

太极拳锻炼防治骨质疏松症的 Meta 分析

邓叶龙¹, 孔令俊², 刘朝晖², 李兴国², 杨德龙², 王晨亮¹, 黄晓焱¹, 袁剑¹, 陈文丽¹, 常旭东²

(1. 甘肃中医药大学, 甘肃 兰州 730000; 2. 甘肃省中医院, 甘肃 兰州 730050)

摘要 目的:评价太极拳锻炼防治骨质疏松症的有效性。方法:计算机检索 PubMed、Web of science、The Cochrane Library、Embase、中国生物医学文献数据库、维普网、万方数据库、中国知网收录的太极拳锻炼防治骨质疏松症的随机对照试验文献,检索时限为建库至 2020 年 7 月 15 日。对照组不干预或口服常规抗骨质疏松药物,试验组在对照组的基础上联合太极拳锻炼干预。由 2 名研究人员独立检索、筛选文献,提取资料并评价纳入研究的偏倚风险。采用 Revman5.3 软件进行 Meta 分析。结果:共纳入 18 篇文献。Meta 分析结果显示,试验组腰椎骨密度改善程度优于对照组 [$I^2 = 0\%$, $P = 0.960$; $SMD = 0.17$, $95\% CI(0.01, 0.33)$, $P = 0.030$], 股骨颈骨密度改善程度优于对照组 [$I^2 = 0\%$, $P = 0.910$; $SMD = 0.24$, $95\% CI(0.09, 0.38)$, $P = 0.001$], Ward 三角骨密度改善程度优于对照组 [$I^2 = 0\%$, $P = 0.730$; $SMD = 0.21$, $95\% CI(-0.00, 0.43)$, $P = 0.050$], 2 组患者股骨大转子骨密度改善程度的差异无统计学意义 [$I^2 = 0\%$, $P = 0.720$; $SMD = 0.14$, $95\% CI(-0.08, 0.36)$, $P = 0.210$]; 2 组患者的跟骨超声振幅衰减改善程度、跟骨骨质指数改善程度比较,组间差异均无统计学意义 [$I^2 = 0\%$, $P = 0.980$; $SMD = 0.13$, $95\% CI(-0.24, 0.50)$, $P = 0.490$; $I^2 = 0\%$, $P = 0.940$; $SMD = 0.11$, $95\% CI(-0.26, 0.47)$, $P = 0.570$]; 试验组跟骨超声传播速度改善程度优于对照组 [$I^2 = 0\%$, $P = 0.980$; $SMD = 0.50$, $95\% CI(-0.13, 0.87)$, $P = 0.009$]; 试验组血清钙浓度改善程度优于对照组 [$I^2 = 0\%$, $P = 0.860$; $SMD = -0.33$, $95\% CI(-0.58, -0.07)$, $P = 0.010$]; 2 组患者的血清磷浓度和血清碱性磷酸酶浓度改善程度比较,组间差异均无统计学意义 [$I^2 = 0\%$, $P = 0.980$; $SMD = 0.09$, $95\% CI(-0.16, 0.34)$, $P = 0.480$; $I^2 = 0\%$, $P = 0.610$; $SMD = -0.01$, $95\% CI(-0.27, 0.24)$, $P = 0.930$]; 试验组的治疗有效率高于对照组 [$I^2 = 0\%$, $P = 0.680$; $RR = 11.74$, $95\% CI(3.71, 37.17)$, $P = 0.000$]。利用股骨颈骨密度作发表偏倚分析,结果显示漏斗图上各研究点分布基本对称,提示存在发表偏倚的可能性较小。结论:现有的证据表明,太极拳锻炼可以有效提高锻炼者的骨密度,改善骨代谢,对骨质疏松症有较好的防治作用。

关键词 太极;骨质疏松;Meta 分析;系统评价

Tai Chi Chuan exercises for prevention and treatment of osteoporosis: a meta analysis

DENG Yelong¹, KONG Lingjun², LIU Zhaohui², LI Xingguo², YANG Delong², WANG Chenliang¹, HUANG Xiaoyan¹, YUAN Jian¹, CHEN Wenli¹, CHANG Xudong²

1. Gansu University of Chinese Medicine, Lanzhou 730000, Gansu, China

2. Gansu Provincial Hospital of TCM, Lanzhou 730050, Gansu, China

ABSTRACT Objective: To review the clinical efficacy of Tai Chi Chuan (TCC) exercises in prevention and treatment of osteoporosis (OP). **Methods:** All randomized controlled trial (RCT) articles about TCC exercises for prevention and treatment of OP included from database establishing to July 15, 2020 were retrieved from PubMed, Web of science, The Cochrane Library, Embase, Chinese biomedical literature database, VIP Database, WanFang Database and China national knowledge internet through computer. All patients in the 2 groups were treated with oral application of conventional anti-osteoporosis drugs or not given any intervention; moreover, the patients in experimental group were treated with TCC exercises. The articles were retrieved and screened and the information was extracted independently by two searchers. The risk of bias of included researches in the articles was assessed and a Meta-analysis was conducted by using Revman5.3 software. **Results:** Eighteen articles were included in the final analysis. The results of Meta-analysis demonstrated that the degree of improvement in bone mineral density (BMD) of lumbar vertebrae, femoral neck and Ward's triangle were better in experimental group compared to control group ($I^2 = 0\%$, $P = 0.960$; $SMD = 0.17$, $95\% CI(0.01, 0.33)$, $P = 0.030$; $I^2 = 0\%$, $P = 0.910$; $SMD = 0.24$, $95\% CI(0.09, 0.38)$, $P = 0.001$; $I^2 = 0\%$, $P = 0.730$; $SMD = 0.21$, $95\% CI(-0.00, 0.43)$, $P = 0.050$). There was no statistical difference in the degree of improvement in BMD of greater trochanter of femur between the 2 groups ($I^2 = 0\%$, $P = 0.720$; $SMD = 0.14$, $95\% CI(-0.08, 0.36)$, $P = 0.210$). There was no statistical difference in the degree of improvement in broadband ultrasound attenuation (BUA) and bone

quality index (BQI) of calcaneus between the 2 groups ($I^2 = 0\%$, $P = 0.980$; $SMD = 0.13$, 95% $CI(-0.24, 0.50)$, $P = 0.490$; $I^2 = 0\%$, $P = 0.940$; $SMD = 0.11$, 95% $CI(-0.26, 0.47)$, $P = 0.570$). The degree of improvement in speed of ultrasound (SOU) in calcaneus was better in experimental group compared to control group ($I^2 = 0\%$, $P = 0.980$; $SMD = 0.50$, 95% $CI(-0.13, 0.87)$, $P = 0.009$). The degree of improvement in serum concentration of calcium was better in experimental group compared to control group ($I^2 = 0\%$, $P = 0.860$; $SMD = -0.33$, 95% $CI(-0.58, -0.07)$, $P = 0.010$). There was no statistical difference in the degree of improvement in serum concentrations of Phosphorus and alkaline phosphatase (ALP) between the 2 groups ($I^2 = 0\%$, $P = 0.980$; $SMD = 0.09$, 95% $CI(-0.16, 0.34)$, $P = 0.480$; $I^2 = 0\%$, $P = 0.610$; $SMD = -0.01$, 95% $CI(-0.27, 0.24)$, $P = 0.930$). The clinical curative effective rate was higher in experimental group compared to control group ($I^2 = 0\%$, $P = 0.680$; $RR = 11.74$, 95% $CI(3.71, 37.17)$, $P = 0.000$). Publication bias was analyzed according to femoral neck BMD, and the basically symmetrical funnel plot demonstrated that publication bias was a remote possibility. **Conclusion:** Available evidences suggest that TCC exercises can effectively increase BMD and improve bone metabolism in exercisers, and it has good preventive and therapeutic effects on OP.

Keywords Tai Ji; osteoporosis; meta-analysis; systematic review

骨质疏松症 (osteoporosis, OP) 是一种以骨量减少, 骨组织微结构破坏, 导致脆性增加, 骨折风险增高为特征的全身性骨代谢疾病^[1]。以往的统计数据显示, OP 在国内外均有较高的发生率, 已逐渐成为世界性的公共卫生问题^[2-5]。因此, 寻求针对 OP 的预防措施具有重要意义。

长期有氧运动已被证实可以防治 OP。太极拳作为一项中国传统武术, 也属于有氧运动, 已在世界范围内推广。目前已有不少针对太极拳锻炼防治 OP 效果的研究, 但不同研究的结果差异较大, 部分研究甚至得出了完全相反的结果^[6-10]。为明确太极拳锻炼防治 OP 的效果, 我们对相关研究进行了系统评价, 现总结报告如下。

1 资料与方法

1.1 文献纳入和排除标准

1.1.1 纳入标准 ①国内外公开发表的随机对照试验文献; ②研究对象为 OP 患者或预防骨量减少的健康人群; ③对照组不干预或口服抗骨质疏松药物, 试验组在对照组的基础上联合太极拳锻炼干预; ④结局指标至少包括骨密度 [以双能 X 线吸收法测定的腰椎 ($L_2 \sim L_4$) 或股骨颈或 Ward 三角或股骨大转子的骨密度值, 单位为 $g \cdot cm^{-2}$], 跟骨超声骨密度指标 (骨质指数、超声振幅衰减、超声传播速度), 骨代谢标志物 (血清钙、磷、碱性磷酸酶浓度) 及治疗有效率中的 1 项。

1.1.2 排除标准 ①非中、英文文献; ②干预措施包含其他功能锻炼方法的文献; ③重复发表的文献; ④无法获取全文的文献; ⑤原始数据缺失或无法提取的文献。

1.2 文献检索 计算机检索 PubMed、Web of science、The Cochrane Library、Embase、中国生物医学文献数据库、维普网、万方数据库、中国知网, 检索时限为建库至 2020 年 7 月 15 日。采用主题词结合自由词的检索方式。中文检索词包括太极、骨质疏松症、骨密度、骨量减少、随机对照试验等; 英文检索词包括 tai chi、osteoporosis、osteoporoses、bone mineral density、bone loss、RCT 等。

1.3 文献筛选和资料提取 由 2 名研究人员分别根据纳入和排除标准对检索到的文献进行筛选, 确定最终纳入文献并提取信息, 提取内容包括第 1 作者姓名、发表年份、研究类型、样本量、患者年龄、干预措施、疗程、脱落情况、结局指标。研究中包含多个干预组时, 依据 Cochrane 手册 5.1.0 推荐的公式进行合并^[11]。

1.4 纳入研究的偏倚风险评价 由 2 名研究人员分别根据 Cochrane 协作网提供的随机对照试验偏倚风险评估工具对纳入的研究进行偏倚风险评价。出现分歧时, 加入第 3 位研究者进行讨论及协商。

1.5 统计学分析 采用 RevMan5.3 软件进行统计分析。合并分析时, 骨密度、跟骨超声骨密度指标、骨代谢标志物的数值, 均根据治疗前后的均值和标准差, 由治疗后均值减治疗前均值计算出差值均值, 并根据 Cochrane 手册 5.1.0 中给出的公式算出差值标准差^[11], 以 SMD 作为效应分析统计量; 治疗有效率以 OR 作为效应分析统计量。异质性检验采用 χ^2 检验, 检验水准 $\alpha = 0.05$, 同时结合 I^2 定量判断异质性大小。若各研究之间具有同质性, 则采用固定效应模型 Meta 分析; 若各研究之间不具有同质性, 则采用随机

效应模型 Meta 分析; Meta 分析的检验水准 $\alpha = 0.05$ 。采用漏斗图分析发表偏倚情况。

2 结果

2.1 文献检索及筛选结果 共检索到 245 篇文献, PubMed 35 篇、Web of science 32 篇、The Cochrane Library 59 篇、Embase 51 篇、中国生物医学文献数据库 2 篇、维普网 3 篇、万方数据库 13 篇、中国知网 50 篇。排除重复文献后剔除 147 篇, 通过阅读文献题目、摘要后剔除 59 篇, 通过阅读原文后剔除 21 篇, 最终纳

入 18 篇文献^[12-29]。

2.2 纳入研究的基本特征 纳入研究的基本特征见表 1。

2.3 纳入研究的偏倚风险评价结果 纳入 18 项研究均为随机对照试验, 均未描述分配隐藏及盲法, 7 项研究描述了具体的随机方式^[13,15,17,20-21,25-26], 9 项研究报告有脱落病例^[12,14-16,21-23,27-28]。纳入研究的偏倚风险评价结果见图 1。

表 1 纳入研究的基本特征

纳入研究	样本量/例		年龄/岁		干预措施		疗程	结局指标 ²⁾
	试验组	对照组	试验组	对照组	试验组	对照组		
Chan 2004 ^[12]	67	65	54.4 ± 3.3	53.6 ± 3.2	TC ¹⁾	不干预	12 个月	abc
徐飞 2017 ^[13]	43	43	56.2 ± 5.6	57.1 ± 6.0	TC ¹⁾	不干预	12 个月	bed
Shen 2010 ^[14]	80	91			TC ¹⁾ + 绿茶多酚	绿茶多酚	24 周	efg
Song 2010 ^[15]	41	41	63.03 ± 7.27	61.20 ± 7.96	TC ¹⁾	不干预	6 个月	bed
Wang 2015 ^[16]	40	39	58.54 ± 3.37	58.54 ± 3.37	TC ¹⁾	不干预	12 个月	abd
Wayne 2012 ^[17]	43	43	58.8 ± 5.6	60.4 ± 5.3	TC ¹⁾ + 常规护理	常规护理	9 个月	ab
周勇 2003 ^[18]	12	12	55.94 ± 2.83		TC ¹⁾	不干预	10 个月	a
宋桦 2008 ^[19]	20	20	62.67 ± 11.23	63.81 ± 13.00	TC ¹⁾ + 常规药物治疗	常规药物治疗	不详	efg
毛红妮 2009 ^[20]	40	40	56.78 ± 2.91		TC ¹⁾ + 钙剂	钙剂	20 周	ah
叶超群 2006 ^[21]	25	25	50 ~ 65	50 ~ 65	TC ¹⁾	不干预	6 个月	abd
单鑫 2015 ^[22]	60	60	60.52 ± 6.25	61.12 ± 5.87	TC ¹⁾ + 骨化三醇	骨化三醇	6 个月	b
孙威 2017 ^[23]	30	30	60.1 ± 4.0	62.3 ± 4.9	TC ¹⁾	不干预	16 周	ijk
周逸波 2018 ^[24]	45	45	71.86	72.25	TC ¹⁾ + 常规药物治疗	常规药物治疗	12 个月	h
张文宙 2011 ^[25]	36	36	58.4 ± 3.0	58.0 ± 2.8	TC ¹⁾ + 钙剂	钙剂	24 周	ab
赵静 2020 ^[26]	36	38	49.7 ± 3.9	49.4 ± 4.9	TC ¹⁾	不干预	48 周	abcd
范琳红 2013 ^[27]	20	20	64.12 ± 3.00		TC ¹⁾	不干预	16 周	ijk
刘栋 2010 ^[28]	20	20	63.69 ± 3.05	62.36 ± 2.31	TC ¹⁾	不干预	16 周	efgijk
陈晨 2016 ^[29]	33	32	59.4 ± 6.3	58.7 ± 7.9	TC ¹⁾ + 钙剂	钙剂	6 个月	ab

1) 为太极拳锻炼; 2) 中 a 为腰椎骨密度, b 为股骨颈骨密度, c 为股骨大转子骨密度, d 为 Ward 三角骨密度, e 为血清钙浓度, f 为血清磷浓度, g 为血清碱性磷酸酶浓度, h 为治疗有效率, i 为跟骨骨质指数, j 为跟骨超声振幅衰减, k 为跟骨超声传播速度。

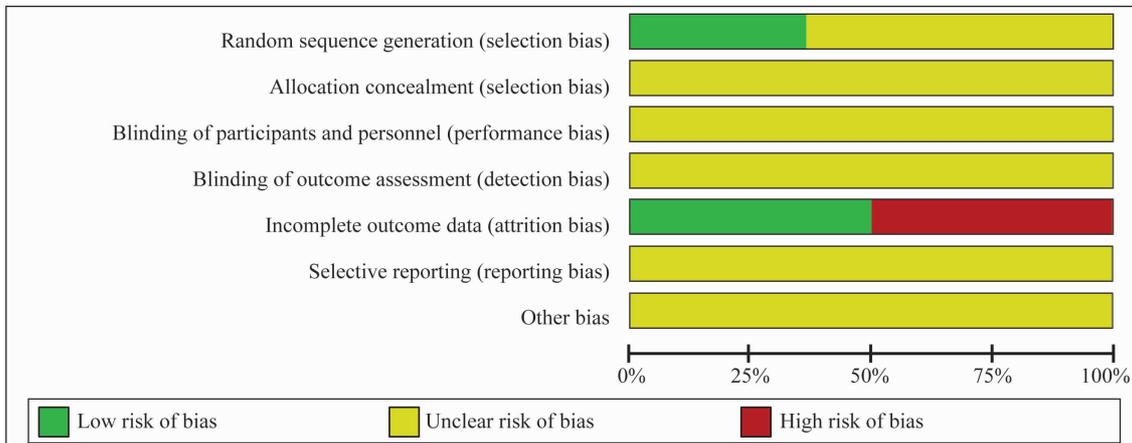


图 1 纳入研究的偏倚风险评价结果

2.4 Meta 分析结果

2.4.1 骨密度 共有 9 项研究^[12,16-18,20-21,25-26,29]涉及腰椎骨密度的比较。固定效应模型分析结果显示, 试验组腰椎骨密度改善程度优于对照组 [$I^2 = 0\%$, $P = 0.960$; $SMD = 0.17$, $95\% CI(0.01, 0.33)$, $P = 0.030$]。共有 10 项研究^[12-13,15-17,21-22,25-26,29]涉及股骨颈骨密度的比较。固定效应模型分析结果显示, 试验组股骨颈骨密度改善程度优于对照组 [$I^2 = 0\%$, $P = 0.910$; $SMD = 0.24$, $95\% CI(0.09, 0.38)$, $P = 0.001$]。共有 5 项研究^[13,15-16,21,26]涉及 Ward 三角骨密度的比较。固定效应模型分析结果显示, 试验组 Ward 三角骨密度改善程度优于对照组 [$I^2 = 0\%$, $P = 0.730$; $SMD = 0.21$, $95\% CI(-0.00, 0.43)$, $P = 0.050$]。共有 4 项研究^[12-13,15,26]涉及股骨大转子骨密度的比较。固定效应模型分析结果显示, 2 组患者

股骨大转子骨密度改善程度比较, 差异无统计学意义 [$I^2 = 0\%$, $P = 0.720$; $SMD = 0.14$, $95\% CI(-0.08, 0.36)$, $P = 0.210$]。见图 2 至图 5。

2.4.2 跟骨超声骨密度指标 共有 3 项研究^[23,27-28]涉及跟骨超声振幅衰减、跟骨骨质指数及跟骨超声传播速度的比较。固定效应模型分析结果显示, 2 组患者的跟骨超声振幅衰减改善程度、跟骨骨质指数改善程度比较, 组间差异均无统计学意义[跟骨超声振幅衰减改善程度: $I^2 = 0\%$, $P = 0.980$; $SMD = 0.13$, $95\% CI(-0.24, 0.50)$, $P = 0.490$ 。跟骨骨质指数改善程度: $I^2 = 0\%$, $P = 0.940$; $SMD = 0.11$, $95\% CI(-0.26, 0.47)$, $P = 0.570$]; 试验组跟骨超声传播速度改善程度优于对照组 [$I^2 = 0\%$, $P = 0.980$; $SMD = 0.50$, $95\% CI(-0.13, 0.87)$, $P = 0.009$]。见图 6 至图 8。

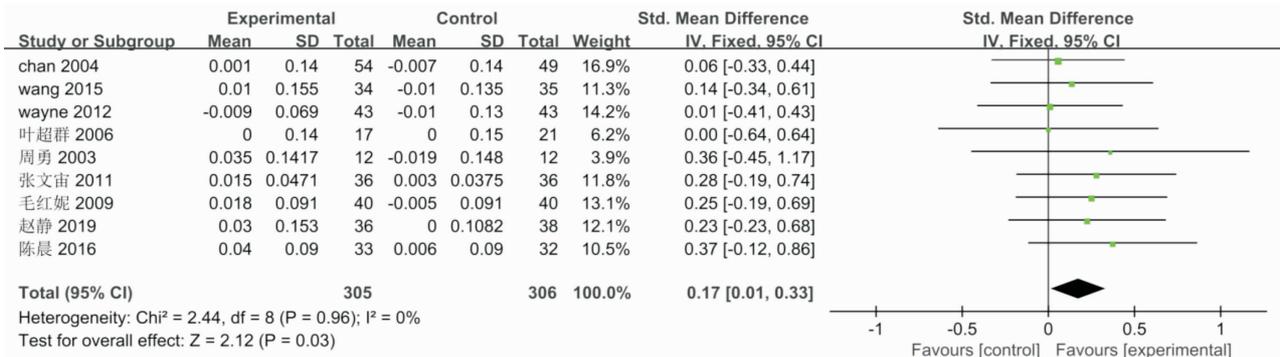


图 2 腰椎骨密度 Meta 分析森林图

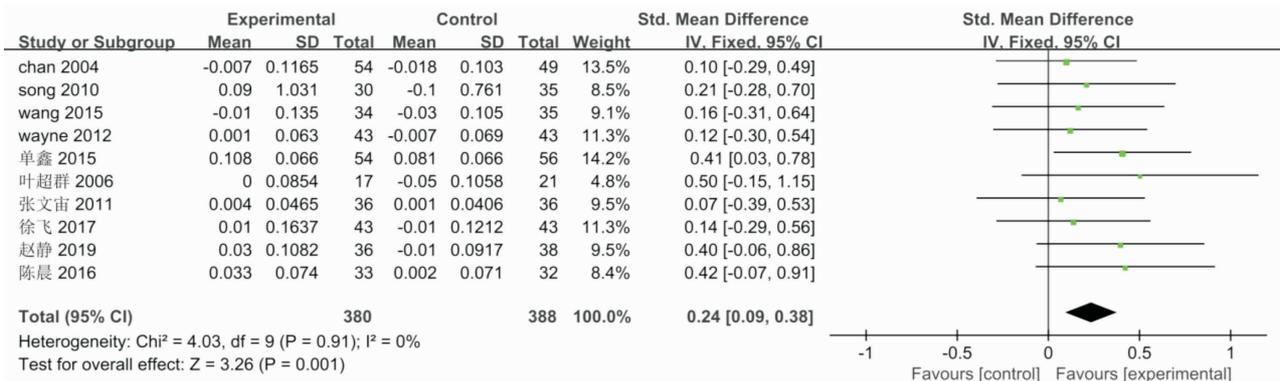


图 3 股骨颈骨密度 Meta 分析森林图

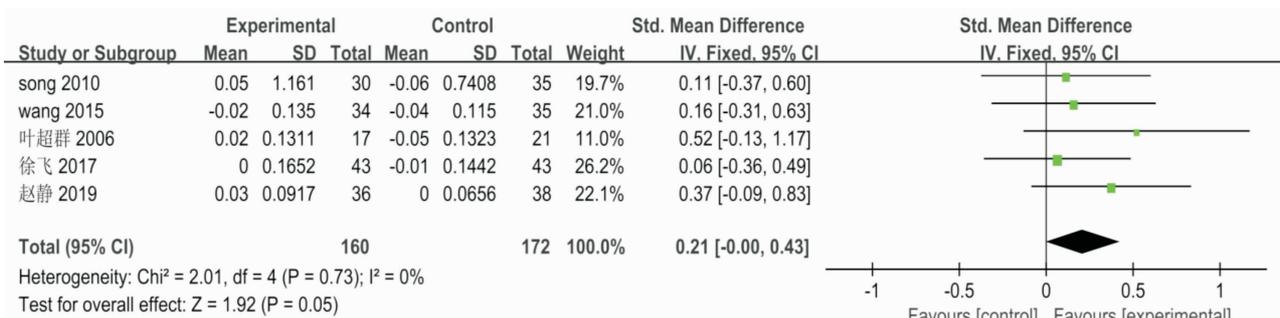


图 4 Ward 三角骨密度 Meta 分析森林图

2.4.3 骨代谢标志物 共有 3 项研究^[14,19,28] 涉及血清钙浓度的比较。固定效应模型分析结果显示, 试验组血清钙浓度改善程度优于对照组 [$I^2 = 0\%$, $P = 0.860$; $SMD = -0.33$, 95% $CI(-0.58, -0.07)$, $P = 0.010$]。共有 3 项研究^[14,19,28] 涉及血清磷浓度的比较。固定效应模型分析结果显示, 2 组患者的血清磷浓度改善程度比较, 差异无统计学意义 [$I^2 = 0\%$, $P = 0.980$; $SMD = 0.09$, 95% $CI(-0.16, 0.34)$, $P = 0.480$]。共有 3 项研究^[14,19,28] 涉及血清碱性磷酸酶

浓度的比较。固定效应模型分析结果显示, 2 组患者的血清碱性磷酸酶浓度改善程度比较, 差异无统计学意义 [$I^2 = 0\%$, $P = 0.610$; $SMD = -0.01$, 95% $CI(-0.27, 0.24)$, $P = 0.930$]。见图 9 至图 11。

2.4.4 治疗有效率 共有 2 项研究^[20,24] 比较了治疗有效率。固定效应模型分析结果显示, 试验组的治疗有效率高于对照组 [$I^2 = 0\%$, $P = 0.680$; $RR = 11.74$, 95% $CI(3.71, 37.17)$, $P = 0.000$]。见图 12。

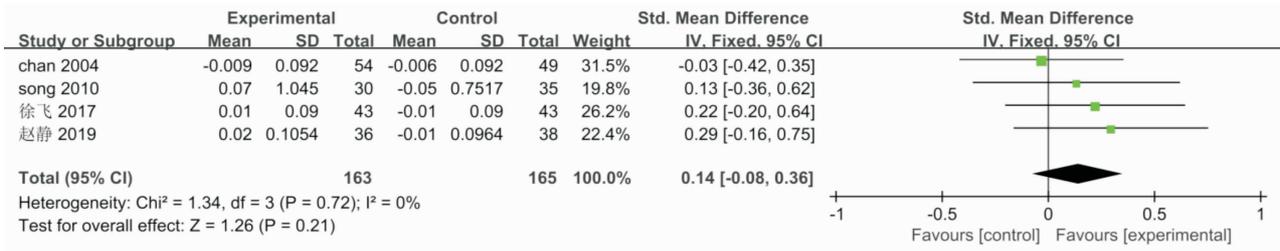


图 5 股骨大转子骨密度 Meta 分析森林图

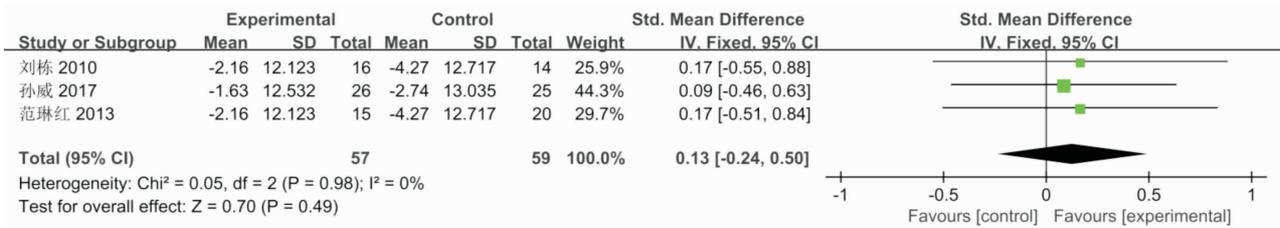


图 6 跟骨超声振幅衰减 Meta 分析森林图

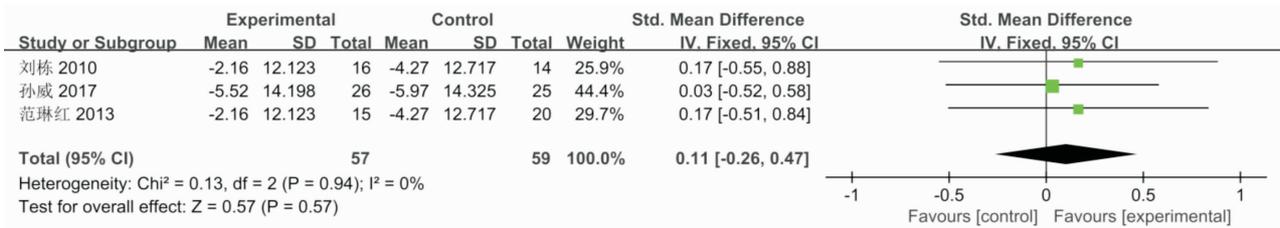


图 7 跟骨骨质指数 Meta 分析森林图



图 8 跟骨超声传播速度 Meta 分析森林图

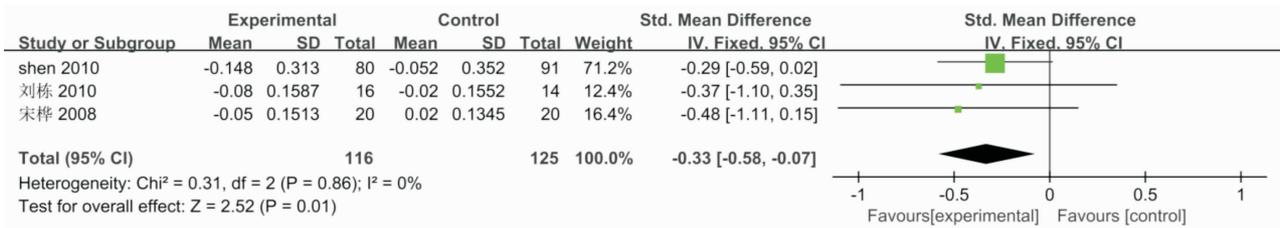


图 9 血清钙浓度 Meta 分析森林图

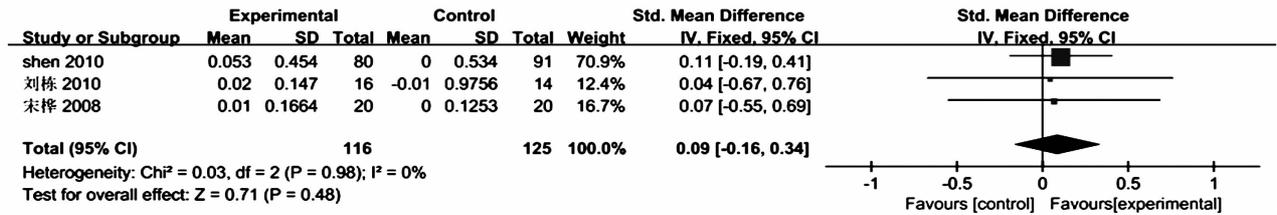


图 10 血清磷浓度 Meta 分析森林图

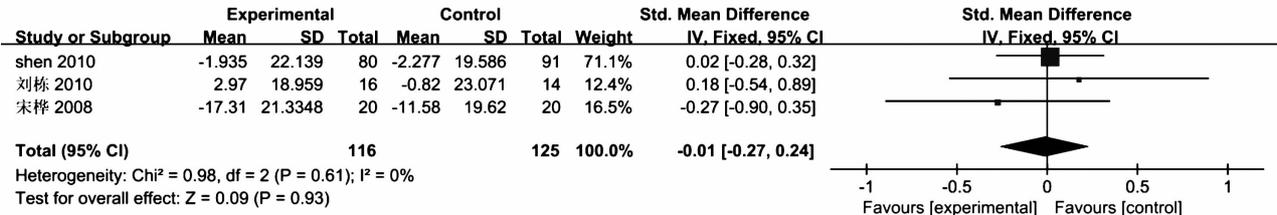


图 11 血清碱性磷酸酶浓度 Meta 分析森林图

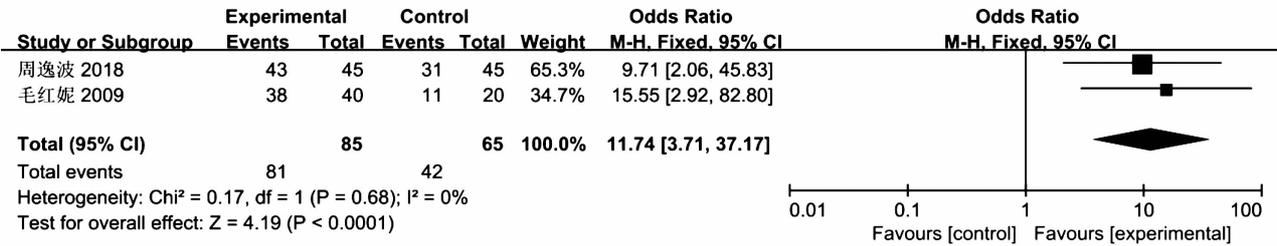


图 12 治疗有效率 Meta 分析森林图

2.5 发表偏倚分析结果 利用股骨颈骨密度作发表偏倚分析,结果显示漏斗图上各研究点分布基本对称,提示存在发表偏倚的可能性较小(图 13)。

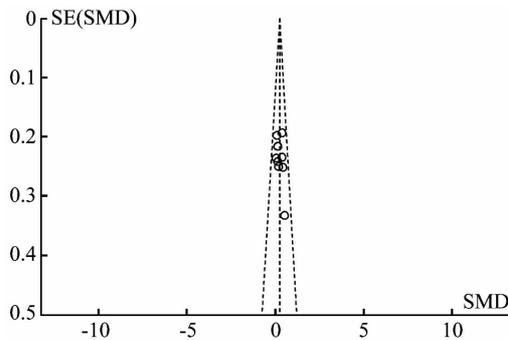


图 13 基于股骨颈骨密度的发表偏倚漏斗图

3 讨论

骨密度是反映骨量变化的客观指标。目前常用的骨密度测量方法有双能 X 线吸收法、定量计算机断层照相术、外周定量 CT 和定量超声等^[30]。双能 X 线吸收法的主要测量部位包括腰椎和股骨近端。跟骨骨质指数、超声振幅衰减、超声传播速度是定量超声测量技术中评价骨强度和骨健康状态的常用指标^[31],能有效评价骨骼的健康状况^[32]。超声振幅衰减反映骨密度、超声传播速度反映骨强度,值越大,提示骨密度和骨强度状况越好;跟骨骨质指数是通过

超声振幅衰减与超声传播速度计算出来的,值越大,提示骨密度越高。血清钙和磷的浓度是反映骨矿化的指标,而血清碱性磷酸酶浓度是反映骨形成的指标^[33-34]。

长期进行有氧运动被证实可以防治 OP^[35],其机制是通过运动增加肌肉对骨组织的应力负荷,改善骨组织血液供应、促进营养吸收^[36],从而达到减少骨质流失或增加骨密度的目的。从本研究的结果来看,太极拳锻炼有助于改善腰椎骨密度、股骨颈骨密度、Ward 三角骨密度、骨超声传播速度、血清钙浓度及治疗有效率,但在改善股骨大转子骨密度、跟骨超声振幅衰减、跟骨骨质指数、血清磷浓度、血清碱性磷酸酶浓度等方面的作用效果尚不能确定。通过文献检索,我们找到 3 篇与本研究类似的文献。徐世民等^[9]的研究对象是绝经后女性,共纳入 7 篇文献,其中 2 篇是非随机对照试验,结果显示太极拳锻炼不能改善绝经后女性骨密度。Zou 等^[37]的研究干预措施中,除太极拳锻炼外还包含了太极球练习,且对于异质性较大的结局指标采用固定效应模型分析,可能会对结果产生一定影响。梁龙等^[10]研究结果与本文结论一致。与以往的 3 项研究相比,纳入合并分析的结局指标更全面。

现有的证据表明,太极拳锻炼可以有效提高锻炼者的骨密度,改善骨代谢,对 OP 有较好的防治作用。本研究也存在一些不足之处,可能会对研究结果产生一定的影响:①纳入的研究均未提及盲法及分配隐藏;②涉及采用其他干预措施的研究中,所采用的干预方法差异较大;③纳入合并分析的部分结局指标,其对应的研究数量较少。

参考文献

- [1] DAS A K, RAJKUMAR V. Effect of different fat level on microwave cooking properties of goat meat patties [J]. J Food Sci Technol, 2013, 50(6): 1206 - 1211.
- [2] MARTÍN - MERINO E, PETERSEN I, HAWLEY S, et al. Risk of venous thromboembolism among users of different anti - osteoporosis drugs: a population - based cohort analysis including over 200,000 participants from Spain and the UK [J]. Osteoporos Int, 2018, 29(2): 467 - 478.
- [3] 白璧辉, 谢兴文, 李鼎鹏, 等. 我国近 5 年来骨质疏松症流行病学研究现状 [J]. 中国骨质疏松杂志, 2018, 24(2): 253 - 258.
- [4] 李平顺, 王钢, 周孟茹. “脑 - 肠 - 骨骼”轴对骨质疏松症发病机制的影响 [J]. 中国骨质疏松杂志, 2020, 26(7): 1068 - 1073.
- [5] 中华医学会骨质疏松和骨矿盐疾病分会. 中国骨质疏松症流行病学调查及“健康骨骼”专项行动结果发布 [J]. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志, 2019, 12(4): 317 - 318.
- [6] MACIASZEK J, OSINSKI W, SZEKLICKI R, et al. Effect of Tai Chi on body balance: randomized controlled trial in men with osteopenia or osteoporosis [J]. Am J Chin Med, 2007, 35(1): 1 - 9.
- [7] WAYNE P M, BURING J E, DAVIS R B, et al. Tai Chi for osteopenic women: design and rationale of a pragmatic randomized controlled trial [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2010(11): 40.
- [8] WOO J, HONG A, LAU E, et al. A randomised controlled trial of Tai Chi and resistance exercise on bone health, muscle strength and balance in community - living elderly people [J]. Age Ageing, 2007, 36(3): 262 - 268.
- [9] 徐世民, 刘鹏. 太极对预防绝经后女性骨密度的荟萃分析 [J]. 中国骨质疏松杂志, 2012, 18(10): 932 - 936.
- [10] 梁龙, 韩涛, 朱立国, 等. 太极拳锻炼防治骨质疏松症效果的 Meta 分析 [J]. 中国骨质疏松杂志, 2019, 25(9): 1280 - 1289.
- [11] SHUSTER J J. Review: Cochrane handbook for systematic reviews for interventions, version 5. 1. 0 [J]. Research Synthesis Methods, 2011, 2(2): 126 - 130.
- [12] CHAN K, QIN L, LAU M, et al. A randomized, prospective study of the effects of Tai Chi Chun exercise on bone mineral density in postmenopausal women [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2004, 85(5): 717 - 722.
- [13] 徐飞. 24 式简化太极拳对绝经后女性骨密度的影响 [J]. 实用中医药杂志, 2017, 33(12): 1428 - 1429.
- [14] SHEN C L, CHYU M C, PENCE B C, et al. Green tea polyphenols supplementation and Tai Chi exercise for postmenopausal osteopenic women: safety and quality of life report [J]. BMC Complement Altern Med, 2010, 10: 76.
- [15] SONG R, ROBERTS B L, LEE E O, et al. A randomized study of the effects of tai chi on muscle strength, bone mineral density, and fear of falling in women with osteoarthritis [J]. J Altern Complement Med, 2010, 16(3): 227 - 233.
- [16] WANG H, YU B, CHEN W, et al. Simplified Tai Chi resistance training versus traditional Tai Chi in slowing bone loss in postmenopausal women [J/OL]. Evid Based Complement Alternat Med, 2015 [2020 - 07 - 01]. <https://downloads.hindawi.com/journals/ecam/2015/379451.pdf>.
- [17] WAYNE P M, KIEL D P, BURING J E, et al. Impact of Tai Chi exercise on multiple fracture - related risk factors in post - menopausal osteopenic women: a pilot pragmatic, randomized trial [J]. BMC Complement Altern Med, 2012, 12: 7.
- [18] 周勇. 传统体育项目锻炼对绝经女性骨密度的影响 [J]. 山东体育科技, 2003, 25(1): 21 - 23.
- [19] 宋桦. 太极拳锻炼对原发性骨质疏松症患者骨密度及骨代谢的影响 [J]. 体育学刊, 2008, 15(11): 106 - 108.
- [20] 毛红妮. 太极拳锻炼结合补钙对绝经后女性骨密度的影响 [J]. 中国康复医学杂志, 2009, 24(9): 814 - 816.
- [21] 叶超群, 王崇伟, 王广云, 等. 太极拳对中老年女性健康状况的影响 [J]. 中华保健医学杂志, 2016, 18(6): 494 - 495.
- [22] 单鑫, 康靖汶. 太极拳辅助治疗绝经后骨质疏松症的效果 [J]. 中华现代护理杂志, 2015, 21(31): 3729 - 3731.
- [23] 孙威, 王疆娜, 杨春荣, 等. 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 [J]. 中国骨质疏松杂志, 2017, 23(8): 1034 - 1040.
- [24] 周逸波, 汪亚群, 莫幼芳. 太极拳配合六味地黄汤治疗原发性骨质疏松症肾阴亏虚证患者 45 例 [J]. 浙江中医杂志, 2018, 53(4): 268.