当前应用最广和易于简单计算的是:运动的最佳心率范围=(220-年龄)×(70%~85%),有研究表明,每次运动持续时间最好在 30~60 min,每周锻炼 3~5 次,总体以次日不感觉疲劳为前提。

太极拳作为中国文化的象征,已有数百年的历史,它强调阴阳平衡,动静结合,刚柔相济,此功法特别适合中老年人,它在预防和治疗骨质疏松方面是安全、有效的。然而将太极拳和钙剂、雌激素等药物结合起来制定个性化运动医药处方,促进骨质疏松的逆转、缓解症状、减少骨质疏松并发症的机理,有待临床工作者的进一步研究。

【参 考 文 献】

[1] Anonymous. Consensus development conference; diagnosis, prophylaxis and treatment of osteoporosis. *Am J Med*, 1993, 94: 646-650.

[2] 刘忠厚. 主编. 骨矿与临床. 北京: 中国科学技术出版社, 2006: 3-2.

[3] 何成奇. 骨质疏松症的运动疗法. *现代康复*, 2001, 5(4): 10-12.

[4] 何成奇. 骨质疏松的运动防治. *国外医学物理医学与康复学* 分册 2000, 20(1): 7-9.

[5] 王玲娟. 女性绝经后骨质疏松症的运动康复疗法. *现代康复*, 2000, 4(7): 103.

[6] 马松梅. 运动体操疗法治疗骨质疏松症 31 例疗效观察. *现代康复*, 1999, 3(5): 589.

[7] 林华. 主编. 骨质疏松临床治疗的选择与实施. *国外医学内分泌分册* 2003, 23: 101-104.

[8] Wolff JL. (original publication in 1892) (translated by Marquet P., Furlong R.). Springer, Berlin, 1986.

[9] Frost HM. Bone "mass" and the "mechanostat", a proposal. *Ana Rec*, 1987, 219: 1-7.

[10] 邓红文, 刘耀中. 主编. 骨质疏松学前沿. 北京: 高等教育出版社, 2005, 10: 72-73.

[11] 全国体育学院教材委员会组. 编. 运动生物力学. 北京: 人民体育出版社, 1999, 183-184.

[12] 陈静波. 骨质疏松症防治的哲学思考. *职业卫生与病伤*, 2005, 20(2): 113-117.

[13] Burger EH, Klein-Nulend J. Mechanotransduction in bone-role of the lacuno-canalicular network. *FASEB J* 1999, 13: S101-S112.

[14] Burr DB, Robling AG, Turner CH. Effect of biomechanical stress on bone in animals. *Bone*, 2002, 30: 781-786.

[15] Duncan RL, Turner CH. Mechanotransduction and the functional response of bone to mechanical strain. *Calcif Tissue Int*, 1995, 57: 334-358.

[16] Ehrlich PJ, Noble BS, Jessop HL, et al. The effect of *in vivo* mechanical loading on estrogen receptor alpha expression in rat ulnar osteocytes. *J Bone Miner Res*, 2002, 17: 1646-1655.

[17] 孙卫华. 骨质疏松与运动的健骨机制. *中国组织工程研究与临床康复* 2007, 11(41): 8353-8355.

[18] Frost HM. Why do bone strength and "mass" in aging adults become unresponsive to vigorous exercise? Insights of the Utah paradigm. *J Bone Miner Metab*, 1999, 17: 90-97.

[19] Frost HM, Ferretti JL, Jee WS. Perspectives: some role of mechanical usage, muscle strength, and the mechanostat in skeletal physiology disease and research. *Calcif Tissue Int*, 1998, 62: 1-7.

[20] Giangregorio L, Blimkie CJ. Skeletal adaptations to alterations in weight-bearing activity: a comparison of models of disuse osteoporosis. *Sports Med*, 2002, 32: 459-476.

[21] 马丽华, 周军. 运动对女性体内激素水平的影响. *首都体育学院学报* 2005, 17(5): 48-50.

[22] Creighton DL, Morgan AL, Boardley D, et al. Weight-bearing exercise and markers of bone turnover in female athletes. *J Appl Physiol*, 2001, 90: 565-570.

[23] Layne JE, Nelson ME. The effects of progressive resistance training on bone density: a review. *Med Sci Sports Exerc*, 1999, 31: 25-30.

[24] Karlsson MK, Johnell O, Obrant KJ. Bone mineral density in weight lifters. *Calcif Tissue Int*, 1993, 52: 212-215.

[25] Bass S, Pearce G, Bradney M, et al. Exercise before puberty may confer residual benefits in bone density in adulthood: studies in active prepubertal and retired female gymnasts. *J Bone Miner Res*, 1998, 13: 1141-1148.

(上接第 590 页)

- [26] 陈一冰 ,熊正英 ,周勇 ,等 . 骨质疏松症的运动疗效及运动处方的研究 .首都体育学院学报 ,2002 ,14(4) :39.
- [27] Wallace BA ,Cumming RG. Systematic review of randomized trials of the effect of exercise on bone mass in preand postmenopausal women. *Calcif Tissue Int* 2000 *67* :10-18.
- [28] 李忠京 . 太极拳保健养生体系探析 . 山东体育学院学报 ,1999 ,1(4) :58-60.
- [29] 王公法 . 浅谈太极拳练习的科学方法 . 海南大学学报 ,1999 ,17(2) :30-33.
- [30] 中华人民共和国体育运动委员会运动司 . 太极拳 . 北京 :人民体育出版社 ,1993 :224.

- [31] Qin L , An S , Choy W , et al. Regular Tai Chi Chuan exercise may retard bone loss in postmeno pausal women : A case-control study. *Arch Phys Med Rehabil* 2002 *83*(10) :1355-1359.
- [32] 龚敏 ,张素珍 ,王斌 ,等 . 长期太极拳练习对老年人骨密度的影响 . 中国临床康复 ,2003 ,7(15) :2238-2239.
- [33] 邱平 ,李育民 ,高瑾 ,等 . 运动对中老年人骨代谢生化指标的影响 . 中国康复医学杂志 ,2005 ,20(5) :340-342.
- [34] Wayne PM ,Kiel DP ,Krebs DE ,et al. The effects of Tai Chi on bone mineral desity in postmenopausal women :a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil* 2007 *88*(5) :673-680 Review.

(收稿日期 2008-04-09)