

基于 Meta 分析不同强度体力活动对绝经妇女骨密度的影响

郭子肇,王骏昇,陈蕊雨

(首都体育学院 体育教育训练学院,北京 100191)

摘要: **目的** 通过 meta 分析系统评价不同强度体力活动对绝经妇女骨密度影响的比较,探讨适宜的运动处方。**方法** 通过在 CNKI、万方、Google Scholar、Web of Science 和 PubMed 等数据库进行检索,检索期限以建库至 2022 年 4 月为检索日期,收集不同强度运动对绝经妇女骨密度的 RCT 或 CCT 实验,使用 Review5.4 和 Stata17.0 对研究数据进行合并分析。**结果** 研究共纳入文献 11 篇,受试者共计 518 名绝经妇女。Meta 分析结果显示:相较于低强度运动组,高强度体力活动可显著改善绝经妇女腰椎区域的骨密度含量($SMD=0.45, 95\%CI=[0.05, 0.84], p=0.027$),而在股骨颈、大转子、髋关节和 Ward 三角区等部位并没有显著性差异,同时研究发现腰椎区域的研究存在较高的异质性 $I^2=68.5\%$,对其进行单因素 meta 回归分析和亚组分析后,并没有发现异质性来源。**结论** 根据最优效应量分析得出:适应于腰椎的最佳运动处方为在高强度训练下每周训练超过 3 次,训练时间 $\leq 30min$,干预周期 ≤ 6 周的冲击类运动(WB)在改善绝经妇女腰椎部位骨密度含量要明显好于低强度体力活动,对预防绝经后骨质疏松与骨折有着很好疗效。

关键词: 运动强度;绝经妇女;骨密度;Meta 分析

中图分类号: G804.26 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-983X(2023)01-0064-08

A Meta-analysis of Effects of Different Intensities of Physical Activity on Bone Mineral Density in Menopausal Women

GUO Zizhao, WANG Junsheng, CHEN Ruiyu

(School of Physical Education and Training, Capital Institute of Physical Education and Training, Beijing 100191, China)

Abstract: **Objective** To systematically evaluate the effect of different intensity physical activity on bone mineral density in postmenopausal women through meta-analysis, and to explore the appropriate exercise prescription. **Methods** By searching databases such as CNKI, Wanfang, Google Scholar, Web of Science, and PubMed, the retrieval period was from the establishment of the database to April 2022, and the RCT or CCT experiments of different intensity exercise on the bone mineral density of postmenopausal women were collected. Combined analysis of study data was performed using Review 5.4 and Stata 17.0. **Results** A total of 11 articles were included in the study, with a total of 518 postmenopausal women. Meta-analysis results showed that compared with the low-intensity exercise group, high-intensity physical activity could significantly improve the bone mineral density in the lumbar spine region of postmenopausal women ($SMD=0.45, 95\%CI=[0.05, 0.84], p=0.027$), and there was no significant difference in the femoral neck, greater trochanter, hip joint, and Ward's triangle. At the same time, the study found that there was a high heterogeneity $I^2=68.5\%$ in the study of the lumbar region. Univariate meta-regression analysis and subgroup analysis were carried out. After analysis, no source of heterogeneity was identified. **Conclusion** According to the analysis of the optimal effector amount, the best exercise prescription for the lumbar spine is to train more than 3 times a week under high-intensity training, training time ≤ 30 minutes, and the impact exercise (WB) of the intervention cycle ≤ 6 weeks is significantly better than that of low-intensity physical activity in improving the lumbar spine site of menopausal women, which has a good effect on the prevention of postmenopausal osteoporosis and fractures.

Keywords: exercise intensity; menopausal women; bone mineral density; meta-analysis

骨质疏松症是目前一种最常见的代谢性病症,其主要病理机制在于骨量减少以及骨组织内部结构恶化,使骨骼脆化而加大骨折风险^[1]。骨质疏松症作为增龄势的骨骼疾病,会随年龄阶段不同而患病率不同^[2]。相较于男性而言,女性在步入 50 岁之后,骨丢失量和速度会进入高增长状态,骨质疏松症患病率也呈现渐进式阶段^[3]。此外,妇女峰值骨量本就要低于男

收稿日期:2022-07-01

第一作者简介:郭子肇(1999~),男,山西吕梁人,在读硕士,研究方向:身体运动功能训练。

通讯作者简介:王骏昇(1984~),男,山东烟台人,博士,副教授,研究方向:技能类项目训练理论与方法, E-mail:wangjunsheng@cupes.edu.cn。

性,在绝经后其骨丢失速度会明显加快,以致绝经妇女骨质疏松患病率居高不下^[4]。根据国际骨质疏松症基金会的数据显示,全球大约有两亿妇女患有骨质疏松症,而超过 50 岁的绝经妇女可能会因为骨质疏松而致使骨折^[5]。而流行病学统计指出,骨质疏松骨折的主要发病部位多以髌部和脊柱为主,2010 年国内骨折病例患者共计 233 万例,其中 111 万名患者处于脊椎骨折,36 万名患者髌部骨折,预估到 2050 年,全国新增的病例数将增至 599 万,所造成的成本也将上升至 2 543 亿美元^[6]。因此,考虑到骨质疏松骨折给医疗体系带来的巨大负担,治疗与预防骨质疏松疾病,特别是对绝经的中老年妇女,就成为国家卫生的优先事项之一。

运动可作为有效预防骨质疏松性骨折发生的非药学措施,已有医学研究表明,绝经妇女在运动后骨强度要明显高于非运动组,同时骨质疏松发生率仅为非运动组的一半^[7]。在现阶段国内已有大量研究系统评价体力活动对绝经妇女骨密度影响,但这些研究重点集中于单一干预措施的影响,例如广场舞^[8]、太极运动^[9-10]、八段锦^[11]等,也有部分比较干预措施类型的影响,例如以抗阻训练为主,通过纳入多种不同形式的训练,对绝经后骨质疏松患者骨密度进行探究分析^[12]。这些研究成果共同证实了体力活动可有效改善绝经妇女骨密度,但相关运动处方的训练强度、训练频率、训练周期均未作出详细描述。此外,国外有研究针对运动强度进行相关荟萃分析,一项研究分析总结了不同强度运动对成年骨密度的影响,但由于涉入群体不同致使无法确定适用于绝经妇女的强度运动^[13]。两项系统综述报道了运动强度对绝经妇女骨骼的影响,但随机对照试验中对对照组均选取无运动群体,难以证实运动强度影响骨密度的关键^[14-15]。因此本文将合并国内外期刊中不同强度训练对绝经妇女的 RCT 或 CCT 文献,通过 meta 分析量化合成汇总,根据运动强度的分类检验不同区域骨密度的影响,为后期研究提供理论参考。

1 资料与方法

1.1 数据库文献检索

研究结果严格遵循系统评价和荟萃分析所报告条目的流程进行^[16],在不同强度体力活动对绝经妇女不同区域骨密度的随机对照试验进行文献检索。通过在 CNKI、万方、Google Scholar、Web of Science 和 PubMed 数据库搜索 2022 年 4 月 12 日之间所发表的文献,语种限定为中英文。中检索主题词包含有“高强度”“低强度”“运动强度”“运动”“体力活动”“绝经妇女”“骨密度”“骨质疏松症”等组合;英文检索词包含有“Exercise intensity”“Exercise”“High intensity”“Low intensity”“Postmenopausal women”“Bone density”“Osteoporosis”等组合进行检索。

1.2 文献纳入和排除标准

纳入标准:1)研究类型属于 RCT 或 CCT 试验,比较高强度和中等强度/低强度训练;2) 干预措施为各类型体力活动,可划分为阻力训练(RT)、冲击/有氧类训练、综合类运动;3)实验对象为绝经后妇女或绝经后骨质疏松症患者;4) 结局指标包括有腰椎、股骨颈、大转子、髌关节和 Ward 三角区域的骨密度(BMD)。排除标准:1)干预措施为全身振动或刺激类疗法的

研究;2)研究有关动物的实验文献或综述类文献;3)排除全文中未报告详细数据结果、数据重复和主题不符的研究。

1.3 资料提取

由两位相关专业人员根据研究任务以及筛选标准,提取文献中指标数据,包括第一作者、发表年份、样本量、干预措施、结局指标等,过程中如有异议,由第三位检索人员进行决定。

1.4 文献质量评价

所纳入的研究均由两名独立的评分人员进行质量评估分析,观点不一致时,由专家参与讨论解决。根据 Cochrane 偏倚风险方法进行评分,主要从以下 6 个领域进行评价文献方法学,包括随机分配方法、分配隐藏、盲法、不完全结局资料、选择性结局报告和其他偏倚来源。其中每条指标按照“低风险偏倚”“偏倚不确定”“高风险偏倚”进行划分。将文献质量分为 3 个等级:A 级(含 4 个或 4 个以上低风险)、B 级(含 2~3 以上低风险)C 级(含 1 个或不含低风险)^[17]。

1.5 统计学分析

本研究使用 Stata17.0 和 Revman5.4 对所选数据进行分析,通过 Revman 软件制作文献质量评价图,meta 软件进行汇总分析、异质性检验、亚组分析以及回归分析。连续性变量选用 95%置信区间(95%CI)标准化均数差(SMD)进行合并统计分析。在 Meta 分析前,需要对所纳入的文献进行异质性检验,采用 Q 检验和 I^2 统计量来检验,当 $0\% < I^2 < 50\%$ 时表明各研究之间存在低异质性,利用固定效应模型进行合并分析;反之,则认为研究存在较高异质性,利用随机效应模型进行合并分析。通过 Egger 法检验研究的发表偏倚程度,当 $p \leq 0.05$ 时则表明存在发表偏倚。此外,使用亚组分析和回归分析检验异质性来源,并对所纳入的研究进行敏感性分析来验证结果的可靠性。所有统计计算结果均由 Stata 软件完成,且只有 $p < 0.05$ 才被认为具有统计学差异。

2 研究结果

2.1 文献筛选流程及结果

在中英文数据库中检索文献共计 724 篇,在通过计算机剔除重复文献后获得 366 篇,其次,剔除不符合标准的文献,包括动物类试验、综述类以及 Meta 分析等共获得文献 185 篇,再排除不符合受试者情况、干预指标以及干预措施的情况后获得 30 篇文献,最后通过全文阅读筛选,最终纳入文献 11 篇。详细筛选图见图 1。

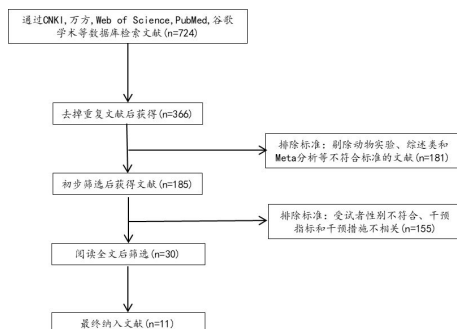


图 1 文献筛选流程图

2.2 纳入研究的基本特征

所纳入的 11 篇文献均属于 RCT 或 CCT 试验,其中有 5 项研究重点将阻力训练作为干预手段,4 项研究对绝经妇女采取冲击干预训练,2 项研究将混合式训练 RT/WB 作为运动方案。本研究将运动强度划分为:实验组-高强度训练,对照组-中低强度训练,并未对其制定具体强度标准。此外,研究的干预周期为 1 个月到 18 个月不等;训练频率采用每周 2 次到 7 次;在干预试验的运动时间中,除钟微外,其余研究均列出运动时间,范围为 30~75min。所纳入研究的受试样本量共 518 人,其中高强度组 263 人,低/中强度组 255 人,具体信息见表 1。

2.3 质量评估结果

图 2 显示了所纳入研究质量评估的综合偏倚图,其中有 3 项领域的研究全部为低风险,分别是随机分配方法、选择性结局报告和其他偏倚来源领域;在分配隐藏领域中,仅有 2 项研究明确提到且被评为低风险,而在盲法与不完全结局资料领域中,则至少有 3 项研究存在高风险。根据文献质量评价标准划分等级:A 级 8 篇、B 篇 3 篇。

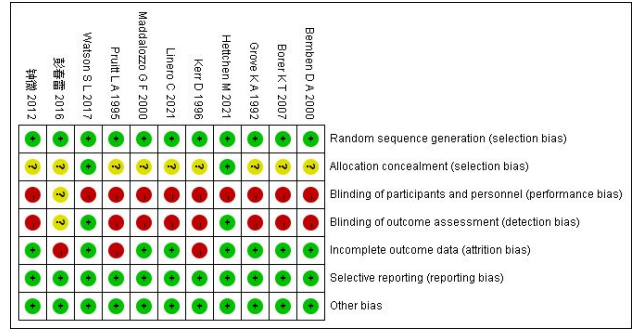


图 2 纳入风险偏倚图

2.4 Meta 分析结果

2.4.1 不同强度运动对腰椎骨密度影响的比较

所纳入的文献中,共 10 项研究记录了不同强度运动后绝经妇女腰椎骨密度的变化情况,对数据进行合并效应量后显示, $I^2=68.5\%$, $p=0.001$,表明研究之间具有较高的异质性,固选取随机效应模型对其进行分析。根据图 3 结果可知,高强度运

表 1 纳入文献基本特征

第一作者,年份	年龄/岁	干预周期 (月)	样本量		运动时间(min)	运动频率 (次/周)	运动强度	运动形式	结局指标
			干预组	对照组					
Bemben D A, 2000 ^[18]	51.4 ± 5.5	6	10	7	60	3	HI:80%1RM LI:40%1RM	DRT(主要肌群)	(1)(2)(3)(4)(5)
Grove K A, 1992 ^[19]	56.0 ± 4.5	12	5	5	60	3	HI:GRF ≥ 2 × BW LI:GRF ≤ 1.5 × BW	HWB; 跳跃 LWB; 走路、跳舞	(1)
Pruitt L A, 1995 ^[20]	68.3 ± 3.0	12	8	7	60	3	HI:80%1RM LI:40%1RM	DRT(主要肌群)	(1)(2)(4)(5)
Watson S L, 2017 ^[21]	65 ± 5	8	43	43	30	2	HI:80%~85%1RM LI:60%1RM	DRT/WB	(1)(2)
彭春雷, 2016 ^[22]	55.2 ± 5.7	6	17	20	30 ~ 35	4	HI:(220-年龄) × (80%-90%) LI:(220-年龄) × (35 ~ 60%)	快步走	(1)
钟微, 2012 ^[23]	56.8 ± 4.0	1	105	105	NR	7	HI: > 6METs LI: < 3METs	PA(有氧运动)	(1)(3)(5)
Borer K T, 2007 ^[24]	58.1 ± 1.09	7	9	7	60	5	HI: ≈ 6.4km/h LI: ≈ 5.5km/h	快步走	(1)(4)
Hettchen M, 2021 ^[25]	53.6 ± 2.0	18	27	27	60	3	HI:(80-85%HRmax), 85%1RM LI:(NR)	DRT/WB/ 有氧运动	(1)(4)
Kerr D, 1996 ^[26]	58.4 ± 3.1	12	23	19	20 ~ 30/45 ~ 60	3	HI:=75~80%1RM LI:=55~60%1RM	DRT(主要肌群)	(2)(3)(5)
Linero C, 2021 ^[27]	56.43 ± 0.72	3	7	6	20 ~ 30	3	HI:=60~80%1RM LI:=30%1RM	DRT(主要肌群)	(1)(2)
Maddalozzo G F, 2000 ^[28]	52.8 ± 3.3	6	9	9	75	3	HI: 70~90% 1RM LI: 40~60% 1RM	DRT(主要肌群)	(1)(2)(3)(4)

注: DRT: 动态阻力训练; WB: 冲击性训练; 1RM: 一次性最大重量; HI: 高强度组; LI: 低强度组; 结局指标腰椎、股骨颈、大转子、髌关节、Ward 三角; METs: 身体活动的强度; HRmax: 最大心率; GRF: 地面反作用力

动对绝经妇女腰椎骨密度的影响要优于低强度运动 ($SMD=0.45, 95\% CI=[0.05, 0.84], p=0.027$), 具有统计学差异。

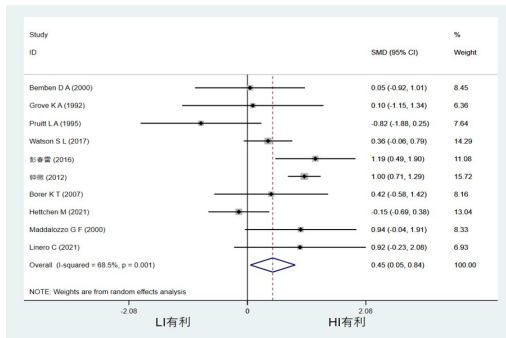


图 3 不同强度运动对绝经妇女腰椎的比较

2.4.2 不同强度运动对股骨颈骨密度影响的比较

共有 7 篇文献研究报道了不同强度运动后绝经妇女股骨颈骨密度的情况, 对所纳入研究进行合并效应量分析显示, $I^2=91.8\%, p=0.000$, 表明研究间存在高度异质性, 需要采用随机效应模型进行汇总分析。由图 4 可知, 高强度运动对绝经妇女股骨颈骨密度影响更为有利 ($SMD=0.50, 95\% CI=[-0.37, 1.36]$, $p=0.261$), 但两种强度之间的运动并不存在显著性差异。

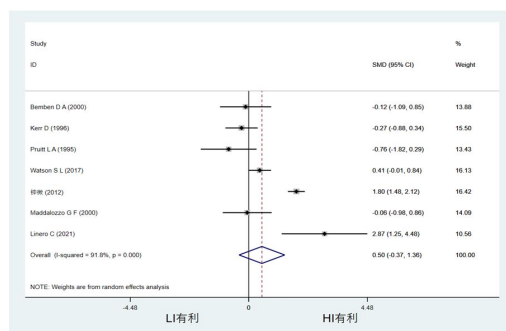


图 4 不同强度运动对绝经妇女股骨颈的比较

2.4.3 不同强度运动对大转子骨密度影响的比较

共有 4 项研究描述了不同强度运动对绝经妇女大转子骨密度的影响, 通过对 4 项研究数据进行合并分析后发现, $I^2=73.2\%, p=0.011$, 说明在研究之间具有高度的异质性差异, 应利用随机效应模型进行合并分析。根据图 5 的 Meta 分析可知, 相比于低强度运动, 高强度运动对绝经妇女大转子骨密度改善效果更佳 ($SMD=0.51, 95\% CI=[-0.09, 1.11]$, $p=0.096$), 但两组运动之间的差异并不显著。

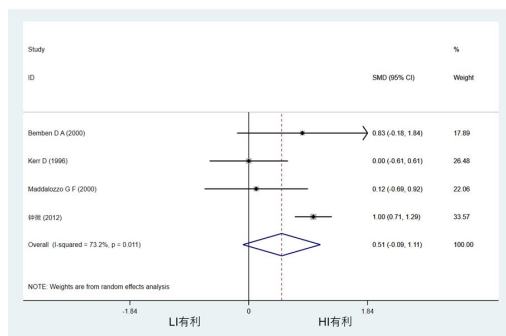


图 5 不同强度运动对绝经妇女大转子的比较

2.4.4 不同强度运动对髋关节骨密度影响的比较

在纳入的文献之中, 共有 5 项研究报道了不同强度运动对绝经妇女髋关节骨密度的变化情况, 经过对纳入数据的合并分析后得知, $I^2=74.4\%, p=0.004$, 表明研究之间存在高度的异质性差异, 需要选取随机效应模型进行汇总分析。根据图 6 的 Meta 分析可知, 高强度运动对绝经妇女髋关节骨密度改善程度更大 ($SMD=0.29, 95\% CI=[-0.50, 1.07]$, $p=0.471$), 但两组之间差异性并不具有统计学意义。

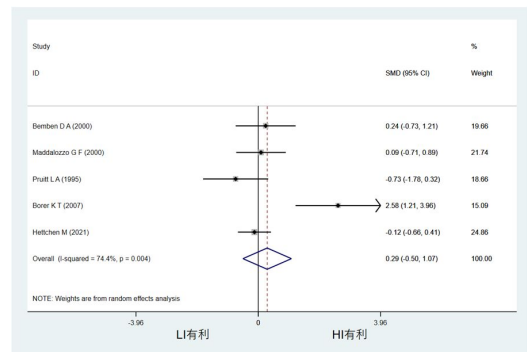


图 6 不同强度运动对绝经妇女髋关节的比较

2.4.5 不同强度运动对 Ward 三角骨密度影响的比较

共有 4 篇文献详细描述了不同强度运动对绝经妇女 Ward 三角骨密度的变化情况, 通过对纳入文献进行合并汇总分析后发现, $I^2=96.4\%, p=0.000$, 各项研究之间存在高度的异质性, 需要选取随机效应模型进行分析。根据图 7 的 Meta 分析显示, 高强度运动在改善绝经妇女 Ward 三角区与低强度运动并无显著性差异 ($SMD=-0.04, 95\% CI=[-1.82, 1.73]$, $p=0.963$)。

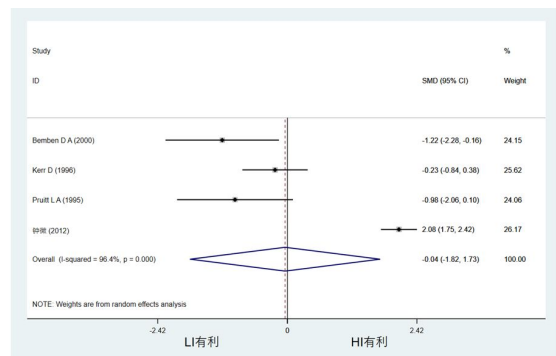


图 7 不同强度运动对绝经妇女 Ward 三角的比较

2.4.6 Meta 回归分析

通过对研究数据进行合并分析后, 发现仅有腰椎区域骨密度发生显著性变化, 同时异质性检测发现研究之间具有较高的异质性 $I^2=68.5\%$, 为探索影响异质性的各种参数来源, 需采用单因素 Meta 回归分析对各要素异质性特征进行检验。以对象年龄、发表年份和总样本量为协变量进行单因素 Meta 回归分析 (表 2), 3 项研究特征的回归模型拟合度分别为 $Tau^2=0.239$ 、 $Tau^2=0.243$ 和 $Tau^2=0.193$, 且 $p>0.05$, 说明对象年龄、发表年份和总样本量并非异质性的参数来源。详见表 2、图 8。

表 2 不同特征的单因素 Meta 回归分析

协变量	回归系数	标准误差	t	p> t	95%CI
对象年龄	0.958	0.039	-1.06	0.319	[0.872, 1.051]
发表年份	1.021	0.022	0.98	0.357	[0.972, 1.072]
总样本量	1.003	0.003	1.20	0.265	[0.997, 1.009]

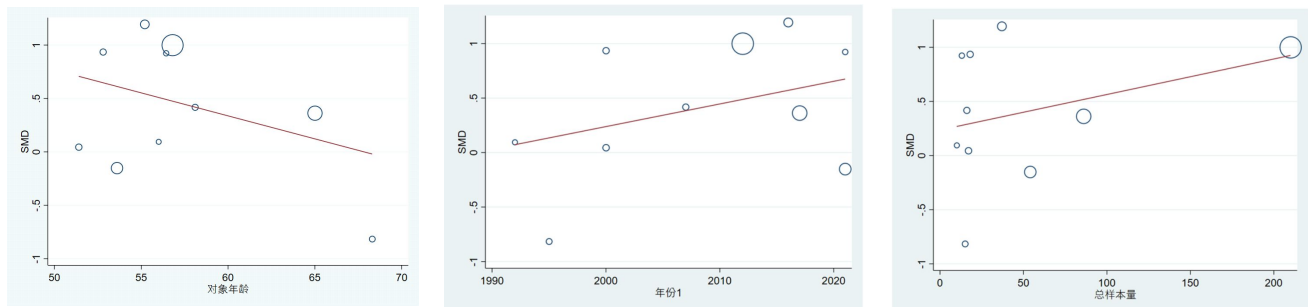


图 8 不同特征的单因素 Meta 回归分析

2.4.7 亚组分析

训练参数的不同可能是引起腰椎异质性的的重要因素,因此根据高强度训练特征对干预周期、训练形式、训练频率和训练时间进行亚组分析,亚组分析结果显示,干预周期、训练形式、训练频率和训练时间均不能作为异质性来源的参数。同时研究发现干预周期 ≤ 6 个月、每周训练频率 >3 次、训练时间 $\leq 30\text{min}$ 的冲击类运动(WB)对改善绝经妇女腰椎骨密度效果最好,如表3所示。

2.4.8 敏感性分析

敏感性分析是通过改变条件假设来验证结局真实性的方法,一般用于检验 Meta 分析是否可靠,在此次 Meta 分析中以逐篇剔除文献法来验证其可靠性,在剔除单项研究后,观察改变条件后的合并效应量与未剔除文献时的总效应量差异。研究结果显示,在逐篇剔除文献后合并效应量仍能保持在总效应量 95%CI 的范围内,即剔除文献后并未对总效应量发生显著影响,说明此次 Meta 分析结果稳定、可靠,具有一定说服力。

2.4.9 发表性偏倚

此次 Meta 分析中根据绝经妇女骨区域划分并合并效应量,通过采用 Egger 法检验是否存在发表偏倚。分析结果显示,各项指标偏倚漏斗图分布均匀,且可信区间都包含零,其中腰椎检验结果为 $p>|t|=0.219$;股骨颈 $p>|t|=0.261>0.05$;大转子 $p>|t|=0.303>0.05$;髋关节 $p>|t|=0.332>0.05$;Ward 三角 $p>|t|=0.063>0.05$,说明研究不存在发表偏倚。

3 讨论

此研究的主要目的是对所选 RCT 或 CCT 研究进行荟萃分析,评价不同强度体力活动对绝经妇女不同骨区域骨密度的影响,其次是根据适宜强度协助提供最佳运动方案的模式证据。Meta 分析结果表明,相较于低强度对照组,高强度体力活动在改善绝经妇女腰椎有更好的疗效,在其他骨区域方面并未表现出显著性差异。先前已有研究比较不同强度对骨密度的影响,例如 Kast 评估了两种强度对腰椎和股骨颈的影响分析,但汇总结果与本结果并不一致^[13]。造成结果分歧的原因可能在于所涉入群体性别比例存在差异,即后一项研究涉及群体为成年男女参与者。相对于绝经妇女群体,在绝经后雌激素产生会受到抑制或缺乏,致使骨之间动态失衡,更容易造成

表 3 不同特征的亚组分析结果(腰椎)

研究特征	指标分类	试验数	SMD	95%CI	F(%)	p	SMD 的 p 值
干预周期	≤ 6 月	5	0.96	[0.71, 1.20]	0	0.413	0.000
	>6 月	5	0.06	[-0.32, 0.45]	28.0	0.235	0.750
运动频率	≤ 3	7	0.18	[-0.20, 0.57]	37.0	0.146	0.352
	>3	3	0.99	[0.73, 1.24]	0	0.453	0.000
训练时间	≤ 30	2	0.43	[0.03, 0.83]	0	0.373	0.035
	>30	7	0.27	[-0.26, 0.80]	60.4	0.019	0.315
	RT	4	0.27	[-0.54, 1.07]	58.5	0.065	0.515
运动形式	WB	4	0.92	[0.59, 1.25]	14.1	0.322	0.000
	WB+RT	2	0.13	[-0.37, 0.63]	54.0	0.140	0.605

表 4 不同区域的发表偏倚

区域	回归系数	标准误差	<i>t</i>	<i>p> d </i>	95%CI
腰椎	-1.489	1.117	-1.33	0.219	[-4.066, 1.087]
股骨颈	-3.358	2.652	-1.27	0.261	[-10.170, 3.459]
大转子	-2.492	1.811	-1.38	0.303	[-10.280, 5.299]
髋关节	3.089	2.675	1.15	0.332	[-5.424, 11.600]
Ward 三角	-9.357	2.456	-3.81	0.063	[-19.920, 1.209]

女性骨质疏松的发生^[29]。根据这一研究结果,我们将受试者缩小并精确化,并将亚组分析扩充到干预频率和干预时间,将运动类型 RT 和 WB 明确分类,划分运动周期制定运动处方。考虑到目前尚未见有针对绝经妇女骨密度的运动强度比较分析发表,本研究是目前首个比较不同强度体力活动对绝经妇女骨密度影响的 meta 分析。

高强度体力活动对绝经妇女骨密度的改善作用现已初步得到证实^[21,30-31],相比于中低强度运动,高强度运动在延缓绝经妇女骨密度下降的效果是更优^[22,26]、更差^[20,32]还是相似^[24],当前的研究结论并未一致。尽管我们在研究中已经证实腰椎骨密度与运动强度存在正相关关系,但各项研究之间尚存较高的异质性 $I^2=68.5\%$,因此我们对其进行 meta 回归分析初次检验异质性来源。以实验对象年龄、样本量以及文献发表年限为协变量后并未检验出参数来源, $p>0.05$,为进一步探究异质性来源,本研究根据运动频率、每周运动次数、运动形式和每周运动时间来进行亚组分析,结果显示,亚组中干预周期与运动频率尽管同质性较好,但研究之间不存在统计学差异,因此也不能作为异质性来源。目前现有证据还不足以证明造成两种运动强度之间异质性的原因,因此后续仍需要补充对照试验研究来深入探究。

在所有骨区域结果中,腰椎是运动干预效果最敏感的部位,这与之前的元分析结果一致,这些分析均报告了运动对腰椎的影响程度要远高于其他测试部位^[33-34]。其次,有研究认为腰椎骨密度的增加与运动强度依从性有关,运动负荷量与骨反应之间保持正相关,在高强度下运动时骨骼适应能力要远高于中等或低强度运动^[14]。在大部分高强度刺激性运动下,肌肉对附着于腰椎的牵拉力更为强烈,能提供更为有效的适应性刺激,在抗阻训练与负重训练下,腰椎会因受到对抗而产生外力作用,致使脊柱所承受相当一部分的运动负荷。根据 Wolff 定律:在应力作用下,运动会使骨内电位发生变化,在负荷量增加的同时转变负电位,使之与 Ca^{2+} 离子结合促进成骨生成,从而使得脊柱受多种强度的负荷刺激,当刺激超过阈值上限时,腰椎骨量也将随之增长^[35]。

本研究发现,影响训练所在的两种强度类别在绝经妇女股骨颈、大转子、髋关节和 Ward 三角部位下并没有产生显著性差异。此项结果与先前元分析部分结果一致,Melanie 在研究中表明,高强度运动对股骨颈骨密度刺激作用不明显,而在全髋关节方面,中等强度干预效果要大于低强度干预,在高强度类别上也未检测到对全髋关节有显著性影响^[15]。迄今为止,在已发表文献中,暂未见荟萃分析明确比较了运动强度对大转子、Ward 三角以及全身骨量的影响研究,尽管有元研究报

告了运动强度下 RT 和 WB 对绝经妇女前臂骨密度有显著的改善效果^[36],但目前还尚未清楚效果轻微是否是由于部位力量不足,还是施加负荷量不够,或者是实验设计的方法学以及严谨性问题对试验结果产生的影响。

在 meta 回归分析中检测了受试者年龄、文献发表年限和样本量与结果变量之间的相关性,结果发现这三个变量对结果并没有产生显著影响,且关联性较小。有研究曾报告了年龄对结果的影响程度,其中有部分表明两者之间具有相关性^[17],而有的研究则表示没有^[37-38]。总所周知,女性群体在步入 60 岁以后将处于绝经晚期状态,此阶段骨质流失速度加快,成骨细胞以及激素水平都将下降,运动能力持续减弱等原因都可能是造成影响的因素之一,但目前还未能明确观察到结果是否与这些因素有关。其次我们在亚组中发现,干预周期 ≤ 6 个月、运动时间 $\leq 30\text{min}$ 后,症状会有明显的好转,相反,时间越长周期越久,改善效果越弱,其原因可能是在长期的锻炼中,腰椎逐步适应所受的外力刺激,同时成骨细胞所接受的刺激程度有所下降,使腰椎区域骨量增加减弱^[37]。同样运动强度也可能受运动类型的影响,我们将运动类型分为 RT、WB 和综合类运动(RT+WB),在亚组中发现,高强度下的冲击类运动对增加腰椎区域骨密度效果较好,其余两种运动未表现出统计学差异。Chien 在研究中发现,在自身负载的冲击性运动后,腰椎骨密度明显增加了 2.0%,而对照组减少 2.3%^[39]。高强度冲击性运动本质是通过肌肉牵引使机体机械性运动或地面反作用力产生刺激,当人体触地瞬间将反作用力传至肌肉系统,由于肌肉系统无法全部承受反作用力,因而部分力直接作用与人体骨骼,进而促使人体骨骼硬化^[40]。

局限性:1)本研究并没有完全区分低、中、高强度界限,在强度类别方面的试验数量相对较少,在统计数据时可能会存在一定偏差;2)在研究中未能对服用骨科药物人群与健康人群进行区分,同时由于研究人群地区并不一致,可能会导致结果产生差异;3)本研究所纳入的干预方案不尽相同,可能会产生结果偏倚;此外,部分指标的纳入文献较少,可能会对文献准确性提出验证。

4 结论

根据最优效应量分析得出:适应于腰椎的最佳运动处方为在高强度训练下每周训练超过 3 次,训练时间 $\leq 30\text{min}$,干预周期 ≤ 6 周的冲击类运动(WB)在改善绝经妇女腰椎部位骨密度含量要明显好于低强度体力活动,对预防绝经后骨质疏松与骨折有着很好疗效。

参考文献:

- [1] EASTELL R, O'NEILL T W, HOFBAUER L C, et al. Postmenopausal osteoporosis[J]. Nature reviews Disease primers, 2016, 2(1):1-16.
- [2] SERIOLO B, PAOLINO S, CASABELLA A, et al. Osteoporosis in the elderly[J]. Aging clinical and experimental research, 2013, 25(1):27-29.
- [3] 朱洁云, 高 敏, 宋秋韵, 等. 中国老年人骨质疏松症患病率的 Meta 分析[J]. 中国全科医学, 2022, 25(3):346-353.
- [4] 吴 华, 吴纪饶. 绝经女性骨质疏松的运动干预[J]. 中国临床康复, 2005(04):168-169.
- [5] COSMAN F, DE BEUR S J, LEBOFF M S, et al. Clinician's guide to prevention and treatment of osteoporosis[J]. Osteoporosis international, 2014, 25(10):2359-2381.
- [6] SI L, WINZENBERG T M, JIANG Q, et al. Projection of osteoporosis-related fractures and costs in China:2010-2050[J]. Osteoporosis International, 2015, 26(7):1929-1937.
- [7] 叶蓁蓁, 易剑锋, 潘建西. 运动与绝经后女性骨强度? 体成分及性激素的关系[J]. 解剖学报, 2021, 52(3):473-478.
- [8] 闫世蕃, 陈乐琴. META 分析: 习练广场舞对绝经后妇女骨密度的影响[J]. 四川体育科学, 2020, 39(1):48-51.
- [9] 郝建英, 谢保城. 太极运动对绝经期后妇女骨密度影响的系统评价[J]. 中国老年学杂志, 2019, 39(12):2941-2946.
- [10] 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.
- [11] 陈艺曦, 云 洁, 刘芯言, 等. 八段锦防治绝经后女性骨质疏松的 Meta 分析[J]. 按摩与康复医学, 2022, 13(11):41-47.
- [12] 梁艳婷, 尚红彦, 邢曼霞, 等. 抗阻训练对绝经后患者骨密度影响的 Meta 分析[J]. 中华护理杂志, 2019, 54(11):1722-1728.
- [13] KAST S, SHOJAA M, KOHL M, et al. Effects of different exercise intensity on bone mineral density in adults: a comparative systematic review and meta-analysis[J]. Osteoporosis International, 2022. DOI: 10.1007/s00198-022-06329-7.
- [14] KISTLER-FISCHBACHER M, WEEKS B K, BECK B R. The effect of exercise intensity on bone in postmenopausal women (part 1): A systematic review[J]. Bone, 2021. DOI:10.1016/j.bone.2020.115696.
- [15] KISTLER-FISCHBACHER M, WEEKS B K, BECK B R. The effect of exercise intensity on bone in postmenopausal women (part 2): A meta-analysis[J]. Bone, 2021. DOI:10.1016/j.bone.2020.115697.
- [16] LIBERATI A, ALTMAN D G, TETZLAFF J, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration[J]. Journal of clinical epidemiology, 2009, 62(10):e1-e34.
- [17] 吴志建, 王竹影, 宋 彦, 等. 运动锻炼干预对我国中老年女性骨密度影响的 meta 分析[J]. 首都体育学院学报, 2019, 31(1):91-96.
- [18] BEMBEN D A, FETTERS N L, BEMBEN M G, et al. Musculoskeletal responses to high- and low-intensity resistance training in early postmenopausal women[J]. Med Sci Sports Exerc, 2000, 32(11):1949-1957.
- [19] GROVE K A, LONDEREE B R. Bone density in postmenopausal women: high impact vs low impact exercise[J]. Medicine and Science in Sports and Exercise, 1992, 24(11):1190-1194.
- [20] PRUITT L A, TAAFFE D R, MARCUS R. Effects of a one - year high - intensity versus low-intensity resistance training program on bone mineral density in older women[J]. Journal of Bone and Mineral Research, 1995, 10(11):1788-1795.
- [21] WASTSON S L, WEEKS B K, WEIS L J, et al. High-intensity resistance and impact training improves bone mineral density and physical function in postmenopausal women with osteopenia and osteoporosis: the LIFTMOR randomized controlled trial[J]. Journal of Bone and Mineral Research, 2018, 33(2):211-220.
- [22] 彭春雷, 钱志远, 温仲民. 不同程度有氧运动对绝经后骨质疏松患者骨密度和雌激素水平影响的研究[J]. 中国血液流变学杂志, 2016, 26(1):101-103.
- [23] 钟 微, 李静静, 黄振武, 等. 绝经后妇女体力活动水平与骨密度的关系[J]. 卫生研究, 2012, 41(2):215-219.
- [24] BORER K T, FOGLEMAN K, GROSS M, et al. Walking intensity for postmenopausal bone mineral preservation and accrual[J]. Bone, 2007, 41(4):713-721.
- [25] HETTCHEN M, VON STENGEL S, KOHL M, et al. Changes in menopausal risk factors in early postmenopausal osteopenic women after 13 months of high-intensity exercise: The randomized controlled ACTLIFE-RCT[J]. Clinical Interventions in Aging, 2021. DOI:10.2147/CIA.S283177.
- [26] KERR D, MORTON A, DICK I, et al. Exercise effects on bone mass in postmenopausal women are site-specific and load - dependent[J]. Journal of bone and mineral research, 1996, 11(2):218-225.
- [27] LINERO C, CHOI S J. Effect of blood flow restriction during low-intensity resistance training on bone markers and physical functions in postmenopausal women[J]. Journal of Exercise Science & Fitness, 2021, 19(1):57-65.
- [28] MADDALOZZO G F, SNOW C M. High intensity resistance training: effects on bone in older men and women[J]. Calcified tissue international, 2000, 66(6):399-404.
- [29] GORDON J L, EISENLOHR -MOUL T A, RUBINOW D R, et al. Naturally occurring changes in estradiol concentrations in the menopause transition predict morning cortisol and negative mood in perimenopausal depression[J]. Clinical Psychological Science, 2016, 4(5):919-935.
- [30] ENGELKE K, KEMMLER W, LAUBER D, et al. Exercise maintains bone density at spine and hip EFOPS: a 3-year longitudinal study in early postmenopausal women[J]. Osteoporosis international, 2006, 17(1):133-142.
- [31] UUSI-RASI K, KANNUS P, CHENG S, et al. Effect of alendronate and exercise on bone and physical performance of postmenopausal women: a randomized controlled trial[J]. Bone, 2003, 33(1):132-143.
- [32] 张 敏. 不同强度健步走对绝经女子骨密度影响的比较[D]. 湖北大学, 2006.
- [33] ZHAO R, ZHAO M, XU Z. The effects of differing resistance training modes on the preservation of bone mineral density in postmenopausal women: a meta-analysis[J]. Osteoporosis international, 2015, 26(5):1605-1618.
- [34] MARTYN-ST JAMES M, CARROLL S. A meta-analysis of impact exercise on postmenopausal bone loss: the case for mixed loading exercise programmes[J]. British journal of sports medicine, 2009, 43(12):898-908.
- [35] 周 勇. 运动锻炼防治绝经女性腰椎 L₂₋₄ 骨质疏松的作用[J]. 中国运动医学杂志, 2003(01):72-74.
- [36] BABATUNDE O O, BOURTON A L, HIND K, et al. Exercise interven-

tions for preventing and treating low bone mass in the forearm: a systematic review and meta-analysis[J]. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2020, 101(3):487-511.

[37] 吴志建,王竹影,胡冰倩,等.运动锻炼改善绝经后妇女骨密度效果的 meta 分析[J].中国康复医学杂志,2020,35(8):963-971.

[38] MOHAMMAD RAHIMI G R, SMRAT N A, LIANG M T C, et al. The impact of different modes of exercise training on bone mineral density in older postmenopausal women: A systematic review and meta-

analysis research[J]. Calcified tissue international, 2020, 106(6): 577-590.

[39] CHIEN M Y, WU Y T, HSU A T, et al. Efficacy of a 24-week aerobic exercise program for osteopenic postmenopausal women[J]. Calcified tissue international, 2000, 67(6):443-448.

[40] 郭 翔,夏慈忠.不同类型运动对中老年人肌力、骨密度影响研究[J].中国骨质疏松杂志,2017,23(5):599-605.

(上接第14页)

意义与时代价值,例如,在开幕式现场内嵌各参赛国家(地区)名称的雪花、在影像冰球反复撞击下冰雪五环从冰立方中破冰而出的“破冰”行为等都作为一个个结合了中华民族文化和奥林匹克理念的象征符号,既拓展与更新了中国国家形象符号系统,更共同表征了“世界大同、天下一家”这一具有“支配性象征符号”意味的开幕式文化理念,实现了对包含中国传统农耕文化重要产物——“二十四节气”等文化意涵在内的精彩展演。

3.3 制造文化认同:共同体身份的持续言说以强化身份认同

传统仪式空间中的仪式活动的开展往往依赖于仪式参与者的“身体共在”而创造共享的情感体验,以实现情感凝聚与身份认同。当下,网络媒介重构了大众互动方式,在网络空间可突破“身体共在”的物理性,创设出超越物理时空的“在线”仪式空间和互动情境,以及构筑民族情感可持续感知的情境^[7]。这不仅营造出群体互动数据可视化的“在场”,还能够为仪式活动中民族情感唤醒与民族情感能量的积聚搭建更便捷的通道与平台,进一步触发与强化仪式参与者关于民族文化的集体认同。北京冬奥会开幕式借助多样化媒介手段搭建仪式空间与互动情境,并在中心仪式空间与“流散仪式”空间中,以日常生活为切入点,不断言说民族共同体身份,从而帮助国民在国家形象文化认同层面获得了积极的情感共鸣和价值共识^[8]。例如,北京冬奥会开幕式从开场就通过“我们是一个多民族国家”“各民族兄弟姐妹”等直播解说词不断重申“我们”同在场的民族共同体身份;在开幕式举办期间,央视频“黄金赛事”账号直播间作为一个典型的“流散仪式”空间,容纳了直播观众共 1 707.8 万人次,点赞量高达 27.2 万次,这些观众作为仪式活动参与者通过网络空间对仪式活动参与的“虚拟在场”,自发形成了“祝福祖国”“为奥运健儿加油”“期待冬奥会”等评论队形,个体通过主体自觉将自身融入到集体、民族共同体身份的持续言说之中,并在互动过程中将仪式活动生发的情感能量转化为对民族文化的深刻认同。

4 结语

从媒介事件视角出发,通过厘清仪式性媒介事件的建构机制,有利于对北京冬奥会开幕式与国家形象之间的关系进行系统分析。研究发现作为仪式性媒介事件的北京冬奥会开幕式通过媒介叙事与仪式构造影响国家形象生态系统内部子系统诸如国家形象媒介生态系统与国家形象文化生态系统的平衡与稳定。这种影响背后实则是民族国家为塑造国家形象,围绕仪式性媒介事件而行使系列社会隐性控制手段如媒介“朝觐”与文化规训,在二者共同驱动下而达成关于民族文化图式的深耕、社会文化记忆的共同书写以及民族共同体身份的再次重申。

参考文献:

- [1] 丹尼尔·戴杨,伊莱休·卡茨.媒介事件:历史的现场直播[M].麻争旗,译.北京:北京广播学院出版社,2000:1.
- [2] 吴献举,张 昆.国家形象:概念、特征及研究路径之再探讨[J].现代传播(中国传媒大学学报),2016,38(1):57-62.
- [3] 冉 华,黄一木.主体、情境、文本:数字空间媒介事件的叙事特征及其影响[J].播,2020(03):23-26+31.
- [4] 章晓俊,汪 洋.大众媒介视域下体育新闻的传播——以 2020 东京奥运会为例[J].湖北体育科技,2022,41(8):671-674.
- [5] 冉 华,黄一木.作为叙事的传播:“媒介事件”研究被忽视的线索[J].新闻界,2022(04):42-50.
- [6] 刘明东.文化图式的可译性及其实现手段[J].中国翻译,2003,24(2):28-31.
- [7] 周宣辰,程 倩.情感与互动仪式:网络空间铸牢中华民族共同体意识探析[J].云南民族大学学报(哲学社会科学版),2022,39(4):27-34.
- [8] 秦宗财.新时代“千年运河”文旅品牌形象塑造[J].江西社会科学,2021,41(1):235-243.