· 流行病与统计方法 ·

西南地区绝经后女性体力活动与膳食模式对骨质疏松症的关联研究——基于成都市郫都区的横断面调查

邓艳萍[1],李东梅[1],刘晓燕[1],邓琴[2],张韬[2],龙璐[2],廖加强[2],
樊萌语[2],汪川[2],张本[2,3],李佳圆[2],姜侠[2]

1. 成都市郫都区红光街道社区卫生服务中心,四川 成都 611743;2. 四川大学华西公共卫生学院/华西第四医院;
3. 海南医科大学附属海南总医院

摘要:背景　绝经后骨质疏松症(Postmenopausal osteoporosis, PMOP)在老年女性中患病率高,但目前对体力活动类型效应和地域特异性膳食模式的关联研究尚不充分,需开展大样本横断面研究解析其影响因素。**目的**　分析体力活动和膳食模式与绝经后骨质疏松症的影响及其交互作用。**方法**　本研究于 2022 年 5 月在四川成都郫都区红光镇对 60 岁及以上绝经后女性进行基线调查,采用国际体力活动问卷和食物频率问卷分别评估体力活动水平和膳食信息,并通过双能 X 线测定骨密度,利用多因素 logistic 回归分析独立效应及交互作用。**结果**　研究纳入 1 136 名绝经后女性,平均年龄为 67.2 ± 5.1 岁,PMOP 患病率为 32.8%。结果显示,休闲性体力活动与 PMOP 患病率呈负相关(*OR* = 0.64, 95% *CI*:0.45 ~ 0.92)。川式高钠红肉模式(*OR* = 0.70, 95% *CI*:0.49 ~ 1.00)和河鲜 - 禽类模式(*OR* = 0.63, 95% *CI*:0.44 ~ 0.90)仅在未校正时负相关。交互作用分析表明,散步与膳食模式存在协同效应(交互作用 *P* = 0.008)。而其他体力活动类型未显示交互作用。**结论**　体力活动和膳食模式对 PMOP 存在独立及协同作用,提示提示防控 PMOP 需综合考虑两者影响。本研究为西南地区绝经后女性骨质疏松症的运动与膳食干预提供了地域适配线索,未来需通过多中心研究验证结论的普适性。

关键词:体力活动;膳食模式;绝经后女性;骨质疏松症
中图分类号:R151.4　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1003 - 8507(2025)20 - 3649 - 08
DOI:10.20043/j.cnki.MPM.202504096

The association between physical activity, dietary patterns, and osteoporosis in postmenopausal women in Southwest China: a cross - sectional survey based on Pidu District, Chengdu

DENG Yan - ping*, LI Dong - mei, LIU Xiao - yan, DENG Qin, ZHANG Tao, LONG Lu,
LIAO Jia - qiang, FAN Meng - yu, WANG Chuan, ZHANG Ben, LI Jia - yuan, JIANG xia

* *Community Health Service Center, Hongguang Street, Pidu District, Chengdu, Sichuan* 611743, *China*

Abstract: Background　Postmenopausal osteoporosis (PMOP) is highly prevalent among elderly women. Current research on the effects of physical activity types and region - specific dietary patterns is insufficient. Large - scale cross - sectional studies are needed to analyze these multidimensional factors. **Objective**　To investigate the impact of physical activity and dietary patterns on PMOP and their interaction effects. **Methods**　In May 2022, a baseline survey was conducted among postmenopausal women aged 60 and above in Hongguang Town, Pidu District, Chengdu. Physical activity levels were assessed using the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ), and dietary information was collected via a food frequency questionnaire. Dietary patterns were identified using factor analysis, and bone density was measured by dual - energy X - ray absorptiometry (DXA). Multivariate logistic regression was used to analyze the independent and interaction effects. **Results**　A total of 1 136 postmenopausal women (mean age 67.2 ± 5.1 years) were included, with a PMOP prevalence of 32.8%. After adjustment, recreational physical activity was negatively associated with PMOP (*OR* = 0.64, 95% *CI*: 0.45 - 0.92). The Sichuan - style high - sodium red meat pattern and freshwater fish - poultry pattern showed no significant association after adjustment. Interaction analysis revealed that walking had a significant synergistic effect with dietary patterns ($P_{interaction}$ = 0.008), while other physical activities did not. **Conclusion**　Physical activity and dietary patterns have independent and

基金项目:国家重点研发计划(2022YFC3600604)
作者简介:邓艳萍(1980—),女,本科,副主任医师,研究方向:宫颈癌防治
通信作者:邓琴,E - mail: dengqin9712025@163.com

synergistic effects on PMOP. This study provides region – specific clues for exercise and dietary interventions for PMOP in Southwest China. Future research should validate these findings through multicenter studies.

Keywords: Physical activity levels; Dietary patterns; Postmenopausal women; Osteoporosis

骨质疏松症以骨密度下降和骨微结构恶化为特征,显著增加骨折风险[1]。我国 50 岁以上人群患病率 19.2%,女性尤为高(32.1%)[2]。绝经后骨质疏松症(Postmenopausal osteoporosis, PMOP)是主要亚型,核心病理是雌激素骤降导致的骨吸收/形成失衡[3],幅提升椎体和髋部骨折风险[4]。

规律体力活动是重要的保护因素,可降低骨质疏松风险 15% ~30%[5-7]。但现有研究多聚焦特定运动形式(如抗阻训练、冲击性运动)[8-10]或项目[11-12],缺乏对 PMOP 人群不同体力活动类型(强度、频率、组合)效应的系统比较。

膳食模式(dietary pattern, DP)的定义是"摄入的膳食中不同食物和饮料的数量、比例、种类或组合,及其消费频率"。膳食模式作为可调节的生活方式,与骨质疏松症密切相关[13]。与单一营养素不同,膳食模式反映了个体长期的饮食习惯,能全面评估食物和营养素之间的协同与拮抗作用。因此,探讨膳食模式对健康的影响更加全面。而不同人群中提取的膳食模式与绝经后骨质疏松症的关联存在差异[14]。例如,西方研究支持地中海饮食和 DASH 饮食的保护作用[15-16];一项约旦的病例对照研究表明"高果蔬"饮食模式可能对骨质疏松症的风险产生保护作用,而"不健康/西方"和"高蛋白"饮食模式对骨质疏松症的风险具有积极影响[17];新疆地区提取的 5 类膳食模式均未显示显著关联[18],这表明饮食文化差异可能通过营养素协同作用影响骨骼健康。然而,兼具高盐传统和独特饮食的四川地区,其膳食模式与 PMOP 的关联尚属空白。

本研究基于华西老年健康队列基线数据,首次系统探讨成都地区绝经女性体力活动类型、膳食模式及其交互作用对 PMOP 的影响,为制定西南地区针对性防控策略提供循证依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象 基于华西老年人群健康队列基线数据(2022 年 5 月—2023 年 12 月),采用整群抽样的方法选取四川省成都市郫都区红光镇作为研究现场,从 10 651 名基线调查人群中筛选符合标准的绝经后女性[19]。纳入标准:①自然绝经≥1 年;②完成骨密度检测及问卷;③未使用骨代谢相关药物。排除标准:①早绝经(年龄 <40 岁);②继发性骨质疏松及其他影响骨代谢的疾病。研究经四川大学华西第四医院医学伦理委员会批准(HXSY – EC – 2022034),所有参与者签署知情同意书。具体纳入排除标准流程详见图 1。

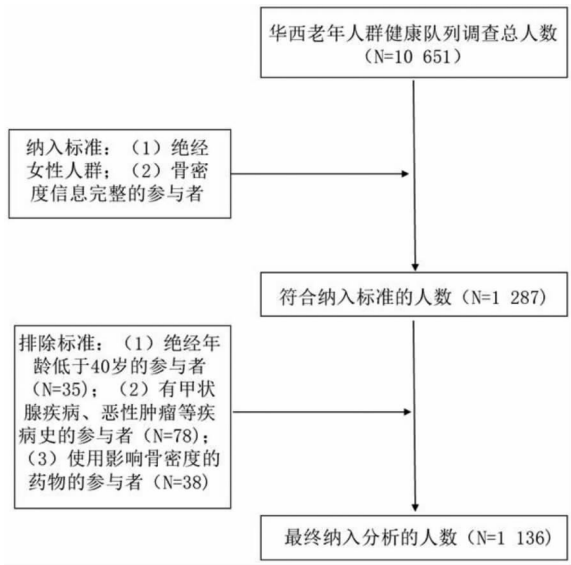


图 1 研究对象纳入排除流程图

Fig. 1 Flowchart of inclusion and exclusion criteria for study participants

1.2 调查内容与方法

(1)体力活动:采用《国际体力活动问卷(中文版)》评估研究对象近 1 年内活动情况,包括职业性、家务劳动性、交通行程性和休闲性体力活动。通过询问活动的时间、频率和强度等,赋予每项活动相应的代谢当量(metabolic equivalent, MET)值。各项活动的 MET 值相加,得出总的体力活动 MET 值。根据国际专家组标准,将总体力活动分为三类:体力不足(< 600 MET · min/周)、活跃(600 – 3 000 MET · min/周)、高度活跃(≥3 000 MET · min/周)。单项活动按参与频率(活跃/不足)分类;散步根据研究对象自报每日散步时间分为低(<0.5 小时)、中(0.5 ~1 小时)和高(≥1 小时);久坐行为根据研究对象自报每日休闲静坐时间(包括看电视、电脑等)分为低(<3 小时)、中(3 ~6 小时)和高(≥6 小时)。《国际体力活动问卷(中文版)》已通过中国人群验证(Cronbach $\alpha > 0.8$。

(2)膳食模式:通过食物频率问卷调查对象过去一年内 11 类食物和平均食用量。包括红肉、家禽、蔬菜、粗杂粮、薯类、豆制品、河鲜、海鲜、菌类、蛋类、奶类。使用因子分析法获取调查对象的膳食模式,将个体每天每类食物的平均摄入量纳入分析,进行 Kaiser

－Meyer－Olkin（KMO）检验（KMO > 0.5）和 Bartlett 球形检验（$P < 0.05$）评价数据是否适用于因子分析，通过主成分分析法提取公因子，根据碎石图、特征根、方差贡献率综合确定公因子个数，进行最大方差正交旋转，再根据旋转后因子载荷绝对值较大的食物种类以及食物组合特性，最终确立膳食模式并进行命名。每一个个体会根据其因子得分进行评估，得分越高，表示其膳食模式与整体模式的契合度越强。根据因子得分，将个体按照四分位数划分为四个组（Q1、Q2、Q3、Q4）。

（3）骨质疏松症：参照 WHO 标准及中国指南[20]，采用双能 X 射线骨密度仪检测腰椎（L1－L4）及股骨颈骨密度。以中国女性峰值骨密度为基准，计算 T 值（T = 实测值－峰值均值/标准差），任一部位 T ≤ －2.5 即诊断为骨质疏松症。

1.3 统计学分析　采用 R 4.3.1 统计学软件进行数据分析。定量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示，定性资料以频数（百分比）表示。组间比较采用独立样本 t 检验或 χ^2 检验。构建多因素 logistic 回归模型分析体力活动、膳食模式与绝经后骨质疏松症之间的表型关联。分别将各类型体力活动和每个膳食模式作为暴露，绝经后骨质疏松症作为结局变量。并计算比值比（odds ratio，*OR*）及其 95% 置信区间（95% confidence interval，95% *CI*）。并且本研究将各种体力活动类型和膳食模式交互项作为自变量建立二元 logistic 回归方程，分析体力活动与膳食模式交互效应在绝经女性骨质疏松症发病危险中的作用。回归模型分为四个步骤：模型 1：未调整任何协变量；模型 2：调整年龄、家庭年收入、婚姻状况、文化程度；模型 3：模型 2 + 生活方式（吸烟、饮酒、喝茶、咖啡）及生理生育因素（初潮年龄、生育）。双侧检验水准 $\alpha = 0.05$。

2　结　果

2.1 研究对象基本情况　最终纳入符合标准的绝经后女性 1 136 例，平均年龄为（67.2 ± 5.1）岁。人口学特征显示：已婚占 78.3%（n = 890）、初中及以下学历占 80.1%（n = 910）、年收入在 6 ~ 10 万的人群占 48.1%（n = 547）。在生活习惯中，不吸烟的占 98.7%（n = 1 121）、不饮酒者占 82.2%（n = 934）、不喝茶者占 78.1%（n = 887）、不喝咖啡者占 98.8%（n = 1 122）。

2.2 骨质疏松症患病情况　根据骨密度测量结果，患有骨质疏松症的妇女为 373 人，未患骨质疏松症的妇女为 763 人，绝经后骨质疏松症的患病率为 32.8%。PMOP 患者与非 PMOP 患者年收入、婚姻状况、喝酒、生育、终止妊娠比较，差异无统计学意义（$P > 0.05$）。与 PMOP 患者相比，PMOP 患者在年龄、文化程度、吸烟、饮茶、饮咖啡、初潮年龄、家务劳动和休闲体力活动等方面的分布差异具有统计学意义（$P < 0.05$），其中 PMOP 的年龄大于非 PMOP 患者的年龄。见表 1。

表 1　骨质疏松症组与非骨质疏松症组研究对象基本情况比较

Table 1　Comparison of baseline characteristics between the osteoporosis group and the non－osteoporosis group

变量	骨质疏松症		$\chi^2(t)$ 值	P 值
	是[例(%)](n=373)	否[例(%)](n=763)		
年龄[$\bar{x} \pm s$，岁]	68.4(5.0)	66.6(5.1)	－5.867[a]	<0.001
受教育程度			10.508	0.005
初中及以下	319(85.5)	591(77.4)		
高中/大专	39(10.5)	131(17.2)		
本科及以上	15(4.0)	41(5.4)		
年收入（万元/年）			4.092	0.130
<6.0 万元	193(51.7)	351(46.0)		
6.0 ~ 10.0 万元	169(45.3)	378(49.5)		
≥10.0 万元	11(3.0)	34(4.5)		
婚姻状况			3.517	0.061
已婚	280(75.1)	610(80.0)		
未婚/离异/丧偶	93(24.9)	153(20.0)		
吸烟			7.889	0.005
是	10(2.7)	5(0.7)		
否	363(97.3)	758(99.3)		
喝酒			1.465	0.226
是	59(15.8)	143(18.7)		
否	314(84.2)	620(81.3)		
喝茶			14.296	<0.001
是	57(15.3)	192(25.2)		

（续表）

变量	骨质疏松症		$\chi^2(t)$值	P值
	是[例(%)](n=373)	否[例(%)](n=763)		
否	316(84.7)	571(74.8)		
喝咖啡			6.929	0.008
是	0(0.0)	14(1.8)		
否	410(100.0)	749(98.2)		
初潮年龄[$\bar{x}\pm s$,岁]	16.1(2.4)	15.4(2.2)	−4.544[a]	<0.001
生育			0.554	0.457
是	369(98.9)	758(99.3)		
无	4(1.1)	5(0.7)		
终止妊娠			1.360	0.244
是	264(70.7)	565(74.0)		
否	109(29.3)	198(26.0)		
总体力活动			3.395	0.183
不足	11(2.9)	24(3.1)		
活跃	203(54.4)	371(48.6)		
高度活跃	159(42.7)	368(48.3)		
职业性体力活动			0.116	0.733
不足	364(97.6)	747(97.9)		
活跃	9(2.4)	16(2.1)		
交通行程性体力活动			0.517	0.472
不足	169(45.3)	363(47.6)		
活跃	204(54.7)	400(52.4)		
家务劳动性体力活动			4.488	0.034
不足	241(64.6)	443(58.1)		
活跃	132(35.4)	320(41.9)		
休闲性体力活动			9.988	0.002
不足	322(86.3)	599(78.5)		
活跃	51(13.7)	164(21.5)		
散步			4.146	0.126
不足	73(19.6)	173(22.7)		
适度	46(12.3)	117(15.3)		
充足	254(68.1)	473(62.0)		
久坐时间			0.871	0.649
低	149(39.9)	284(37.2)		
中	126(33.8)	275(36.0)		
高	98(26.3)	204(26.8)		
膳食模式			0.162	0.687
川式高钠红肉模式	182(48.8)	382(50.1)		
河鲜－禽类模式	191(51.2)	381(49.9)		

注：a 表示 t 值。

2.3 体力活动对骨质疏松症的影响 以是否患 PMOP 为因变量（赋值：否=0，是=1），体力活动为自变量，进行 logistic 回归分析，结果显示，未调整混杂因素时，与休闲体力活动不足者相比，活跃者的 PMOP 患病可能性显著降低（OR=0.58，95% CI：0.41～0.81），家务性体力活动亦显示与较低 PMOP 患病可能性相关（OR=0.76，95% CI：0.59～0.98）。在调整了年龄、年收入、婚姻状况、文化程度、生活习惯等因素后，休闲性体力活动仍与 PMOP 患病率呈负向关联（OR=0.65，95% CI：0.46～0.93）。见表 2。

表 2 体力活动与骨质疏松症的 logistic 分析

Table 2 Multivariate logistic analysis of physical activity and osteoporosis

体力活动类型	模型 1		模型 2		模型 3	
	OR(95% CI)	P值	OR(95% CI)	P值	OR(95% CI)	P值
总体力活动						
不足			1.00			
活跃	1.19（0.57～2.49）	0.636	1.26（0.60～2.65）	0.543	1.03（0.48～2.20）	0.930
高度活跃	0.94（0.45～1.97）	0.875	1.06（0.50～2.25）	0.774	0.89（0.42～1.92）	0.774

（续表）

体力活动类型	模型 1		模型 2		模型 3	
	OR(95% *CI*)	*P* 值	*OR*(95% *CI*)	*P* 值	*OR*(95% *CI*)	*P* 值
职业性体力活动						
不足			1.00			
活跃	1.15（0.51～2.64）	0.733	1.30（0.56～3.03）	0.538	1.39（0.58～3.32）	0.455
交通性体力活动	不足		活跃			
不足			1.00			
活跃	1.10（0.85～1.40）	0.472	1.09（0.84～1.40）	0.517	1.03（0.79～1.34）	0.827
家务性体力活动	不足		活跃			
不足			1.00			
活跃	0.76（0.59～0.98）	0.034	0.82（0.63～1.07）	0.142	0.85（0.65～1.11）	0.225
休闲性体力活动	不足		活跃			
不足			1.00			
活跃	0.58（0.41～0.81）	0.002	0.61（0.43～0.86）	0.005	0.65（0.55～0.93）	0.018
散步	不足		活跃		高度活跃	
不足			1.00			
活跃	0.93（0.60～1.44）	0.751	0.89（0.57～1.38）	0.600	0.87（0.55～1.38）	0.555
高度活跃	1.27（0.93～1.74）	0.131	1.24（0.90～1.71）	0.181	1.18（0.85～1.64）	0.321
久坐时间	低		中		高	
低			1.00			
中	0.87（0.65～1.17）	0.359	0.92（0.69～1.24）	0.593	1.01（0.74～1.37）	0.970
高	0.92（0.67～1.25）	0.580	0.94（0.68～1.30）	0.696	0.94（0.68～1.32）	0.739

2.4　膳食模式分析　对 11 类食物进行 KMO 检验和 Bartlett 球形检验，KMO 值为 0.75，Bartlett 球形检验 $P<0.001$。综合特征根、碎石图和因子可解释性最终保留前 2 个特征根 >1 的公因子（2.35，1.30），进行最大方差正交旋转后，方差贡献率分别为 18.16%、10.75%，累积贡献率为 28.91%。保留旋转后因子载荷 >0.30 的食物种类，并根据食物的特性命名了 2 种膳食模式：川式高钠红肉模式和河鲜 – 禽类模式。将个体归类到因子得分最高的膳食模式后，川式高钠红肉模式 564 人（49.6%）、河鲜 – 禽类模式 572 人（50.4%）。

2.5　膳食模式对骨质疏松症的影响　以是否患 PMOP 为因变量，膳食模式为自变量进行 logistic 分析，结果显示，在未调整任何混杂因素时，红肉（*OR* = 0.70，95% *CI*：0.49～1.00）和河鲜 – 禽类模式（*OR* = 0.63，95% *CI*：0.44～0.90）因子积分四分位数 Q4 与 Q1 相比，均与 PMOP 患病可能性呈显著负相关，但调整后无统计学意义。见表 3。

表 3　膳食模式与骨质疏松的多因素 logistic 分析

Table 3　Multivariate logistic analysis of dietary patterns and osteoporosis

膳食模式	模型 1		模型 2		模型 3	
	OR(95% *CI*)	*P* 值	*OR*(95% *CI*)	*P* 值	*OR*(95% *CI*)	*P* 值
川式高钠红肉模式						
Q1			1.00			
Q2	0.98(0.70～1.39)	0.930	1.02(0.72～1.45)	0.896	1.00(0.69～1.43)	0.979
Q3	0.99(0.70～1.40)	0.976	1.06(0.75～1.51)	0.739	1.09(0.76～1.57)	0.631
Q4	0.70(0.49～1.00)	0.049	0.73(0.51～1.05)	0.093	0.71(0.49～1.04)	0.076
河鲜 – 禽类模式						
Q1			1.00			
Q2	0.76(0.53～1.07)	0.113	0.79(0.56～1.12)	0.191	0.87(0.60～1.25)	0.443
Q3	0.83(0.59～1.17)	0.280	0.86(0.60～1.21)	0.386	0.99(0.69～1.42)	0.962
Q4	0.63(0.44～0.90)	0.011	0.73(0.51～1.04)	0.082	0.89(0.61～1.31)	0.564

2.6　*体力活动和膳食模式对骨质疏松症的交互作用*　将体力活动和膳食模式的交互项引入模型，校正年龄、家庭年收入、婚姻状况、文化程度、吸烟、饮酒、喝、咖啡、初潮年龄、生育史等因素后，仅散步与膳食模式对 PMOP 影响表现出显著的交互效应（交互作用 $P=0.008$）。见表 4。

3　讨　论

本研究共纳入 1 136 名研究对象，骨质疏松症患病率为（32.8%），低于天津（52.1%）[21]、佛

表 4 体力活动和膳食模式交互作用对骨质疏松的影响

Table 4 The interaction between physical activity and dietary patterns on the impact of osteoporosis

体力活动	河鲜 - 禽类模式		川式高钠红肉模式		交互作用 *P* 值
	调整 *OR* (95% *CI*)[a]	*P* 值	调整 *OR* (95% *CI*)[a]	*P* 值	
步行					0.008
不足	0.62 (0.39 ~ 1.00)	0.051	1.87 (0.97 ~ 3.62)	0.062	
活跃	0.40 (0.22 ~ 0.75)	0.004	3.15 (1.40 ~ 7.09)	0.006	
高度活跃	1.00	-	0.64 (0.46 ~ 0.89)	0.007	

注:[a]模型调整了年龄、家庭年收入、婚姻状况、文化程度、吸烟、饮酒、喝茶、咖啡、初潮年龄和生育状况。“ - ”表示意指“不适用”(Not Applicable)。

山(33.1%)[22],高于杭州(32.6%)[23]。地域差异可能与经济水平、饮食结果、日照时长及骨密度检测部位有关。本样本特征与区域公共数据高度吻合:绝经年龄(49.2 岁)契合全国女性均值(48 - 52 岁);初中及以下学历占比(80.1%)高于全国农村女性(36.8%),反映西南教育资源不足;年收入 <6 万元者(47.8%)与西南农村人均收入(约为全国 80%)一致。

研究发现,休闲性体力活动与 PMOP 呈负相关,而其他体力活动影响不显著。其他研究也发现啦啦操[24]、太极[24]和普拉提[25]改善骨骼健康。但步行对预防骨质疏松症无显著作用。休闲性运动可能通过增加骨髓间充质干细胞分化来增强骨骼健康[26-27]。此外,休闲时间锻炼的人有更多的阳光照射,促进维生素 D 合成来增强骨骼健康[28]。本研究未发现高久坐时间与骨质疏松症的统计学关联,这与一些研究存在不一致[25,29-30]。职业体力活动、交通行程体力活动和家务劳动体力活动并未显著提高预防绝经后骨质疏松症的效果。然而,一项病例对照研究发现长期从事中度至重度体力劳动工作超过 20 年的个体,在髋部骨折方面具有较强的保护作用[31]。这些结果的不一致性可能与样本量、运动时间差异以及体力活动类型或测量方式的不同有关。

本研究基于成都绝经女性食物频率问卷,识别出“川式高钠红肉模式”和“河鲜 - 禽类模式”。初步分析显示,两种模式均与骨密度正相关,但校正混杂因素后关联消失。红肉中的饱和脂肪可能通过促炎机制影响骨代谢[32-33],而鱼类富含的 n - 3 脂肪酸通过抗炎作用改善骨质量[34-35]。值得注意的是,西方研究中红肉摄入的负面效应在亚洲饮食背景下尚未明确,可能与膳食结构差异有关[36]。维生素 D 营养状态是重要调节因素,菌菇等富含维生素 D 的食物摄入可能增强膳食模式的骨保护效应[37]。

研究表明,体力活动与膳食模式对骨质疏松的交互效应存在异质性。散步作为低强度负重运动,与膳食模式协同作用显著,通过优化骨骼代谢微环境提升骨密度并降低骨折发生率。职业性、交通性等其他类型体力活动未显示交互效应。这可能与其非规律性、强度不足(如家务活动多为间歇性低负荷)或个体适应性差异有关,提示骨骼健康干预需注重运动类型的靶向性。例如,久坐行为虽与膳食无显著交互,但其独立负面影响仍不容忽视。未来研究需深入解析运动强度、频率与膳食营养的协同路径,并建立基于个体骨代谢特征的运动 - 营养精准干预模型。

本研究存在局限性:数据来源依赖问卷调查,可能存在回忆偏倚;仅使用基线数据,无法反映随访期间生活方式变化;饮食摄入评估不全面,可能导致偏倚;作为横断面研究无法判断因果关系;可能存在未识别或未充分测量的混杂因素。综上,休闲性体力活动和红肉、白肉膳食模式与绝经后妇女骨质疏松症显著负相关。未来需开展更大规模调查,进一步探讨体力活动和均衡膳食在骨质疏松防治中的作用。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

[1] Sornay - Rendu E, Duboeuf F, Chapurlat RD. Postmenopausal women with normal BMD who have fractures have deteriorated bone microarchitecture: A prospective analysis from The OFELY study [J]. Bone, 2024, 182: 117072.

[2] Gao SS, Zhao YF. Quality of Life in postmenopausal women with osteoporosis: a systematic review and meta - analysis[J]. Quality of Life Research, 2023, 32(6): 1551 - 1565.

[3] Walker MD, Shane E. Postmenopausal osteoporosis [J]. New England Journal of Medicine, 2023, 389(21): 1979 - 1991.

[4] Anupama DS, Noronha JA, Acharya KKV, et al. Burden of osteopenia and osteoporosis among postmenopausal women in India: a systematic review and Meta - Analysis[J]. Journal of Mid - life Health, 2022, 13(2): 107 - 114.

[5] Brooke - Wavell K, Skelton DA, Barker KL, et al. Strong, steady and straight: UK consensus statement on physical activity and exercise for osteoporosis[J]. British Journal of Sports Medicine, 2022, 56(15): 837 - 846.

[6] Pinheiro MB, Oliveira J, Bauman A, et al. Evidence on physical activity and osteoporosis prevention for People aged 65 + years: a systematic review to inform the WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour [J]. The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 2020, 17(1): 150.

[7] Ren XY, Hu C, Wang WB, et al. Association between physical

activity, sedentary behavior patterns with bone health among Chinese older women[J]. Bone, 2024, 181: 117025.

[8] Kistler - Fischbacher M, Weeks BK, Beck BR. The effect of exercise intensity on bone in postmenopausal women (part 2): A meta - analysis[J]. Bone, 2021, 143: 115697.

[9] Ragle AM, Mikkelsen MK, Vinther A, et al. High - intensity resistance and impact training for patients with hormone - sensitive prostate cancer and bone metastases - study protocol of a randomized clinical trial[J]. Trials, 2025, 26(1): 259.

[10] Miao TT, Li X, Zhang WH, et al. Effects of high - impact jumping versus resistance exercise on bone mineral content in children and adolescents: a systematic review and meta - analysis [J]. PeerJ, 2025, 13: e19616.

[11] Castro - Collado C, Llorente - Cantarero FJ, Gil - Campos M, et al. Basketball's improvement in bone mineral density compared to other sports or free exercise practice in children and adolescents: a systematic review and Meta - Analysis[J]. CHILDREN - BASEL, 2025, 12(3): 271.

[12] Florence GE, Oosthuyse T, Bosch AN. Skeletal site - specific effects of jump training on bone mineral density in adults: a systematic review and meta - analysis [J]. Journal of Sports Sciences, 2023, 41(23): 2063 - 2076.

[13] Vázquez - Lorente H, García - Gavilán JF, Shyam S, et al. Mediterranean Diet, physical activity, and bone health in older adults: a secondary analysis of a randomized clinical trial [J]. JAMA Netw Open, 2025, 8(4): e253710.

[14] Abbasi B, Hajinasab MM, Mohammadi Zadeh Z, et al. Diversity of the diet is correlated with osteoporosis in post - menopausal women: an Iranian case - control study[J]. Front Public Health, 2024, 12: 1431181.

[15] Quattrini S, Pampaloni B, Gronchi G, et al. The Mediterranean Diet in osteoporosis prevention: an insight in a peri - and Post - Menopausal population[J]. Nutrients, 2021, 13(2): 531.

[16] Zhai XL, Tan MY, Wang GP, et al. The association between dietary approaches to stop hypertension diet and bone mineral density in US adults: evidence from the National Health and Nutrition Examination Survey (2011 - 2018) [J]. Scientific Reports, 2023, 13(1): 23043.

[17] Tayyem RF, Ajeen R, Al - Khammash A. Dietary patterns associated with the risk of osteoporosis in postmenopausal women [J]. Food Prod Process and Nutr, 2023, 5(1): 19.

[18] 沈静,王茜,杨蕾,等.中老年女性居民骨密度与膳食模式的关联分析[J].中国食物与营养,2022,28(2):66 - 70.
Shen J, Wang Q, Yang L, et al. Study on the relationship between bone mineral density and dietary patterns of middle - aged and elderly women[J]. Food and Nutrition in China, 2022, 28(2): 66 - 70. (In Chinese)

[19] 李佳圆,龙璐,廖加强,等.华西老年人群健康队列研究总体方案[J].现代预防医学,2023,50(6):961 - 966, 980.
Li JY, Long L, Liao JQ, et al. Overall plan for the study of health cohort of elderly people in West China [J]. Modern Preventive Medicine, 2023, 50(6): 961 - 966, 980. (In Chinese)

[20] Florez H, Hernández - Rodríguez J, Muxi A, et al. Trabecular bone score improves fracture risk assessment in glucocorticoid - induced osteoporosis[J]. Rheumatology, 2020, 59(7): 1574 - 1580.

[21] Liu J, Xia RL, Li C, et al. The prevalence of osteoporosis in postmenopausal women in urban Tianjin, China and its related factors[J]. Menopause (New York, N. Y.), 2023, 30(7): 774 - 780.

[22] 蔡丹丹,关珊珊,何田,等.抑郁情绪与血脂代谢交互作用对绝经后女性骨质疏松疾病的影响[J].中华老年多器官疾病杂志,2025,24(5):381 - 384.
Cai DD, Guan SS, He T, et al. Influence of interaction effect between depression and lipid metabolism on osteo - porosis in postmenopausal women [J]. Chinese Journal of Multiple Organ Diseases in the Elderly, 2025, 24(5): 381 - 384. (In Chinese)

[23] 钟素,王漪莹,王璐瑶,等.绝经后女性继发骨质疏松发病率及危险因素分析[J].中国妇幼保健,2025,40(7):1272 - 1275.
Zhong S, Wang YY, Wang LY, et al. Incidence and risk factors of secondary osteoporosis in postmenopausal women[J]. Maternal & Child Health Care of China, 2025, 40(7): 1272 - 1275. (In Chinese)

[24] Wang L, Zhang H, Xu T, et al. Effects of cheerleading practice on advanced glycation end products, areal bone mineral density, and physical fitness in female adolescents[J]. Frontiers in Physiology, 2022, 13: 954672.

[25] Denham - Jones L, Gaskell L, Spence N, et al. A systematic review of the effectiveness of Pilates on pain, disability, physical function, and quality of Life in older adults with chronic musculoskeletal conditions[J]. Musculoskeletal Care, 2022, 20 (1): 10 - 30.

[26] Su YL, Chen Z, Xie W. Swimming as treatment for osteoporosis: a systematic review and meta - analysis [J]. BioMed Research International, 2020, 2020: 6210201.

[27] Huang X, Zhu Y, Sun S, et al. Exercise maintains bone homeostasis by promoting osteogenesis through STAT3 [J]. International Journal of Biological Sciences, 2023, 19(7): 2021 - 2033.

[28] Alabadi B, Civera M, Moreno - Errasquin B, et al. Nutrition - Based support for osteoporosis in postmenopausal women: a review of recent evidence[J]. International Journal of Women's Health, 2024, 16: 693 - 705.

[29] Cao YY, Hu YL, Lei F, et al. Associations between leisure - time physical activity and the prevalence and incidence of osteoporosis disease: Cross - sectional and prospective findings from the UK biobank[J]. Bone, 2024, 187: 117208.

[30] Chen Y, Yu J, Li W, et al. Potential causal association between leisure sedentary behaviors and osteoporosis: A two - sample Mendelian randomization analysis[J]. Medicine, 2024, 103(12): e37467.

[31] Jaglal SB, Kreiger N, Darlington GA. Lifetime occupational physical activity and risk of hip fracture in women[J]. Annals of Epidemiology, 1995, 5(4): 321 - 324.

[32] Warensjö lemming E, Byberg L, Höijer J, et al. Meat consumption and the risk of hip fracture in women and men: two prospective Swedish cohort studies[J]. European Journal of Nutrition, 2024, 63(5): 1819 - 1833.

(下转第 3661 页)

depressive symptoms among older adults: evidence from the China Health and Retirement Longitudinal Study [J]. Front Public Health, 2023, 11: 1248551.

[13] 刘海宁,符艳冉,车佳郡. 居家失能老人的抑郁症状及其影响因素——基于 2018 年 CHARLS 的数据分析[J]. 产业与科技论坛,2023,22(6):65 - 67.
Liu HN, Fu YR, Che JJ. Depression symptoms and influencing factors of elderly people with home - based disability: an analysis based on the data of CHARLS in 2018[J]. Industrial & Science Tribune, 2023, 22(6): 65 - 67. (In Chinese)

[14] 江泽慧,肖彩,张俊. 基于健康生态学理论的老年人失能现状及影响因素分析[J]. 卫生经济研究,2025,42(5):7 - 10, 15.
Jiang ZH, Xiao C, Zhang J. Analysis of the current situation and influencing factors of disability of the elderly based on the theory of health ecology[J]. Health Economics Research, 2025, 42(5): 7 - 10, 15. (In Chinese)

[15] 毛晓雨,黄雅莲,蔡清艳,等. 中国失能老年人认知功能现况及影响因素[J]. 中华老年多器官疾病杂志,2022,21(2):91 - 94.
Mao XY, Huang YL, Cai QY, et al. Cognitive function and its influencing factors in the disabled elderly in China[J]. Chinese Journal of Multiple Organ Diseases in the Elderly, 2022, 21(2): 91 - 94. (In Chinese)

[16] 刘桂玲,王佳琳,曾丽,等. 中国老年人心血管代谢性共病与认知功能的关系[J]. 护理研究,2023,37(10):1701 - 1706.
Liu GL, Wang JL, Zeng L, et al. Relationship between cardiometabolic multimorbidity and cognitive function in Chinese elderly[J]. Chinese Nursing Research, 2023, 37(10): 1701 - 1706. (In Chinese)

[17] 郭丹,丁若溪,何平. 中国老年人心血管代谢性共病的患病情况及影响因素研究[J]. 中国慢性病预防与控制,2023,31(2):101 - 105.
Guo D, Ding RX, He P. Prevalence and influencing factors of cardiometabolic multmorbidity in Chinese elderly[J]. Chinese Journal of Prevention and Control of Chronic Diseases, 2023, 31(2): 101 - 105. (In Chinese)

[18] 徐何雁,耿丹丹,王余娜,等. 中国老年人生活习惯与抑郁症状的相关性研究[J]. 重庆医科大学学报,2025,50(1):114 - 122.
Xu HY, Geng DD, Wang YN, et al. Association between living habits and depressive symptoms among the elderly in China[J]. Journal of Chongqing Medical University, 2025, 50(1): 114 - 122. (In Chinese)

[19] 谭睿. 中国老年人口失能状况及变化分析——基于第六次、第七次全国人口普查数据[J]. 卫生经济研究,2023,40(3):6 - 11.
Tan R. Analysis of the disability status and changes of the elderly population in China——based on data from the 6th and 7th national population censuses[J]. Health Economics Research, 2023, 40(3): 6 - 11. (In Chinese)

[20] He HH, Tu RP, Chen HH, et al. Longitudinal trajectories of disability among Chinese adults: the role of cardiometabolic multimorbidity[J]. Aging Clinical and Experimental Research, 2024, 36(1): 79.

[21] Boonpor J, Pell JP, Ho FK, et al. In People with type 2 diabetes, sarcopenia is associated with the incidence of cardiovascular disease: A prospective cohort study from the UK Biobank[J]. Diabetes Obesity & Metabolism, 2024, 26(2): 524 - 531.

[22] 官为民,苏文钰,葛怀举,等. 我国老年人抑郁在社交活跃度与失能症状之间的中介效应[J]. 现代预防医学,2024,51(13):2435 - 2440.
Guan WM, Su WY, Ge HJ, et al. Mediating effect of depression on social activity and disability symptoms in the elderly in China[J]. Modern Preventive Medicine, 2024, 51(13): 2435 - 2440. (In Chinese)

[23] 陈玲,魏霞霞,汪凤兰,等. 我国 60 岁及以上老年人失能情况及相关因素分析[J]. 现代预防医学,2021,48(7):1241 - 1245.
Chen L, Wei XX, Wang FL, et al. Disability status and related factors among the elderly over 60 years old in China[J]. Modern Preventive Medicine, 2021, 48(7): 1241 - 1245. (In Chinese)

[24] Zhou LN, Wang W, Ma XC. The bidirectional association between the disability in activities of daily living and depression: a longitudinal study in Chinese middle - aged and older adults[J]. BMC Public Health, 2024, 24(1): 1884.

[25] Huang ZT, Luo Y, Han L, et al. Patterns of cardiometabolic multimorbidity and the risk of depressive symptoms in a longitudinal cohort of middle - aged and older Chinese[J]. Journal of Affective Disorders, 2022, 301: 1 - 7.

收稿日期:2025-04-13

(上接第 3655 页)

[33] Ma JH, Kitaura H, Ohori F, et al. Docosahexaenoic acid inhibits osteoclastogenesis via FFAR4 - Mediated regulation of inflammatory cytokines[J]. Molecules, 2025, 30(15): 3180.

[34] Guo DJ, Zhao MG, Xu W, et al. Dietary interventions for better management of osteoporosis: An overview[J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2023, 63(1): 125 - 144.

[35] Roncero - Martín R, Aliaga I, Moran JM, et al. Plasma fatty acids and quantitative ultrasound, DXA and pQCT derived parameters in postmenopausal Spanish women[J]. Nutrients, 2021, 13(5): 1454.

[36] Perna S, Avanzato I, Nichetti M, et al. Association between Dietary Patterns of Meat and Fish Consumption with Bone Mineral Density or Fracture Risk: A Systematic Literature[J]. Nutrients, 2017, 9(9): 1029.

[37] Muñoz - Garach A, García - Fontana B, Muñoz - Torres M. Nutrients and dietary patterns related to osteoporosis[J]. Nutrients, 2020, 12(7): 1986.

收稿日期:2025-04-06