

· 论著 ·

太极拳和快走练习对老年女性骨密度和骨代谢影响的跟踪研究

孙威^{1,2} 王疆娜³ 杨春荣³ 高丽³ 毛德伟^{3*}

1. 山东省体育科学研究中心, 山东 济南 250102

2. 上海体育学院, 上海 200438

3. 山东体育学院, 山东 济南 250102

中图分类号: R49; R681 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2017) 08-1034-07

摘要: **目的** 探索太极拳和快走锻炼对老年人骨密度和骨代谢的影响效果, 为预防老年人骨质疏松提供数据支持。 **方法** 60 名老年女性被随机分成太极组、快走组和对照组。太极组和快走组分别接受 16 周的太极拳锻炼和快走锻炼, 每周 5 次, 每次 1 小时, 随后停止练习跟踪 8 周。受试者每 4 周测试一次骨密度和骨代谢, 共测试 7 次(锻炼前、锻炼后的第 4、8、12、16 周, 停止锻炼后的第 4、8 周)。 **结果** 锻炼阶段, 快走组的骨质指数(bone quality index, BQI)、宽带超声衰减(broadband ultrasound attenuation, BUA)、超声速度(speed of sound, SOS)、血清钙(Ca)、血清磷(P)和碱性磷酸酶(alkaline phosphate, ALP)指标在第 12 周出现显著性改善; 太极组指标在第 16 周出现显著性改善或者趋势。停练阶段, 快走组和太极组各指标未出现显著性衰退, 但第 20 周 BUA 和 SOS 指标两组组间差异出现显著性。 **结论** 锻炼阶段, 太极拳和快走运动均能改善老年女性的骨密度和骨代谢; 在停练阶段, 快走对骨密度和骨代谢的维持效果要好于太极拳锻炼。因此, 相比于太极拳锻炼, 老年人可以考虑将快走运动作为首选的改善骨密度的锻炼方式, 以预防骨质疏松。

关键词: 太极拳; 快走; 老年女性; 骨密度; 骨代谢

Follow-up research on the effect of tai chi and brisk walking on bone mineral density and bone metabolism in elderly women

SUN Wei^{1,2}, WANG Jiangna³, YANG Chunrong³, GAO Li³, MAO Dewei^{3*}

1. Shandong Research Center of Sports Science, Jinan 250102, China;

2. Shanghai University of Sport, Shanghai 200438, China

3. Shandong Sport University, Jinan 250102, China

Corresponding author: MAO Dewei, Email: m_d_wei@ sina. com

Abstract: **Objective** The objective of this study was to assess the effect of Tai Chi (TC) and Brisk Walking (BW) on bone mineral density and bone metabolism in elderly women. **Methods** 60 elderly women were randomly divided into the Tai Chi group, Brisk Walking group and control group. The Tai Chi group and Brisk Walking group respectively participated in intervention programs of Tai Chi or Brisk Walking for 1 h, 5 × wk⁻¹ for 16 weeks. Participants were also followed up for 8 weeks after the stop of intervention. Tests were administered at baseline, at 4, 8, 12 and 16 weeks during training, and at 4 and 8 weeks after training ended. **Results** During intervention, BQI, BUA, SOS, Ca, P and ALP improved significantly at 12 weeks in the BW group and at 16 week in the TC group. After the intervention stopped, there were no significant changes on all the variables studied in the TC and BW groups. However, the differences between the TC and BW groups on BUA and SOS were significant at 20 weeks. **Conclusion** During the intervention, Tai Chi and Brisk Walking program could both improve bone mineral density and bone metabolism. At the interview 8 weeks after the intervention stopped, bone mineral density and bone metabolism improvements were maintained in both groups, but the effect of Brisk Walking was better. Therefore, compared with Tai Chi, elderly people can

基金项目: 国家自然科学基金(81171487); 山东省科技攻关项目(2013GG30021); 山东省教育厅项目(J07WG05); 山东省自然科学基金(ZR2013HQ036, ZR2014CL014)

* 通讯作者: 毛德伟, Email: m_d_wei@ sina. com

consider Brisk Walking as the preferred form of exercise to improve bone mineral density and bone metabolism.

Key words: Tai chi; Brisk walking; Elderly women; Bone mineral density; Bone metabolism

据统计,到 2020 年,我国老年人口总数将达到 2.48 亿,老龄化水平将达到 17.17%,中国老龄化问题日益严重^[1]。老年女性绝经后 1~10 年,人体骨量丢失速率明显加快,年丢失率为 1.5%~2.5%,骨密度减少,骨密度和骨量减少超过一定范围就容易出现骨质疏松症,其骨折危险性就增加 2.6 倍^[2]。骨质疏松及其引起的骨折问题已严重影响老年人的正常生活,被世界卫生组织列为老年人高发疾病之一。预防骨质疏松的最佳措施是骨量平衡峰值期尽可能多的增加骨量,并维持较长时间,同时在骨量丢失迅速的时期进行体育锻炼,减缓其丢失速率^[3]。研究证明,运动可以增加骨矿含量和提高骨密度,从而降低或延缓骨质疏松症的发生^[4,5],太极拳和快走运动是中等强度的有氧健身运动,简单易行,具有健身和预防疾病的功效,深受老年人欢迎^[6]。太极拳和快走可以提高老年人的平衡能力^[7,8]、增加下肢力量^[9]、改善关节本体感觉^[10]、提高呼吸机能^[11]、预防骨质疏松症^[5,12]。由于实验设计的练习周期、练习频率、每次练习时间等不同,造成练习对老年人骨密度和骨代谢的影响不同^[12-13],而停练后不同练习方式改善效果的维持情况的研究更少。本文探讨多长时间的太极拳和快走练习可以改善老年人的骨密度和骨代谢以及停止练习后两种练习改善

效果的维持如何,为老年人选择合适的练习方式、练习时间和练习频率提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验对象

受试者为随机选取的 90 名 55~65 岁健康绝经的老年女性,来自山东省济南市历城区某社区。所有受试者均无肌肉骨骼系统、神经系统、心肺系统疾病,无骨代谢疾病,未服用钙剂、维生素 D 等任何影响骨代谢的药物。受试者最近 6 个月没有发生跌倒,能够独立生活,过去 2 年内无规律的运动史。所有受试者均了解测试过程,并签署自愿参与研究同意书。

根据前人对骨密度和骨代谢研究的结果^[5],考虑本实验为 3(组数)×7(重复测试次数)的实验设计以及 10% 的受试者中途退出率,α 水平设置为 0.05,应用 Gpower 软件计算样本量至少为 90 人。

90 名受试者随机分为太极组(Tai Chi, TC)、快走组(brisk walking, BW)和对照组(control, C)。最终 76 名受试者完成全部 24 周实验,其余 14 人未完成的原因为生病住院或中途退出。完成本实验的受试者基本资料见表 1,3 组受试者年龄、体重、身高、BMI 和绝经年限差异均无统计学意义($P>0.05$)。

表 1 3 组受试者基本情况表
Table 1 Participants characteristics

组别	n	年龄(岁)	体重(kg)	身高(cm)	BMI(kg/m ²)	绝经年限
太极组	26	60.1±4.0	64.3±6.4	157.6±4.9	25.6±3.1	6.21±1.21
快走组	25	61.3±5.2	62.2±5.2	156.3±7.2	26.4±3.6	5.97±1.76
对照组	25	62.3±4.9	63.1±6.6	160.2±6.1	26.3±4.2	6.03±1.59

1.2 实验设计

太极和快走组老年女性分别接受 16 周的太极拳和快走训练,随后停止训练进行 8 周的跟踪测试。所有受试者在实验开始前和开始后每 4 周测试 1 次骨密度和骨代谢指标,共测试 7 次。

1.3 运动方案与实验控制

太极组和快走组均在专业教练指导下进行锻炼。太极组学习 24 式简化太极拳。每周 5 次,每次 1 个小时(10 min 热身、40~45 min 锻炼和 5 min 整理运动)。两组受试者的运动强度控制在最大心率(心率=220-年龄)的 55%~65%^[5]。每日锻炼后

即刻由专业测试人员测量受试者腕部桡动脉的脉搏以监测受试者心率,监测其每天的锻炼强度。每日记录每位运动组受试者锻炼出勤情况以监测其参加锻炼的时间和频率。16 周的锻炼结束后再进行 8 周的停练跟踪观察。对照组进行集体阅读报纸、观看录像和听取讲座等,并禁止参加任何有规律的体育活动。24 周实验期间,所有受试者应尽量维持实验前的日常生活作息与饮食习惯,禁止参加其它规律的运动,通过定期的问卷调查和电话访问了解受试者日常活动、饮食和作息习惯。

1.4 实验测试

受试者在山东省某体育科研实验室进行7次骨密度和骨代谢指标测试,分别是实验前和实验第4、8、12、16、20、24周。其中,练习阶段以实验前测试值,停练阶段以第16周测试值为基础值,分别分析两个阶段锻炼方式对老年人骨密度和骨代谢的影响。

1.4.1 骨密度测试:采用韩国产SONOST2000超声骨密度仪^[14,15]对受试者跟骨进行骨密度测定。用酒精棉球将受试者非优势腿^[16]的跟骨擦净并涂上耦合剂,将其跟骨固定在水温35℃的测定槽中,跟骨正对两侧的探头。固定跟骨后,进行15s的测试,结束后结果会自动显示,并进行保存打印。测试指标包括跟骨骨质指数(BQI)、超声振幅衰减(BUA)和骨超声传播速度(SOS)。

1.4.2 骨代谢指标测试:早晨6~7时,抽取受试者空腹静脉血5 mL,静置后,3 000 r/min离心5 min,分离血清,分装EP管密封待测。使用意大利产的SABA自动生化分析仪(AMS, Analyzer Medical System)^[17],按照试剂盒要求进行骨代谢生化标志物的检测。测试指标包括血清钙(Ca)、血清磷(P)和血清碱性磷酸酶(ALP)。

1.5 统计学处理

所有测量指标均表示为平均数($\bar{x}$)和标准差(S)。采用SPSS12.0统计学软件进行统计学分析。双因素重复测量方差分析(Two-way ANOVA with repeated measurement)用于比较时间主效应,组别主效应以及组别时间的交互作用。进一步应用单因素重复测量方差分析(One-way Repeated ANOVA)进行组内比较;应用单因素方差分析(One-way ANOVA)进行组间比较。 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 骨密度指标

2.1.1 跟骨骨质指数(BQI):由图1可知,太极组和快走组老年女性BQI随实验时间先增大后减小,对照组值逐渐减小。太极组BQI在实验第16周分别较实验前(80.03 ± 14.54 vs 74.51 ± 13.83 , $P = 0.03$)和对照组(80.03 ± 14.54 vs 74.06 ± 14.10 , $P = 0.02$)差异具有统计学意义;在实验第20周较快走组(79.75 ± 13.90 vs 82.61 ± 14.70 , $P = 0.01$)差异具有统计学意义。快走组BQI在实验的第12周分别较实验前(79.39 ± 14.51 vs 73.38 ± 13.60 , $P = 0.04$)和对照组(79.39 ± 14.51 vs 72.78 ± 13.11 , P

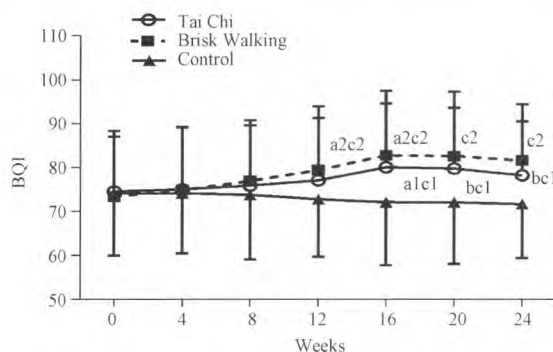


图1 不同时间3组跟骨骨质指数变化对比图

Fig. 1 Comparison of BQI among the three groups over time

注:a1, $P < 0.05$, 太极组内比较;a2, $P < 0.05$, 快走组内比较;b, $P < 0.05$, 与快走组比较;c1, $P < 0.05$, 太极组与对照组比较;c2, $P < 0.05$, 快走组与对照组比较。

Note: a1, $P < 0.05$, comparison within the Tai Chi group; a2, $P < 0.05$, comparison within the Brisk Walking group; b, $P < 0.05$, compared with the Brisk Walking group; c1, $P < 0.05$, comparison between Tai Chi group and control group; c2, $P < 0.05$, comparison between Brisk Walking group and control group.

= 0.02)差异具有统计学意义。而对照组虽然BQI随着实验时间有逐渐减小的趋势但是差异不具有统计学意义($P > 0.05$)。

上述结果表明,太极拳练习和快走练习均可以有效的提高跟骨骨质指数,说明可以有效的改善跟骨骨密度,在停止练习阶段,两组受试者的跟骨骨质指数相比于对照组,其改善效果得到了维持,同时结果也说明快走练习起到了更有效的改善跟骨骨质的作用。

2.1.2 超声振幅衰减(BUA):由图2可知,太极组和快走组BUA随实验时间先增大后减小,对照组值逐渐减小。太极组BUA在实验第12周较快走组(45.08 ± 11.94 vs 46.71 ± 13.05 , $P = 0.03$)差异具有统计学意义。快走组BUA在第12周分别较实验前(46.71 ± 13.05 vs 44.75 ± 12.08 , $P = 0.04$)和对照组(46.71 ± 13.05 vs 43.97 ± 13.02 , $P = 0.01$)差异具有统计学意义。太极组和对照组BUA组内比较虽然有规律变化的趋势,但是组内差异不具有统计学意义($P > 0.05$)。

上述结果表明,太极拳练习和快走练习虽然均可以在一定程度上提高超声振幅衰减值,说明可以有效的改善跟骨骨密度,但是太极组练习者BUA组内差异随时间变化未出现显著差异,快走组BUA组内差异出现显著差异,且快走组BUA值相比于

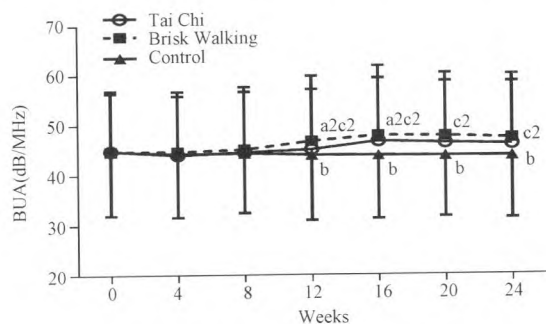


图2 不同时间3组超声振幅衰减变化对比图

Fig.2 Comparison of BUA among the three groups over time

注:a2, $P < 0.05$, 快走组内比较; b, $P < 0.05$, 与快走组比较; c2, $P < 0.05$, 快走组与对照组比较。

Note: a2, $P < 0.05$, comparison within the Brisk Walking group; b, $P < 0.05$, compared with the Brisk Walking group; c2, $P < 0.05$, comparison between the Brisk Walking group and the control group.

太极组和对照组均有显著差异,说明快走练习更有利于提高超声振幅衰减值,更有效地改善跟骨骨密度。

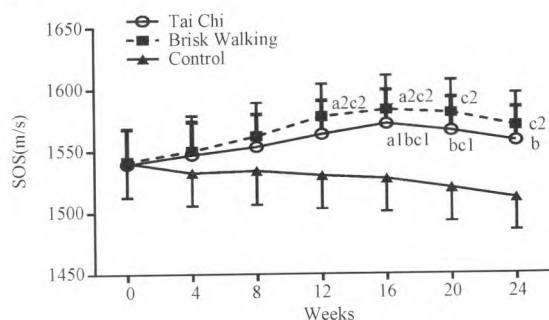


图3 不同时间3组骨超声传播速度变化对比图

Fig.3 Comparison of SOS among the three groups over time

注:a1, $P < 0.05$, 太极组内比较; a2, $P < 0.05$, 快走组内比较; b, $P < 0.05$, 与快走组比较; c1, $P < 0.05$, 太极组与对照组比较; c2, $P < 0.05$, 快走组与对照组比较。

Note: a1, $P < 0.05$, comparison within the Tai Chi group; a2, $P < 0.05$, comparison within the Brisk Walking group; b, $P < 0.05$, compared with the Brisk Walking group; c1, $P < 0.05$, comparison between Tai Chi group and control group; c2, $P < 0.05$, comparison between Brisk Walking group and control group.

2.1.3 骨超声传播速度(SOS):由图3可知,太极组和快走组 SOS 随实验时间先增大后减小,对照组

值逐渐减小。太极组 SOS 在实验第 16 周分别较实验前 (1571.73 ± 27.32 vs 1539.64 ± 28.52 , $P = 0.02$)、快走组 (1571.73 ± 27.32 vs 1583.09 ± 27.54 , $P = 0.04$) 和对照组 (1571.73 ± 27.32 vs 1527.36 ± 26.83 , $P = 0.01$) 差异具有统计学意义。快走组 SOS 在实验第 12 周分别较实验前 (1577.57 ± 26.31 vs 1541.73 ± 26.44 , $P = 0.03$) 和对照组 (1577.57 ± 26.31 vs 1530.07 ± 27.06 , $P = 0.04$) 差异具有统计学意义。

上述结果表明,太极拳练习和快走练习均可以显著提高骨超声传播速度,且在停止练习阶段,两种练习方式的改善效果均得到较好的维持。然而,快走组和太极组组间显著性差异以及组内显著性差异(快走 vs 太极:12 周 vs 16 周)说明快走练习相比于太极拳练习,其提高效果更显著。

2.2 骨代谢指标

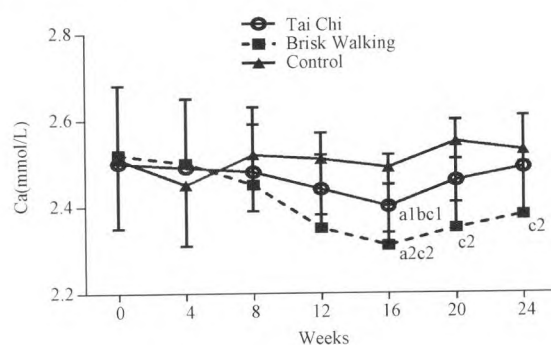


图4 不同时间3组血清钙变化对比图

Fig.4 Comparison of serum calcium among the three groups over time

注:a1, $P < 0.05$, 太极组内比较; b, $P < 0.05$, 与快走组比较; c1, $P < 0.05$, 太极组与对照组比较; c2, $P < 0.05$, Note: a1, $P < 0.05$, comparison within Tai Chi groups; b, $P < 0.05$, compared with the Brisk Walking group; c1, $P < 0.05$, comparison between Tai Chi group and control group; c2, $P < 0.05$, comparison between Brisk Walking group and control group.

2.2.1 血清钙(Ca):由图4可知,太极组血清 Ca 随实验时间先减小后增大,但是组内和组间差异不具有统计学意义($P > 0.05$)。快走组血清 Ca 随时间先减小后增大,在第 16 周分别较实验前 (2.31 ± 0.21 vs 2.52 ± 0.16 , $P = 0.03$) 和对照组 (2.31 ± 0.21 vs 2.53 ± 0.15 , $P = 0.04$) 差异具有统计学意义。对照组血清 Ca 随时间逐渐增大,但组内和组间差异不具有统计学意义($P > 0.05$)。

上述结果表明,在锻炼阶段,太极拳和快走练习

均在第 16 周显著降低受试者血清钙浓度,表明两种运动方式有利于促进新骨的形成,表现为血清钙沉积到骨骼上。然而在停练阶段,快走组的血清钙水平得到维持,而太极组的血清钙浓度与对照组没有显著性差异,说明血清钙浓度在停练后没有得到较好的维持。

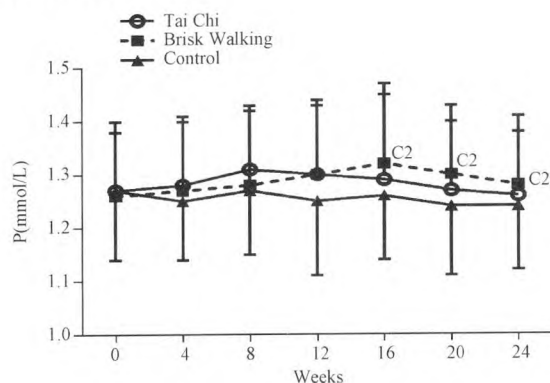


图 5 不同时间 3 组血清磷变化对比图

Fig. 5 Comparison of serum P among the three groups over time

注: c2, $P < 0.05$, 快走组与对照组比较。

Note: c2, $P < 0.05$, comparison between Brisk Walking group and control group.

2.2.2 血清磷(P):由图 5 可知,太极组和快走组血 P 随时间先增大后减小,对照组值逐渐减小,但组内差异不具有显著性($P > 0.05$)。快走组血 P 在第 16 周较对照组 (1.32 ± 0.15 vs 1.26 ± 0.12 , $P = 0.02$) 差异具统计学意义。

上述结果表明,锻炼阶段,太极拳练习对血清磷浓度没有显著影响,快走练习可以有效的增加血清磷浓度,且在停练后对血清磷浓度具有较好的维持效果。

2.2.3 血清碱性磷酸酶(ALP):由图 6 可知,太极组和快走组 ALP 随时间先增大后减小,对照组值逐渐减小,但差异不具有统计学意义($P > 0.05$)。太极组 ALP 在第 16 周较快走组 (76.87 ± 18.53 vs 78.52 ± 19.31 , $P = 0.03$) 差异具有统计学意义。快走组 ALP 在第 12 周较实验前 (77.03 ± 17.84 vs 72.61 ± 17.90 , $P = 0.02$) 和对照组 (77.03 ± 17.84 vs 70.40 ± 18.03 , $P = 0.03$) 差异具有统计学意义。

上述结果表明,在锻炼阶段,快走组在第 12 周血清碱性磷酸酶浓度显著升高,而太极组血清碱性磷酸酶浓度并没有显著性变化,促进效果不显著;在停练阶段,快走组血清碱性磷酸酶的高浓度效果仅仅维持了 4 周(实验第 16 周至第 20 周)。

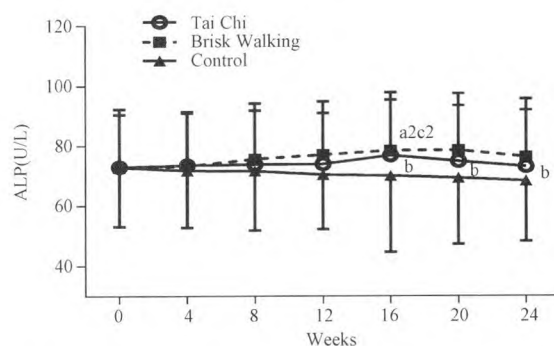


图 6 不同时间 3 组血清碱性磷酸酶变化对比图

Fig. 6 Comparison of ALP among the three groups over time

注: a2, $P < 0.05$, 快走组内比较; b, $P < 0.05$, 与快走组比较; c2, $P < 0.05$, 快走组与对照组比较。

Note: a2, $P < 0.05$, comparison within the Brisk Walking group; b, $P < 0.05$, compared with the Brisk Walking group; c2, $P < 0.05$, comparison between Brisk Walking group and control group.

3 讨论

老年女性绝经后,雌激素下降,骨量丢失速率明显加快,骨密度减少。当骨密度减少超过一定范围就容易出现一系列临床的不良症状,如骨折、骨质疏松症等。科学的体育锻炼能影响骨代谢,使骨密度增加,延缓骨量的丢失。运动刺激是维持骨形成和骨吸收之间动态平衡的因素之一,当运动负荷增加时,骨的应变增加,结果使骨量增加,骨结构也产生变化。太极拳和快走运动是老年人多采用的运动方式,因其练习方便,强度适宜,深受老年人欢迎。两种运动方式具有不同的运动特点,太极拳运动中下肢关节运动缓而慢,脚底受力较小,犹如“猫步”;快走运动中下肢关节运动快而急,脚跟触地受力较大。通过本文研究结果可知,不同的运动特点对骨密度和骨代谢的影响有所差异。

3.1 锻炼阶段太极拳和快走练习对老年女性骨密度和骨代谢影响

本研究结果中,快走组的 BQI、BUA、SOS、Ca、P 和 ALP 指标在锻炼期间组内和组间差异都具有统计学意义,太极组各指标组内和组间差异具有显著性或者出现改善的趋势,说明两种运动对改善骨密度和骨代谢起到一定改善作用。该研究结果也验证了前人的研究结论,运动可以提高骨密度和改善骨代谢^[4,17]。Ay 等研究发现 24 周的快走练习(1 周 3 次,每次 40 min)可以显著提高女性跟骨骨密度的 T

值评分,提高幅度为 63%^[18]。本研究中太极拳和快走锻炼改善效果出现的时间短于上述研究,这可能和练习频率有关。两种运动改善骨质的原因可能是:(1)研究表明运动有助于改善骨的微循环,增加骨皮质血流量,使血钙向骨内输送和破骨细胞向骨细胞转变增加,促进骨形成^[19],本研究结果可知血钙含量随着运动时间的增加逐渐降低,碱性磷酸酶随时间逐渐增大,与该研究结果一致。(2)绝经后女性由于雌激素水平的迅速下降,破骨细胞的活性增强,使得骨转换加速,骨吸收大于骨形成,导致骨量和骨密度下降^[20],而运动可以促进某些与骨代谢有关的激素或者激素样物质(钙调节激素、生长激素和性激素)的分泌,进而改善骨代谢,促进骨的重建,使骨质得以维持或者增加^[21]。(3)研究证明骨密度与骨骼受到的负荷在一定程度上有正相关关系,肌力较强的部位骨密度较高,运动可以增大肌肉体积,增大肌肉力量^[22,23]。以上 3 点可能是太极拳和快走运动提高骨密度和改善骨代谢的原因。

本研究结果显示,锻炼阶段快走运动相比于太极拳运动对骨密度和骨代谢的影响效果更明显(快走 vs 太极拳:12 周 vs 16 周)。这一现象可能与锻炼过程中骨受到的负荷有关。如前文中所述,骨密度与骨骼受到的负荷有正相关关系,最大受力对提高骨密度有很大作用^[22,23]。Mao 的研究结果显示,太极拳脚步动作方向多变,动作较慢和较轻,类似“猫步”,太极拳练习过程中,脚底受到的地面反作用力小于正常走数值^[24]。研究证明快走运动随着步速的增大,脚底受到地面反作用力逐渐增大^[25]。以上可知太极拳运动脚底受力可能要小于快走运动,可能导致快走运动对骨密度的影响效果更显著。此外,由于本研究是对跟骨骨密度进行测试,太极拳动作中“蹬脚”、“脚尖虚步点地”等动作脚后跟不接触地面,可能减小了脚后跟在整个动作周期中受地面反作用力的时间比例^[26],影响跟骨骨密度,快走运动中脚后跟接触地面的频率为 60~70 次/分钟,远远高于太极拳^[25]。由于以上几点原因可能导致快走运动过程中,脚底受力较大,受力时间较长,对骨密度的影响快于太极拳练习。

3.2 停练阶段太极拳和快走练习对老年女性骨密度和骨代谢影响

本研究结果显示,在停止练习的 8 周内,太极组和快走组的 BQI、BUA、SOS、Ca、P 和 ALP 指标相比于第 16 周的值组内差异均无统计学意义,相比于对照组组间差异均有统计学意义,但各指标有随时间

衰减的趋势,结果说明两组骨密度和骨代谢的提高得到了一定程度的维持;快走组在停练阶段相比于太极组 BUA 和 SOS 指标组间差异有显著性,说明快走的维持效果要好于太极组。

成骨细胞是骨形成过程中的重要功能细胞,主要功能是分泌骨基质(包括胶原与糖蛋白)及进行合成;而破骨细胞是骨吸收过程中的重要功能细胞,激活或抑制某些细胞的活性,调控骨吸收。人进入成年之后,骨吸收和骨形成过程达到一个动态平衡^[27]。16 周的运动可能打破了骨吸收和骨形成的原有平衡,使骨形成大于骨吸收,致使骨量和骨密度增加。停练阶段只进行 8 周的实验,一个新平衡的建立和消退需要一定时间来完成,8 周的停练时间可能不足以使运动带来的骨密度和骨代谢改善效果出现显著性衰退。

由前文可知,在 16 周的锻炼结束时,快走运动对老年人骨密度和骨代谢的改善效果好于太极组,虽然在停练阶段骨密度和骨代谢指标出现了一定程度的下降,但从图 1~6 可知,下降幅度小于太极组和对照组,因此在 8 周的维持阶段快走组骨密度和骨代谢指标仍然好于太极组,其维持效果好于太极组。

本文虽然对实验设计和实验条件进行了一定控制,但仍然有一些不足,下一步研究将继续增加锻炼方式的种类,分析多种运动对骨密度和骨代谢的影响;延长停练的时间,探究锻炼后停止多长时间骨密度和骨代谢的改善效果开始出现显著衰退。

4 结论

研究表明,太极拳和快走练习均可以改善老年人的骨密度和骨代谢,但快走练习改善效果更快(太极拳 vs 快走,16 周 vs 12 周);8 周的停练阶段,两种练习方式对骨密度和骨代谢均有一定的维持作用,但快走的维持效果更好。因此,相比于太极拳运动,老年人可以将快走运动作为首选提高骨密度和改善骨代谢的练习方式以预防骨质疏松症的发生。

【参 考 文 献】

- [1] 谭琳. 中国人口老龄化发展趋势预测报告. 中国妇运, 2007, 2: 15-18.
Tan L. A Forecast Report on the Development Trend of Population Aging in China. Chinese women's movement, 2007, 2: 15-18.
- [2] Cummings SR, Black DM, Nevitt MC, et al. Bone density at various sites for prediction of hip fractures. Lancet, 1993, 341

- (8837):72-75. (in Chinese)
- [3] Sun Z, Chen H, Berger MR, et al. Effects of tai chi exercise on bone health in perimenopausal and postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis. *Osteoporosis international: a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*, 2016,1-11.
 - [4] Yao X, Luo L, Hong B, et al. Effect of Taijiquan exercise on exercise mood and bone mineral density and physiological indexes of elderly male patients with osteoporosis. *Journal of Guizhou Normal University*, 2016:25-31.
 - [5] Hui S C, Xie Y J, Woo J, et al. Effects of Tai Chi and Walking Exercises on Weight Loss, Metabolic Syndrome Parameters, and Bone Mineral Density: A Cluster Randomized Controlled Trial. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2015 (6):34-40.
 - [6] Li JX, Hong Y, K. M. Chan. Tai chi: physiological characteristics and beneficial effects on health. *Br J Sports Med*, 2001,35(3):148-156.
 - [7] Lin Y. C. The effects of Tai Chi Chuan on postural stability in the elderly: preliminary report. *Chang Gung Med J*, 2000,23(4):197-204.
 - [8] 孙威,毛德伟,逢峰等.太极拳和快走练习对老年女性平衡能力的影响. *中国体育科技*, 2012,48(5):75-80.
Sun W, Mao DW, Pang F. Effects of Tai Chi and brisk walking exercise on balance in elderly women. *China sport science and technology*. 2012,48(5):75-80. (in Chinese)
 - [9] Bellew, JW. The effect of strength training on control of force in older men and women. *Aging Clin Exp Res*, 2002,14:35-41.
 - [10] Xu D, Hong YL, Li JX. Effect of tai chi exercise on proprioception of ankle and knee joints in old people. *British Journal of Sports Medicine*, 2004,40:50-54.
 - [11] 孙威,毛德伟,章岚等.16周太极拳和快走锻炼对老年女性呼吸机能的影响. *中国运动医学杂志*, 2012,31(8):669-672.
Sun W, Mao DW, Zhang L. 16-week Tai Chi and brisk walking exercise on breathing function in elderly women. *Chinese journal of sports medicine*. 2012,31(8):669-672. (in Chinese)
 - [12] Chen H. The role of Tai Chi Chuan exercise on osteoporosis prevention and treatment in postmenopausal women. *American Mineralogist*, 2011,1(1):1209-1219.
 - [13] 张林. 健骨运动对绝经后女性骨代谢调节激素和白细胞介素-6的影响. *中国运动医学杂志*, 2003,22(6):609-610.
Zhang L. Effect of Jiangu movement on hormones and interleukin-6 in postmenopausal women. *Chinese journal of sports medicine*. 2003,22(6):609-610. (in Chinese)
 - [14] 黄何平,王国祥,张林. 纵跳和闭目单足站立对跟骨骨密度的影响. *中国组织工程研究与临床康复*, 2007,11(41):8324-8326.
Huang HP, Wang GX, Zhang L. Effect of vertical jump and stand on one foot with eyes closed on bone mineral density of calcaneum bone. *Journal of clinical rehabilitative tissue engineering research*. 2007,11(41):8324-8326. (in Chinese)
 - [15] 黄何平. 骨量下降期成年人骨密度与体质量指数的相关性. *中国组织工程研究与临床康复*, 2007,11(19):3775-3777.
 - Huang HP. Correlation between bone mineral density and body mass index in adults during the descending period of bone mass. *Journal of clinical rehabilitative tissue engineering research*. 2007,11(19):3775-3777. (in Chinese)
 - [16] Gribble PA, WS Tucker, PA White. Time-of-day influences on static and dynamic postural control. *J Athl Train*, 2007,42(1):35-41.
 - [17] 刘思金,马学军,陈星飙等. 绝经后女体育教师与非运动老年女性骨密度和骨代谢生化标志物的研究. *中国运动医学杂志*, 2001,20(2):151-153.
Liu SJ, Ma XJ, Chen SB. The BMD and bone metabolism biochemical markers between aged postmenopausal regularly exercising women and non-exercise aged women. *Chinese journal of sports medicine*, 2001,20(2):151-153. (in Chinese)
 - [18] Ay A, Yurtkuran M. Evaluation of hormonal response and ultrasonic changes in the heel bone by aquatic exercise in sedentary postmenopausal women. *Am J Phys Med Rehabil*, 2003,82(12):942-949
 - [19] 李爽,刘庆思. 骨质疏松症运动疗法的研究进展. *实用老年医学*, 2003,17(5):262-266.
Li S, Liu QX. Research progress of exercise therapy for osteoporosis. *Practical geriatrics*, 2003,17(5):262-266. (in Chinese)
 - [20] 许淑惠. 绝经后有和无骨质疏松症妇女骨生化指标对比分析. *中国骨质疏松杂志*, 2000,6(4):33-34.
Xu SH. Comparative analysis of bone biochemical indexes of postmenopausal women with and without osteoporosis. *Chinese journal of osteoporosis*, 2000,6(4):33-34. (in Chinese)
 - [21] 杨琳. 运动对人体骨质疏松的影响. *成都体育学院学报*, 2008,34(2):81-83.
Yang L. Effects of exercise on osteoporosis. *Journal of Chengdu sport university*, 2008,34(2):81-83. (in Chinese)
 - [22] 孙绪生. 简化太极拳对肘关节伸屈和屈肌力量和平衡能力的作用. *国际太极拳科学研讨会论文集*, 2001,34-37.
Sun XS. Effect of simplified Tai Chi on flexion and flexor strength and balance ability of elbow joint. *International symposium of Tai Chi proceeding*, 2001,34-37. (in Chinese)
 - [23] Kerr D, Morton A, Dick I, et al. Exercise effects on bone mass in postmenopausal women are site-specific and loaddependent. *J Bone Miner Res*, 1996,11(2):218-225.
 - [24] Mao DW, Li JX, Hong Y. Plantar pressure distribution during Tai Chi exercise. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 2006,87(6):814-820.
 - [25] Katherine BW, Peter RM, Adrienne E. Brisk walking reduces calcaneal bone loss in post-menopausal women. *Clinical Science*, 1997,92:75-80.
 - [26] Mao DW, Li JX, Hong Y. The duration and plantar pressure distribution during one-leg stance in Tai Chi exercise. *Clin Biomech*, 2006,21(6):640-645.
 - [27] 于世凤. 骨吸收与骨形成. *现代康复*, 2001,5(2):10-13.
Yu SF. Metabolism of bone: restoration and formation. *Modern rehabilitation*, 2001,5(2):10-13. (in Chinese)

(收稿日期:2016-10-25;修回日期:2016-11-21)