

运动干预对中老年女性骨密度影响的 Meta 分析

韩 涵

江苏警官学院警察体育教研部，南京

摘 要 | 目的：系统评价运动干预对中老年女性骨密度的改善效果。方法：检索 PubMed、Science Direct 等数据库，使用 Revman 5.3 软件对纳入研究进行方法学质量评价。结果：运动干预后中老年女性骨密度明显提高（SMD=0.65，95%CI：0.29~1.02）。通过亚组分析发现运动方式为有氧或抗阻、干预周期≥12个月、干预强度为中高强度、每周运动3次、每次运动≥30 min 对中老年女性骨密度的改善效果最佳。结论：运动干预能明显提高中老年女性骨密度含量，是预防骨质疏松症的有效手段。建议老年人按照推荐的运动方案进行练习，更有利于延缓骨质流失。

关键词 | 运动干预；中老年女性；骨密度；Meta分析

Copyright © 2022 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



骨质疏松是全球公共卫生领域的一个挑战，是一个全球性的健康问题。据估计，大约有 2 亿人患有骨质疏松症，这也是缺乏身体活动的原因之一^[1]。骨质疏松性骨折病例比女性中乳腺癌、子宫内膜癌和卵巢癌病例的总和多 40%^[2]。大约有三分之一的妇女患有绝经后骨质疏松症，在未来几年发病率还会增加。

作者简介：韩涵（1987-），男，江苏徐州人，硕士，讲师，研究方向：运动训练，体育教学。

文章引用：韩涵. 运动干预对中老年女性骨密度影响的 Meta 分析 [J]. 体育研究, 2022, 4 (3): 152-160. <https://doi.org/10.35534/scps.0403016>

因此,预防绝经后妇女的长期骨质流失是一项主要的公共卫生优先事项。运动方案与药理学药物不同,运动方案可以影响所有骨折参数,即跌倒风险、跌倒影响和骨强度^[3]。然而,到目前为止,绝经后妇女的研究结果并不一致。鉴于此,本研究结合 SCI 期刊上近 20 年的运动干预中老年女性骨密度的 RCT 研究,综合定量分析运动改善骨密度的效果,以提供更加可靠的量化结果。为健康中国 2030 和体医融合背景下我国广大绝经后妇女骨质疏松的预防及临床治疗提供科学指导。

1 研究方法

1.1 纳入排除标准

- (1) 研究设计:属于随机对照试验,文献正式发表,年限从 2000 年 1 月至 2019 年 4 月。
- (2) 研究对象:年龄 >50 岁的女性。
- (3) 干预措施:实验组在对照组的基础上施加运动锻炼。
- (4) 结局指标:选择能反映中老年女性骨密度变化的指标。
- (5) 排除标准:①系统综述类、调查类研究、meta 分析文献;②半随机试验、自身对照试验。

1.2 检索策略

检索的外文数据库 The Cochrane Library, EBSCOhost, Science Direct 等。英文检索词:physical activity, resistance exercise, bone quality, lumbar spine, osteoporosis and postmenopausal women, RCT 等,在各数据库中逻辑组合,收集近 20 年来相关文献。

1.3 文献筛选、提取及评价

通过对各数据库查找,将文献导入到 Endnote 中进行排重,并安排两位研究员分别独立地按照纳入标准来筛选文献。若结果不一,可通过第三者决定是否纳入。

对合格的文献再进行信息提取,包括:(1)基本资料:作者信息、出版年限及研究地区;(2)试验特征:试验样本量、年龄、试验组运动方式、试验方案、

试验周期；（3）结局指标：骨密度。

运用中 Cochrane 风险偏倚评估工具评价纳入文献方法学质量。

1.4 统计学处理

采用 Stata12.0 (Meta 模板) 软件进行统计学分析, 选择标准化均数差 (SMD) 和 95% 置信区间 (95%CI) 为效应尺度进行合并效应量。采用 Homogeneity 检验 (检验标准为 $\alpha = 0.1$) 研究间的异质性, 也就是 Q 检验, 若 $p < \alpha$, 说明各研究间存在异质性; 反之, 则认为各研究间是同质的。为了确保检验的合理性, 再通过 I^2 定量分析研究间的异质性。 I^2 值在 0% ~ 100% 间, 其值越大, 说明研究中存在的异质性就大。使用亚组分析判断研究间异质性来源, 采用逐个剔除单项研究, 观察剩余研究的合并效应量与总效应量差异的敏感性分析检验 Meta 分析结果的稳定性, 最后采用 Begg 秩相关法检验各研究间发表性偏倚。

2 结果

2.1 文献检索与筛选

共检索 1145 篇文献, 通过筛选, 最终纳入 23 篇研究, 图略。

2.2 纳入研究的基本特征与方法质量学评价

纳入研究的基本特征见表 1, 根据文献质量评价标准可知, 文献质量为 A 级的 13 篇、B 级 10 篇。

表 1 纳入 meta 分析研究的基本特征一览表

Table 1 List of basic characteristics included in the Meta-analysis

第一作者	发表年限	研究地区	样本比 T/C	年龄 (岁)		试验周期	运动方式	实验方案
				T/C	T/C			
Rhodes	2000	加拿大	20/18	68.8 ± 3.2/ 68.2 ± 3.5		3 个月	抗阻训练	75%1RM, 一周 3 次, 一次 30 min
Jessup	2003	美国	9/9	69.1 ± 2.8/ 69.4 ± 4.2		32 周	抗阻 + 有氧	一次 3 次, 一次 60—90 min, 50%1RM

续表

第一作者	发表年限	研究地区	样本比 T/C	年龄(岁) T/C	试验周期	运动方式	实验方案
Going	2003	美国	71/59	55.8 ± 4.7/ 57.1 ± 5	12 个月	有氧+抗阻+平衡	70% ~ 80% 1RM, 一周3次, 一次 40 min
Newste	2004	美国	25/28	56.7 ± 3.2/ 56.6 ± 4.1	12 个月	跳跃运动	一周3次, 一次 40 min
Villareal	2004	美国	65/47	83 ± 4/ 83 ± 4	9 个月	抗阻+有氧+平衡	85%1RM, 一周3次, 一次 30 min
Englund	2005	瑞典	21/19	72.8 ± 3.6/ 73.2 ± 3.9	12 个月	有氧+平衡+力量	一周2次, 一次 50 min
Korpelai	2006	芬兰	84/76	72.9 ± 1.1/ 72.8 ± 1.2	30 个月	跳跃+平衡	一周3次, 一次 60 min
Maddalo	2007	美国	29/29	52.3 ± 2.2/ 52.5 ± 2.4	12 个月	抗阻训练	70%1RM, 一周2次一次 50 min
Park	2008	日本	25/25	68.3 ± 3.6/ 68.4 ± 3.4	12 个月	抗阻+有氧	一周3次, 一次 60 min, 65%HRmax
Chuin	2009	加拿大	11/7	65.4 ± 3.5/ 67.4 ± 3.8	6 个月	抗阻训练	一周3次, 一次 60 min, 80%1RM
Kemmler	2010	德国	115/112	68.9 ± 3.9/ 69.2 ± 4.1	18 个月	有氧舞蹈	一周4次, 2次 60 min, 2次 20min
Slatkovs	2011	加拿大	68/67	59.6 ± 6/ 60.8 ± 5.5	12 个月	全身震动	一周7次, 一次 20 min, 30Hz
Marques	2011	葡萄牙	23/24	67.3 ± 5.2/ 67.9 ± 5.9	8 个月	抗阻训练	一周3次, 一次 60 min
Marques	2011	葡萄牙	30/30	70.1 ± 5.4/ 68.2 ± 5.7	32 周	有氧运动	一周2次, 一次 60 min
von Stenge	2011	德国	50/51	68.6 ± 3/ 68.1 ± 2.7	18 个月	有氧+抗阻+平衡	一周2次集训 60 min, 2次在家 20 min
Bolton	2012	澳大	19/20	60.3 ± 5.6/ 56.3 ± 4.7	12 个月	抗阻训练	中等强度一周3次一次 60 min
Chilibeck	2013	加拿大	86/88	55.3 ± 4.8/ 56.4 ± 5.2	12 个月	抗阻+有氧	力量一周2次, 有氧一周4次 80%1RM
Gualano	2014	巴西	15/15	63.6 ± 3.6/ 66.3 ± 6	24 周	抗阻训练	中等强度, 一周2次一次 30 min
Chilibeck	2014	加拿大	23/24	57 ± 4/ 57 ± 7	12 个月	抗阻训练	一周3次, 强度 80%1RM
Santinmed	2015	西班牙	19/18	82.3 ± 5.1/ 82.2 ± 6.4	8 个月	全身震动	一周2次, 一次 30 min
Liphardt	2015	加拿大	17/14	58.5 ± 3.3/ 59.1 ± 4.6	12 个月	全身震动	一周2—3次, 一次 10 min, 20Hz
Xiao	2016	北京	31/31	60.5 ± 3.1/ 59.6 ± 2.9	6 个月	毽子	一周5次, 一次 60 min
Duff	2016	加拿大	22/22	65.3 ± 4.6/ 65 ± 4.7	9 个月	抗阻训练	一周3次, 一次 30 min

2.3 Meta 分析结果

2.3.1 合成结果

Meta 分析显示, $I^2=91.8%$, $p<0.001$, 表明各研究结果间存在明显的异质性, 选择随机效应模型进行 Meta 分析, 结果可知, $SMD=0.65$, $95\%CI: 0.29 \sim 1.02$, $p=0.001$, 说明运动干预后两组之间的差异具有统计学意义, 与对照组相关, 运动组中老年女性骨密度明显提高。

2.3.2 亚组分析

从表 2 可知, 运动方式亚组中发现, 有氧运动干预和抗阻干预能明显提高中老年女性的骨密度 ($p<0.001$), 而全身震动和有氧联合抗阻干预后的差异不具有统计学意义 ($p>0.05$), 但不能解释研究间异质性的来源。干预强度亚组中发现, 无论低强度干预还是中高强度干预均能明显提高中老年女性骨密度, 效果量分别为 0.380 和 0.999, 也不是异质性的来源。发现中高强度干预后骨密度改善效果较好。干预周期亚组中发现, 干预周期小于 12 个月的亚组中研究间异质性较小, $I^2=39.5%$, 而干预周期大于 12 个月的亚组中的异质性较大, $I^2=95.2%$, 两组均能明显提高骨密度含量, 但周期越长干预效果越好。运动频率亚组中发现, 每周运动 3 次能明显改善骨密度, 其余各组均不能提高骨密度 ($p>0.05$), 每周运动 <3 次的亚组中没有异质性。干预时间亚组中发现, 干预时间为 30 min 或大于 30 min 组均能明显提高中老年女性骨密度含量 ($p<0.05$), 干预时间小于 30 min 组不能改善骨密度含量。研究发现运动方式、干预强度、干预周期、干预频率和干预时间不同不能解释研究间异质性的来源。同时也发现运动方式为有氧运动、抗阻运动, 干预强度为中高强度, 干预周期 ≥ 12 个月, 干预频率为每周 3 次, 干预时间为 30 min 或大于 30 min 的运动方案中老年女性骨密度含量提高效果较明显。

表 2 不同因素的亚组分析

Table 2 Subgroup analysis of different factors

研究特征	实验数	I^2 (%)	p 值	SMD	95%CI	SMD 的 p 值
运动方式						
全身震动	3	14.90	0.309	-0.188	-0.507 0.131	0.248
有氧运动	5	72.80	0.005	0.666	0.312 1.02	0.000
抗阻干预	10	79.90	0.000	0.646	0.194 1.098	0.005
有氧联合抗阻	5	97.50	0.000	1.076	-0.251 2.404	0.112

续表

研究特征	实验数	I^2 (%)	p 值	SMD	95%CI	SMD 的 p 值
干预强度						
低强度	13	80.50	0.000	0.380	0.076 0.683	0.014
中高强度	10	95.10	0.000	0.999	0.213 1.784	0.013
干预周期						
<12 个月	10	39.50	0.094	0.478	0.236 0.720	0.000
≥ 12 个月	13	95.20	0.000	0.762	0.188 1.337	0.009
运动频率						
<3 次	6	0.00	0.430	-0.080	-0.297 0.136	0.467
3 次	12	82.80	0.000	0.805	0.428 1.182	0.000
>3 次	5	97.30	0.000	0.991	-0.187 2.169	0.099
干预时间						
<30min	2	0.00	0.584	0.100	-0.345 0.546	0.659
30min	6	85.90	0.000	0.790	0.145 1.435	0.016
>30min	15	93.80	0.000	0.665	0.181 1.149	0.007

2.4 发表偏倚检验

可知，散点分布均匀，大部分都在漏斗去域内，Begg's 检验结果发现， $z=0.87$ ， $Pr>|z|=0.383$ ， $p>0.05$ ，表明研究间不存在发表偏倚，研究结果较可靠。

3 讨论

本研究发现运动干预后，与对照组相比，实验组中老年女性的骨密度含量明显提高（SMD=0.652，95%CI：0.288 ~ 1.015）。亚组分析发现，有氧运动干预和抗阻干预能明显提高中老年女性骨密度含量，效应量分别为 0.666 和 0.646，而全身震动和有氧联合抗阻干预无明显变化；干预强度不能解释研究间的异质性，低强度组和中高强度组均有较高的异质性，低强度组中老年女性骨密度含量明显提高（SMD=0.380），中高强度组女性骨密度明显提高（SMD=0.999）；干预周期也不能解释研究间的异质性，其干预周期 ≥ 12 个月组中存在较大的异质性，干预周期<12个月和 ≥ 12 个月组中老年女性骨密度均明显提高，效应量分别为 0.478 和 0.762 个，表明干预周期 ≥ 12 个月组中老年女性骨密度含量改善效果较好；运动频率与干预时间也不是研究间异质性的来源，研究发现每周运动<3次或>3次、每次运动<30min均不能提高中老年女性骨密度含量，每周运动3次、每次运动30min或>30min能明显提高中

老年女性骨密度含量。此外,还发现运动方式为有氧运动或抗阻运动、干预周期 ≥ 12 个月、干预强度为中高强度、每周运动3次、每次运动 ≥ 30 min 对中老年女性骨密度的改善效果最佳。为了确保 Meta 分析的可靠性,运用敏感分析发现,本研究结果较稳定、可靠。

4 结论

运动干预能明显提高中老年女性骨密度含量,是预防骨质疏松症的有效手段。由于研究间异质性较大,通过 Meta 回归分析、亚组分析探索研究间异质性的来源,同时发现最佳运动方案:运动方式为有氧运动或抗阻运动、干预周期 ≥ 12 个月、干预强度为中高强度、每周运动3次、每次运动 ≥ 30 min 对中老年女性骨密度的改善效果最佳。

参考文献

- [1] Hernlund E, Svedbom A, Ivergard M, et al. Osteoporosis in the European Union: medical management, epidemiology and economic burden [J]. Arch Osteoporos, 2013 (8): 136.
- [2] Hwang J S, Chan D C, Chen J F, et al. Clinical practice guidelines for the prevention and treatment of osteoporosis in Taiwan: summary [J]. J Bone Miner Metab, 2014, 32 (1): 10-16.
- [3] Englund U, Littbrand H, Sondell A, et al. A 1-year combined weight-bearing training program is beneficial for bone mineral density and neuromuscular function in older women [J]. Osteoporos Int, 2005, 16 (9): 1117-1123.
- [4] Liphardt A M, Schipilow J, Hanley D A, et al. Bone quality in osteopenic postmenopausal women is not improved after 12 months of whole-body vibration training [J]. Osteoporosis International, 2015, 26 (3): 911-920.
- [5] Slatkowska L, Alibhai S M H, Beyene J, et al. Effect of 12 months of whole-

- body vibration therapy on bone density and structure in postmenopausal women. A randomized trial [J] . Ann Intern Med, 2011 (155) : 668–679.
- [6] Chuin A, Labonté M, Tessier D, et al. Effect of antioxidants combined to resistance training on BMD in elderly women: A pilot study [J] . Osteoporos Int, 2009, 20 (7) : 1253–1258.
- [7] Park H, Kim K J, Komatsu T, et al. Effect of combined exercise training on bone, body balance, and gait ability: a randomized controlled study in community-dwelling elderly women [J] . J Bone Miner Metab, 2008, 26 (3) : 254–259.
- [8] Chilibeck P D, Vatanparast H, Pierson R, et al. Effect of exercise training combined with isoflavone supplementation on bone and lipids in postmenopausal women: a randomized clinical trial [J] . J Bone Miner Res, 2013, 28 (4) : 780 – 793.

Effect of Exercise Intervention on Bone Mineral Density in Middle-aged and Elderly Women: A Meta-analysis

Han Han

Department of Police Physical Education, Jiangsu Police College, Nanjing

Abstract: Objective: To systematically evaluate the effect of exercise intervention on the improvement of bone mineral density in middle-aged and elderly women. Methods: PubMed, Science Direct and other databases were

searched, and Revman5.3 software was used to evaluate the methodological quality of the included studies. Results: BMD was significantly improved in middle-aged and elderly women after exercise intervention (SMD=0.65, 95%CI: 0.29-1.02). Through subgroup analysis, it was found that aerobic exercise or resistance exercise, intervention period ≥ 12 months, intervention intensity of medium to high intensity, exercise 3 times a week, exercise ≥ 30 min each time had the best effect on improving bone mineral density in middle-aged and elderly women. Conclusion: Exercise intervention can significantly improve bone mineral density in middle-aged and elderly women, which is an effective means to prevent osteoporosis. It is recommended that the elderly follow the recommended exercise program, which is more conducive to delaying bone loss.

Key words: Exercise intervention; Middle-aged and elderly women; Bone mineral density; Meta analysis