

不同慢性病中老年女性骨折风险及低骨量切点预测分析

常凤, 李彦龙

<https://doi.org/10.12307/2024.297>

投稿日期: 2022-11-15

采用日期: 2023-04-20

修回日期: 2023-05-29

在线日期: 2023-06-17

中图分类号:

R459.9; R318; R496

文章编号:

2095-4344(2024)14-02140-05

文献标识码: A

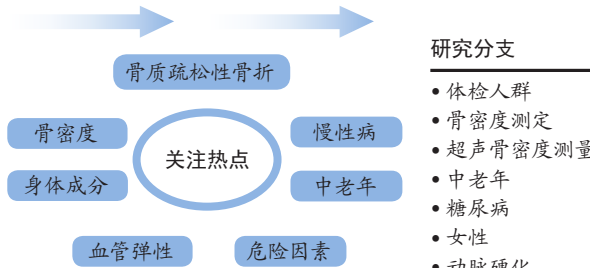
文章快速阅读: 不同慢性病中老年女性骨折风险分析及低骨量切点预测

研究起点

- 骨密度
- 骨质疏松症
- 骨质疏松
- 体质量指数
- 骨质疏松性骨折
- 危险因素
- 慢性病

研究来源

- 骨质疏松
- 骨密度
- 骨质疏松症
- 体质量指数
- 老年人
- 糖尿病
- 动脉硬化
- 女性



研究分支

- 体检人群
- 骨密度测定
- 超声骨密度测量
- 中老年
- 糖尿病
- 女性
- 动脉硬化

文题释义:

脉搏波传导速度: 该指标可反映动脉壁硬度, 预测心、脑血管病发生和死亡。常用测定部位包括颈-股动脉、颈-桡动脉和肱-踝动脉部位, 分别提示主动脉、外周肌力动脉、大动脉和中动脉系统的弹性状态。

低骨量: 也称骨量减少, 是指骨密度降低, 但未达到骨质疏松的程度。骨密度值(T值)低于同性别、同种族正常成人1-2.5个标准差。若不给予积极干预, 低骨量可能发展为骨质疏松, 面临骨折风险。

摘要

背景: 中老年女性是骨质疏松的高发人群, 慢性病增加骨质疏松罹患风险。低骨量是骨质疏松发病前的危险阶段, 目前缺少常见慢性病人群的骨折风险差异及诊断指标切点值的相关报道。

目的: 通过对不同慢性病中老年女性骨折风险的分析, 探讨肥胖、高血压、高血脂、糖尿病、动脉硬化与骨密度的相关性, 找到可预测低骨量指标的切点值, 为防治骨质疏松提供参考。

方法: 将45-70岁203名女性受试者分为正常组和慢性病组, 采用超声骨密度测量仪进行跟骨骨密度测试, 采用动脉硬化仪测试肱-踝脉搏波传导速度, 采用全自动生化分析仪测试血糖、血脂, 采用身体成分分析仪测试体质量指数、脂肪质量及肌肉质量。

结果与结论: ①61-70岁女性骨密度和骨折风险系数及51-60岁、61-70岁骨强度与< 50岁比较, 差异有显著性意义($P < 0.05$); ②糖尿病组骨折风险明显高于其余各组, 动脉硬化组则高于正常组和肥胖组($P < 0.05$); ③骨密度与年龄、左侧血管弹性程度、右侧血管弹性程度、三酰甘油呈负相关, 与体质量指数呈正相关($P < 0.05$); 上述指标与骨密度受试者工作特征(ROC)曲线下面积介于0.5-0.7之间, 低骨量对应切点分别为55.5岁(年龄)、756.0 cm/s(左侧血管弹性)、789.0 cm/s(右侧血管弹性)、1.115 mmol/L(三酰甘油)、22.35 kg/m²(体质量指数); ④结论: 糖尿病和动脉硬化增加中老年女性骨折风险, 测定体质量指数、血管弹性和三酰甘油对女性低骨量预测具有一定早期诊断价值。

关键词: 中老年女性; 骨折风险; 低骨量; 切点预测

Fracture risk analysis and prediction of low bone mass tangential points in middle-aged and elderly women with different chronic diseases

Chang Feng, Li Yanlong

Harbin Sport University, Harbin 150008, Heilongjiang Province, China

Chang Feng, ED, Professor, Doctoral supervisor, Harbin Sport University, Harbin 150008, Heilongjiang Province, China

Corresponding author: Li Yanlong, ED, Professor, Doctoral supervisor, Harbin Sport University, Harbin 150008, Heilongjiang Province, China

Abstract

BACKGROUND: Middle-aged and elderly women have a high risk of osteoporosis, and chronic diseases increase the risk of osteoporosis. Low bone mass is a risk stage before the onset of osteoporosis. There are a small amount of relevant reports on the difference of fracture risk and the tangent value of diagnostic indicators in the population with common chronic diseases.

OBJECTIVE: Through the analysis of fracture risk of middle-aged and elderly women with different chronic diseases, to investigate the correlation between obesity, hypertension, hyperlipemia, diabetes, arteriosclerosis and bone mineral density and identify the cut-off value of low bone mass index, thereby providing reference for the prevention and treatment of osteoporosis.

哈尔滨体育学院, 黑龙江省哈尔滨市 150008

第一作者: 常凤, 女, 1979年生, 黑龙江省哈尔滨市人, 汉族, 2015年武汉体育学院毕业, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事慢性病健康促进的研究。

通讯作者: 李彦龙, 博士, 教授, 博士生导师, 哈尔滨体育学院, 黑龙江省哈尔滨市 150008

<https://orcid.org/0000-0001-8227-0335> (常凤)

基金资助: 黑龙江省自然科学基金联合项目(LH2021C055), 项目负责人: 常凤

引用本文: 常凤, 李彦龙. 不同慢性病中老年女性骨折风险及低骨量切点预测分析[J]. 中国组织工程研究, 2024, 28(14):

2140-2144.



METHODS: A total of 203 cases of female adults aged 45–70 years were divided into normal group and chronic disease group. The calcaneal bone density was measured by using an ultrasonic bone densitometer. Brachial-ankle pulse wave velocity was tested by using an arteriosclerotic instrument. Blood sugar and blood lipid were tested by using an automatic biochemical analyzer. Body mass index, fat mass and muscle mass were measured by using a body composition analyzer.

RESULTS AND CONCLUSION: There were significant differences in body mass index and fracture risk coefficient of women aged 61–70 years and bone strength of women aged 51–60 years and 61–70 years compared with those aged < 50 years ($P < 0.05$). The fracture risk of diabetes group was significantly higher than that of the other groups, while the fracture risk of arteriosclerosis group was significantly higher than that of normal group and obesity group ($P < 0.05$). Bone mineral density was negatively correlated with age, left vascular elasticity, right vascular elasticity and triglyceride level, but positively correlated with body mass index ($P < 0.05$). The area under the receiver operating characteristic curve of body mass density and the above indexes was 0.5–0.7, and the corresponding tangents of low body mass density were 55.5 years old (age), 756.0 cm/s (left vascular elasticity), 789.0 cm/s (right vascular elasticity), 1.115 mmol/L (triglyceride level) and 22.35 kg/m² (body mass index). To conclude, diabetes and arteriosclerosis increase the risk of fracture in middle-aged and elderly women. Body mass index, vascular elasticity and triglyceride level have a certain early diagnostic value in predicting low bone mass in women.

Key words: middle-aged and elderly women; fracture risk; low bone mass; tangent point prediction

Funding: Heilongjiang Natural Fund Joint Project, No. LH2021C055 (to CF)

How to cite this article: CHANG F, LI YL. Fracture risk analysis and prediction of low bone mass tangential points in middle-aged and elderly women with different chronic diseases. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2024;28(14):2140-2144.

0 引言 Introduction

最新报道显示, 中国 50 岁以上骨质疏松患病率为 19.2%, 65 岁以上为 32.0%, 其中女性 (32.1%) 明显高于男性 (6.0%), 而且 50 岁以上人群低骨量达 46.4%^[1-2]。可见, 中国骨质疏松人群数量庞大, 50 岁以上女性为主要群体。骨质疏松病程不可逆, 因而预防尤为重要。低骨量是骨质疏松发病前的危险阶段^[3]。研究证实, 骨质疏松危险因素包括种族、年龄、性别、体质指数、吸烟、饮酒等^[4]。此外, 高血压、高脂血症、冠心病、糖尿病、下肢动脉硬化等常见慢性病增加骨质疏松风险, 高密度脂蛋白则是老年人发生骨质疏松的保护因素^[5-9]。但关于常见慢性病人群的骨折风险差异及诊断指标切点值未见相关报道。因此, 此次研究以骨质疏松前期的低骨量为关注焦点, 以高发的中老年女性为关注对象, 以高血压、糖尿病、高血脂、动脉硬化等慢性病为分类条件, 对比不同慢性病中老年女性的骨折风险。以骨密度 T 值为参考值, 将研究对象分为正常骨密度和低骨量, 绘制年龄、体质指数、血压、血脂、血管弹性等指标与骨密度的受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线, 并计算 ROC 曲线下面积 (area under the curve, AUC) 和约登指数 (Youden's index, YI), 找到 AUC > 0.5 的常见慢性病诊断指标, 并获得最大约登指数的切点, 挖掘慢性病与骨密度之间隐藏的内在关系, 以期通过常用体检指标预测低骨量异常风险, 为骨质疏松防治提供借鉴。

1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 病例-对照, 回顾性分析。两组间比较采用独立样本 t 检验, 多组间比较采用单因素方差分析, 相关性分析采用 Pearson 法。

1.2 时间及地点 试验于 2021 年 5–12 月在哈尔滨体育学院运动能力开发与评定实验室完成。

1.3 对象 回顾性选择 2021 年 5–12 月在某校医院进行体检人群。

纳入标准: ① 45–70 岁女性受检者; ② 身高、体质指数、血压、血糖、血脂、血管弹性测试数据完整; ③ 慢性病患者病情稳定, 无心、脑、肾等重要脏器合并症。

排除标准: ① 身体中有金属植入物者; ② 近期内服用维生素

D 制剂、钙剂等影响骨代谢类相关药物; ③ 骨密度 T 值 ≥ 2.5 。

研究共纳入符合条件体检者 203 例, 按是否患有肥胖、高血压、高血脂、糖尿病、动脉硬化分为正常组和慢性病组。该研究方案的实施符合《赫尔辛基宣言》和哈尔滨体育学院学术伦理委员会对研究的相关伦理要求 (受理编号: 2021003, 审批时间: 2021 年 3 月 10 日)。参与试验的受试者均对样本的采集及数据收集完全知情同意, 并签署了“知情同意书”。

1.4 方法

1.4.1 骨密度 使用韩国 OsteoSys 公司生产的 Sonost 2000 超声骨密度测量受试者右足跟的骨密度 (T 值)、骨强度和骨折风险系数。跟骨骨小梁比例较高, 有两个侧面, 利于超声波传导, 故被公认为外周骨骼超声测量的最常用部位^[10]。跟骨超声骨密度测量仪系统默认右足为测试脚^[11]。测试前在内、外踝最高点与跟骨连线中、外 1/3 交点处涂抹耦合剂, 然后将脚放到测试槽内完成测试。骨强度 (OSI) 又称超声波骨评价价值, 骨折风险系数 (TI) 又称透过指数, 二者的数值越小发生骨折的可能性越大。OSI=TI×SOS², SOS 为跟骨超声波速度。

1.4.2 其他资料采集

(1) 血糖、血脂: 全部受试者禁食 8 h 以上, 于次日清晨 7: 00–8: 00 采集空腹静脉血 5 mL, 使用东亚 / 希森美康 Sysmex CHEMIX-180 全自动生化分析仪, 进行血糖、三酰甘油、胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇测试。

(2) 身体成分: 使用韩国 GAIA KIKO 身体成分测试仪, 利用生物电阻抗法测试身高、体质指数、肌肉质量、脂肪质量等身体成分指标。

(3) 血管弹性: 使用日本福田 VaSaraTM VS-1 500A 动脉硬化检测仪进行血管弹性程度 (肱-踝脉搏波传导速度)、血管阻塞程度 (踝肱指数) 检测。

(4) 血压: 使用大连 Omron HEM-7 112 电子血压计进行测试。

1.4.3 诊断标准 参照 WHO 标准, 骨量减少为 $-2.5 < T < -1.0$ 。高脂血症参照《中国成人血脂异常防治指南 (2016 年修订版)》, 即胆固醇 > 5.2 mmol/L, 三酰甘油 ≥ 1.7 mmol/L, 低密度脂蛋白胆固醇 > 3.4 mmol/L, 高密度脂蛋白胆固醇 ≤ 1.0 mmol/L。肥胖参照《中国超重 / 肥胖医学营养治疗专家

共识(2016年版)》: 体质量指数 $\geq 28.0 \text{ kg/m}^2$ 。糖尿病参照《中国2型糖尿病防治指南(2020年版)》: 空腹血糖 $\geq 7.0 \text{ mmol/L}$ 。高血压参照《中国高血压防治指南2021年》: 收缩压/舒张压 $\geq 140/90 \text{ mmHg}$ 。动脉硬化参照《脉搏波传导速度评价动脉粥样硬化性疾病的应用进展》, 标准为: 肱-踝脉搏波传导速度 (brachial-ankle artery PWV, baPWV) $> 1400 \text{ cm/s}^{[12]}$; 并参照《下肢动脉硬化闭塞症患者踝肱指数与冠状动脉狭窄程度的相关性研究》, 标准为: 踝肱指数 (ankle brachial index, ABI) < 0.9 , 踝肱指数 < 0.5 重度缺血, 踝肱指数 $0.5-0.75$ 中度缺血, 踝肱指数 $0.75-0.9$ 轻度缺血^[13]。

1.5 主要观察指标 ①不同年龄中老年女性骨折风险系数; ②不同慢性病中老年女性骨折风险系数; ③慢性病与骨折风险相关性; ④慢性病与骨量减少风险预测。

1.6 统计学分析 使用 SPSS 22.0 进行数据分析, 正态性检验使用 Kolmogorov-Smirnov, 采用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 经检验数据均符合正态分布。正常组与慢性病组采用独立样本 t 检验进行分析; 不同年龄、不同慢性病骨密度、骨强度、骨折风险系数比较使用单因素方差分析; 不同健康指标与骨密度间关系, 采用 Pearson 相关分析, 显著性水平设定在 $P < 0.05$ 。

将 T 值根据标准以 -1.0 为临界值, 分为正常骨密度和骨量减少, 分别转换为 1, 2, 建立受试者 ROC, 并计算不同指标 ROC 曲线下面积 AUC 和 YI。AUC 曲线面积越接近 1, 说明诊断效果越好; $AUC \leq 0.5$ 时, 说明方法无诊断价值; $0.5-0.7$ 表示准确性较低; $0.7-0.9$ 表示有一定准确性; > 0.9 则表示有较高准确性。 $YI = \text{敏感度} + \text{特异度} - 1^{[14]}$, 得到数值最大的约登指数对应的指标值, 即最理想的预测骨量减少风险的切点。文章的统计学方法已经哈尔滨体育学院统计教研室的专家审核。

2 结果 Results

2.1 参与者数量分析 纳入的 203 名受试者均资料完整, 全部进入结果分析。

2.2 受试者基线资料 2 组受试者年龄、身高、体质量差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 体质量指数差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表 1。

表 1 | 中老年女性受试者的基本情况 ($\bar{x} \pm s$)
Table 1 | Basic information of middle-aged and elderly female subjects

类别	<i>n</i>	年龄 (岁)	身高 (cm)	体质量 (kg)	体质量指数 (kg/m^2)
正常组	92	55.08 \pm 5.47	160.34 \pm 5.23	58.29 \pm 4.62	22.65 \pm 1.20
慢性病组	111	57.43 \pm 5.20	158.34 \pm 4.67	60.58 \pm 8.65	24.23 \pm 2.86
总体	203	57.20 \pm 5.25	158.54 \pm 4.47	60.36 \pm 4.75	24.08 \pm 2.78
<i>t</i> 值		0.121	1.392	0.872	3.593
<i>P</i> 值		0.142	0.166	0.385	0.001

2.3 不同年龄中老年女性骨折风险 根据受试者年龄分为 3 组: 45-50 岁、51-60 岁、61-70 岁。鉴于中国女性平均绝经年龄为 50 岁^[15], 故将 45-50 岁分为一组。研究发现, 随着年龄增长中老年女性骨密度、骨强度下降, 骨折风险系数

增加。61-70 岁骨密度、骨折风险系数及 51-60 岁、61-70 岁骨强度与 45-50 岁年龄组比较, 差异均有显著性意义 ($P < 0.05$), 见表 2。

表 2 | 不同年龄中老年女性骨密度、骨强度与骨折风险系数 ($\bar{x} \pm s$)
Table 2 | Bone mineral density, bone strength and fracture risk coefficient in middle-aged and elderly women of different ages

年龄 (岁)	<i>n</i>	<i>T</i> 值	骨强度	骨折风险系数
45-50	62	-0.66 \pm 0.58	90.27 \pm 12.42	1.71 \pm 0.64
51-60	71	-0.75 \pm 0.70	84.92 \pm 11.10 ^a	1.86 \pm 0.78
61-70	70	-0.95 \pm 0.49 ^a	84.77 \pm 12.78 ^a	2.05 \pm 0.70 ^a
<i>F</i> 值		6.657	3.091	3.082
<i>P</i> 值		0.029	0.048	0.042

表注: 与 45-50 岁组比较, ^a $P < 0.05$

2.4 不同慢性病中老年女性骨折风险 肥胖症患者整体处于轻度肥胖水平体质量指数为 (28.89 \pm 0.77) kg/m^2 , 高脂血症以高三酰甘油和高胆固醇为主 [三酰甘油为 (2.28 \pm 0.82) mmol/L 、胆固醇为 (5.34 \pm 0.85) mmol/L 、高密度脂蛋白胆固醇为 (1.38 \pm 0.32) mmol/L 、低密度脂蛋白胆固醇为 (2.71 \pm 0.81) mmol/L], 高血压等级为 1 级 [收缩压 (148.45 \pm 10.47) mmHg 、舒张压 (94.62 \pm 9.54) mmHg]、动脉硬化处于轻度异常水平 (左侧血管阻塞程度 0.80 \pm 0.32、右侧血管阻塞程度 0.82 \pm 0.29)、糖尿病患者的平均空腹血糖水平为 (7.21 \pm 1.73) mmol/L 。

不同慢性病骨密度、骨强度由高到低依次为: 肥胖、正常、高脂血症、高血压、动脉硬化、糖尿病, 骨折风险系数与之相反。动脉硬化组骨密度、骨强度和骨折风险系数与正常组、肥胖组比较, 糖尿病组骨密度、骨折风险系数与其余各组比较, 糖尿病组骨强度与正常组和肥胖组比较, 差异均有显著性意义 ($P < 0.05$), 见表 3。

表 3 | 不同慢性病中老年女性骨密度、骨强度与骨折风险系数 ($\bar{x} \pm s$)
Table 3 | Bone mineral density, bone strength and fracture risk coefficient in middle-aged and elderly women with different chronic diseases

类别	<i>n</i>	比例 (%)	<i>T</i> 值	骨强度	骨折风险系数
肥胖	23	11.33	-0.70 \pm 0.73	90.53 \pm 12.74	1.60 \pm 0.75
正常	92	45.32	-0.75 \pm 0.64	90.20 \pm 11.64	1.64 \pm 0.85
高脂血症	73	35.96	-0.78 \pm 0.64	89.87 \pm 15.01	1.85 \pm 0.64
高血压	86	42.36	-0.80 \pm 0.58	87.07 \pm 12.04	1.88 \pm 0.70
动脉硬化	42	20.69	-0.94 \pm 0.69 ^{ab}	82.28 \pm 14.41 ^{ab}	1.98 \pm 0.78 ^{ab}
糖尿病	63	31.03	-1.14 \pm 0.54 ^{abcd}	80.55 \pm 12.89 ^{ab}	2.01 \pm 0.68 ^{abcd}

表注: 与肥胖组比较, ^a $P < 0.05$; 与正常组比较, ^b $P < 0.05$; 与高脂血症组比较, ^c $P < 0.05$; 与高血压组比较, ^d $P < 0.05$

不同体质量指数骨密度、骨强度由低到高依次为低体质量 (体质量指数 $< 18.5 \text{ kg/m}^2$)、正常体质量 ($18.5 \text{ kg/m}^2 \leq$ 体质量指数 $< 24 \text{ kg/m}^2$)、超重 ($24 \text{ kg/m}^2 \leq$ 体质量指数 $< 28 \text{ kg/m}^2$)、肥胖 (体质量指数 $\geq 28 \text{ kg/m}^2$), 骨折风险系数反之。低体质量的骨密度、骨强度和骨折风险系数与肥胖组比较, 差异有显著性意义 ($P < 0.05$), 与其他组别差异无显著性意义 ($P > 0.05$), 见表 4。

2.5 慢性病与骨折风险相关性 Pearson 相关分析显示, 中老年女性骨密度与年龄、左侧血管弹性程度、右侧血管弹性程度、三酰甘油呈负相关, 与体质量指数呈正相关 ($P < 0.05$), 与其他指标不相关 ($P > 0.05$), 见表 5。

表 4 | 不同体质量指数中老年女性骨密度、骨强度与骨折风险系数 ($\bar{x} \pm s$)
Table 4 | Bone mineral density, bone strength and fracture risk coefficient in middle-aged and elderly women with different body mass indexes

类别	n	T 值	骨强度	骨折风险系数
低体质量	25	-0.90±0.70	81.84±10.23	1.99±0.74
正常	102	-0.81±0.65	86.20±10.81	1.88±0.73
超重	53	-0.74±0.62	89.87±13.25	1.83±0.68
肥胖	23	-0.70±0.73 ^a	90.53±12.74 ^a	1.60±0.75 ^a

表注：与低体质量组比较，^a $P < 0.05$

表 5 | 中老年女性年龄、体质量指数、血管弹性程度、血脂与骨密度相关性
Table 5 | Correlation between age, body mass index, vascular elasticity, blood lipid level and bone mineral density in middle-aged and elderly women

指标	测试结果 ($\bar{x} \pm s$)	r 值	P 值
年龄 (岁)	57.43±5.20	-0.264	< 0.001
身高 (cm)	158.34±4.67	-0.029	0.751
体质量 (kg)	60.58±8.65	0.139	0.125
体质量指数 (kg/m ²)	24.23±2.86	0.189	0.036
脂肪质量 (kg)	24.85±4.07	0.173	0.055
脂肪百分比 (%)	29.06±5.36	0.168	0.063
肌肉质量 (kg)	39.36±2.74	0.093	0.305
收缩压 (mmHg)	134.96±15.74	-0.010	0.910
舒张压 (mmHg)	81.75±11.59	0.031	0.736
左侧血管弹性程度 (cm/s)	936.01±244.70	-0.316	< 0.001
右侧血管弹性程度 (cm/s)	924.17±236.35	-0.266	< 0.001
左侧血管阻塞程度	0.84±0.37	0.037	0.688
右侧血管阻塞程度	0.86±0.32	0.074	0.416
血糖 (mmol/L)	6.22±2.48	-0.036	0.694
三酰甘油 (mmol/L)	1.61±1.14	-0.210	0.027
胆固醇 (mmol/L)	4.81±0.91	-0.017	0.848
高密度脂蛋白胆固醇 (mmol/L)	1.52±0.38	0.098	0.278
低密度脂蛋白胆固醇 (mmol/L)	2.46±0.62	-0.049	0.587

2.6 慢性病与骨量减少风险预测 中老年女性的年龄、体质量指数、左侧血管弹性、右侧血管弹性、三酰甘油与骨密度的 AUC 介于 0.5-0.7 之间，最大约登指数对应的切点值分别为 55.5 岁、22.35 kg/m²、756.0 cm/s、789.0 cm/s、1.115 mmol/L，见表 6。

表 6 | 年龄、体质量指数、血管弹性、血脂与中老年女性骨量减少 AUC 及约登指数

Table 6 | Area under the ROC curve and Jouden's index of age, body mass index, vascular elasticity, blood lipid level and bone loss reduction in middle-aged and elderly women

指标	AUC	切点值	敏感度	特异度	最大约登指数 (YI)
年龄	0.674	55.5 岁	0.820	0.493	0.313
体质量指数	0.512	22.35 kg/m ²	0.823	0.329	0.152
左侧血管弹性程度	0.633	756.0 cm/s	0.680	0.575	0.255
右侧血管弹性程度	0.591	789.0 cm/s	0.580	0.616	0.196
三酰甘油	0.568	1.115 mmol/L	0.860	0.329	0.189

表注：AUC 介于 0.5-0.7 之间表示准确性较低；约登指数 (YI) = 敏感度 + 特异度 - 1。切点值为最大约登指数对应的切点值。AUC：受试者工作特征曲线下面积

3 讨论 Discussion

此次研究发现，中老年女性骨密度、骨强度及骨折风险具有增龄性变化特征，具体表现为：61-70 岁女性骨折风险系数明显高于 50 岁以下 ($P < 0.05$)。该结果与相关研究报道一致^[16]。原因包括：① 50 岁是女性绝经的平均年龄，绝经后女性体内雌激素水平明显下降^[17]。而雌激素具有促进骨基质代谢、诱导破骨细胞凋亡、减少破骨细胞存活时间、调节成骨细胞等作用，雌激素的减少可导致骨吸收作用大于合成作用，骨量减少^[18]。② 随着年龄增长，体力下降、户外活动

减少、肠道对钙的吸收下降，同时体内维生素 D 合成减少^[19]，骨密度随之下降。此次研究的相关分析结果显示，骨密度与年龄呈弱负相关，ROC 曲线下面积则发现，55.5 岁是骨量减少的切点年龄。研究的局限在于相关分析显示年龄与骨密度的相关系数较低，AUC 介于 0.5-0.7 之间，预测的准确定一般。但该结果与报道中的 50 岁以后骨质疏松患病率明显增加一致^[20-21]。因此，55 岁以上女性要特别注意防治骨密度下降。

此次研究显示，肥胖人群的骨密度、骨强度、骨折风险系数与正常组接近，而糖尿病人群的骨密度低于肥胖、高血压、高血脂、动脉硬化和糖尿病人群的骨折风险系数则高于其他慢性病人群 ($P < 0.05$)。为进一步探讨体质量指数与骨密度间的关系，进行低体质量、正常体质量、超重和肥胖人群的比较发现，肥胖组骨密度、骨强度明显高于低体质量组，骨折风险系数低于低体质量组 ($P < 0.05$)。Person 相关分析显示，体质量指数与骨密度呈正相关，血管弹性程度、三酰甘油则与骨密度呈负相关。说明在一定范围内，高体质量指数为骨密度的保护性因素^[22]，高血糖、血管弹性程度下降、三酰甘油升高则为危险因素。AUC 结果显示，体质量指数低于 22.35 kg/m²、左侧血管弹性程度大于 756.0 cm/s、右侧血管弹性程度大于 789.0 cm/s、三酰甘油浓度高于 1.115 mmol/L，中老年女性骨量减少风险增加。一定范围的高体质量指数增加骨密度的原因包括：① 骨骼负重促进成骨细胞的骨形成作用，使骨吸收减少^[23]。② 高体质量指数者，脂肪含量也高，脂肪组织可促使雄激素芳香转化为雌激素，进而促进骨合成^[24]。此外，脂源性瘦素、脂联素可促进骨髓前体细胞向成骨细胞转化，促进胰岛素分泌，进而促进骨细胞增殖，增加骨密度^[11]。③ 适当的负重促进骨重建，修复骨骼微损伤，延缓骨丢失，促进骨钙化^[25]。此外，有关不同体质量指数的报道，以 < 20 kg/m²、20-24 kg/m²、> 24 kg/m² 为分组标准，各体质量指数组间绝经后女性的整体骨密度无显著差异，但 > 24 kg/m² 整体骨矿含量与其余 2 组存在差异^[26]。也有报道显示，女性骨密度与体质量指数无关^[27]。因此，有关体质量指数与骨健康方面的研究仍有待进一步细化。

糖尿病增加骨质疏松风险，骨密度低于其他慢性病人群，该结果与报道一致^[28-29]，原因包括：① 糖尿病患者处于高糖状态，葡萄糖可刺激破骨细胞分化^[30]。高血糖还引起血浆晶体渗透压增加，致使肾小球通透性增强^[31]，导致钙、磷等从尿中排出。另外，严格的糖尿病饮食引起钙磷摄入不足，致使骨合成所需原料减少，骨密度下降。② 胰岛素及胰岛素样生长因子参与软骨和骨生长，促进糖蛋白和胶原蛋白的合成，参与骨矿化效应。胰岛素还可以促进肾小管重吸收。糖尿病患者胰岛素减少，肾小管重吸收减少，导致钙、磷丢失；胰岛素缺乏可抑制成骨细胞合成骨钙素^[30]。③ 胰高血糖素样肽 1 具有促进骨形成和抑制骨吸收，促进降钙素分泌等作用，而糖尿病患者该激素分泌增多，影响骨代谢^[32]。④ 糖尿病微血管并发症可通过影响骨血液供应，导致骨骼局部缺氧，诱导破骨细胞分化和增生，促进骨质疏松的发展^[33]。⑤ 糖尿病

患者可形成晚期糖基化产物,该物质可引起骨胶原连接障碍,降低骨质量^[34]。神经细胞与晚期糖基化终末产物结合,并分泌多种细胞因子,造成神经细胞及神经传导通路的损伤并通过影响局部组织的神经营养,加速骨量的丢失。⑥骨髓脂肪细胞和成骨细胞同源,糖尿病患者骨髓脂肪细胞增多,导致成骨细胞减少,而且骨髓成骨细胞可释放大影响骨代谢的细胞因子,减少骨合成,降低骨密度^[35]。⑦部分降糖药物如噻唑烷二酮类具有减少骨形成,增加骨破坏的不良反;二甲双胍、胰岛素则具有增加骨密度的作用;磺脲类、二肽基肽酶IV等药物的作用尚不明确^[36]。⑧糖尿病患者多伴有体质量下降,重力刺激作用减少,降低骨密度。以上众多因素联合作用,导致糖尿病人群的骨折风险明显高于其他常见慢性病患者。可见,糖尿病影响骨健康的可能原因较多,两者间的交互作用复杂,但此次研究未进行其他相关指标的检测。

下肢血管弹性程度下降增加骨折风险,与报道一致^[37]。主要原因可能为动脉硬化与骨质疏松的发病机制具有共同点。动脉硬化表现为动脉管壁增厚、钙化、失去弹性、管腔狭窄,而骨质疏松则是骨微细结构改变、钙质丢失,两者都存在钙代谢异常^[38],进而致使动脉硬化人群骨折风险增加。

血脂异常降低骨密度的原因可能与血脂升高导致破骨作用增强,成骨作用被抑制;高血脂促使动脉硬化,进而间接降低骨密度有关^[39]。高血压引起骨密度下降,骨折风险增加的原因包括^[40]:①血管紧张素增加骨吸收作用;②高血压引发内皮细胞钙离子升高,尿钙排泄增多,进而促进甲状旁腺素分泌增多,促进骨吸收和肠钙吸收,使骨钙入血,骨密度下降;③高血压导致体内胰岛素样生长因子1增多,增加骨质疏松风险。但由于此次研究样本数量有限,不同慢性病进行分类,存在2个或以上慢性病共同存在时,纳入到各自疾病中重复进行统计分析,而高血压、高血脂人群又多伴有肥胖,可能由于肥胖增加骨密度的作用,与高血压、高血脂的降低作用可相互干扰,进而两类慢性病人群的骨密度与正常组并未出现差异。

综上所述,糖尿病和动脉硬化增加中老年女性骨折风险,年龄、体质量指数、血管弹性程度和三酰甘油与骨密度弱相关,体质量指数高于28 kg/m²对预防骨量减少具有一定保护作用。中老年女性体质量指数、动脉硬化及血脂对早期发现骨量减少具有一定的诊断价值。年龄、体质量指数、左侧血管弹性、右侧血管弹性、三酰甘油与骨密度的切点值分别为55.5岁、22.35 kg/m²、756.0 cm/s、789.0 cm/s、1.115 mmol/L。

作者贡献:常凤负责设计、实施、数据收集及论文撰写,李彦龙负责测试与统计学处理,数据收集与统计分析由不同人负责。该研究过程采用盲法评估,数据收集者赋予不同慢性病不同的编号,数据分析者不知道编号对应的人群。

利益冲突:文章的全部作者声明,在课题研究和文章撰写过程中不存在利益冲突。

开放获取声明:这是一篇开放获取文章,根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享4.0”条款,在合理引用的情况下,允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展,同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献,并为之建立索引,用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

版权转让:文章出版前全体作者与编辑部签署了文章版权转让协议。

出版规范:文章撰写遵守了《非随机对照临床试验研究报告指南》(TREND声明)。文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行3次查重。文章经小同行外审专家双盲外审,同行评议认为文章符合期刊发稿宗旨。

4 参考文献 References

- [1] 中华医学会中华医学杂志社,等.原发性骨质疏松症基层诊疗指南(2019年)[J].中华全科医师杂志,2020,23(4):304-315.
- [2] 中华医学会风湿病学分会.糖皮质激素诱导的骨质疏松诊治的专家共识[J].中华风湿病学杂志,2013,17(6):363-368.
- [3] 崔新雯,张一民,王彦桃,等.未绝经女性骨量减少风险评估方法的建立[J].北京体育大学学报,2016,39(3):66-72.
- [4] 中国健康促进基金会基层医疗机构骨质疏松症诊断与治疗专家共识委员会.基层医疗机构骨质疏松症诊断和治疗专家共识(2021)[J].中国骨质疏松杂志,2021,27(7):937-944.
- [5] 吴健,周涛,俞兵,等.血脂与老年女性骨质疏松性骨折的相关研究[J].实用骨科杂志,2021,27(2):127-130.
- [6] 郑应麟.中老年2型糖尿病患者低骨量与甲状腺激素水平的相关分析[D].南昌:南昌大学,2018.
- [7] 苟静,岳建彪,李霞.70岁以上老年人群骨质疏松症与心血管疾病危险因素的关系研究[J].中国医学前沿杂志(电子版),2021,13(5):70-73.
- [8] 熊义博,刘学员,邓泽熙,等.老年人骨质疏松与动脉硬化化的关系[J].医学信息,2019,32(19):106-108.
- [9] 于婷婷,黄娜娜,苏娇,等.颈动脉和下肢动脉粥样硬化分级与2型糖尿病患者骨密度的关系[J].中国骨质疏松杂志,2019,25(8):1052-1058.
- [10] CHIN KY, IMA-NIRWANA S. Calcaneal quantitative ultrasound as a determinant of bone health status: what properties of bone does it reflect? [J]. Int J Med Sci. 2013;10(12):1778-1783.
- [11] 岳亚杰.吉林省德惠市658名中老年女性跟骨超声骨密度分析[D].长春:吉林大学,2016.
- [12] 李悦,夏俊,张敏,等.脉搏波传导速度评价动脉粥样硬化性疾病的应用进展[J].中国动脉硬化杂志,2021,29(3):271-276.
- [13] 黄薇,王宏宇,刘金波,等.下肢动脉硬化闭塞症患者踝肱指数与冠状动脉狭窄程度的相关性研究[J].心肺血管病杂志,2022,41(7):754-756+767.
- [14] 汪宏莉,韩廷柏,陈涛,等.老年人高血压风险预测肥胖指标筛选[J].中国公共卫生,2020,36(1):105-109.
- [15] 陈宏杰.中国绝经后女性的初潮年龄和绝经年龄与糖尿病、心血管疾病和骨质疏松的相关性研究[D].福州:福建医科大学,2013.
- [16] 屈敏.女性绝经后骨质疏松发生的相关影响因素及预防管理措施[J].临床医学,2022,42(8):49-51.
- [17] 吴永君,张维森,周柏靖,等.自然绝经年龄与绝经后肥胖关系[J].中国公共卫生,2022,38(12):1544-1548.
- [18] 李薇,张博,张雨薇等.雌激素调节骨代谢作用的研究进展[J].中国骨质疏松杂志,2017,23(2):262-266.
- [19] INGE G, CHAN R, JEAN W, et al. A combined nutrition and exercise intervention influence serum vitamin B-12 and 25-Hydroxyvitamin D and bone turnover of healthy chinese middle-aged and older adults. J Nutr. 2020;150(8):2112-2119.
- [20] 孙楠,李纳,李小玲,等.某医院体检人群骨密度情况及骨量异常患病率研究[J].风湿病与关节炎,2022,11(8):13-16+22.
- [21] 常晓宇,邓颖,何君,等.2018年四川省40岁及以上人群骨质疏松症现状分析[J].预防医学情报杂志,2022,38(6):769-776.
- [22] 饶淑梅,田蓉.老年人骨密度T值与生活方式的相关性分析[J].中国当代医药,2022,29(28):159-162.
- [23] 贾钰钧.老年男性2型糖尿病患者骨质疏松调查及与体质量指数、糖化血红蛋白、病程和肾功能关系研究[J].中国骨质疏松杂志,2020,26(1):75-78.
- [24] 俞海燕,郭晓珍,黄文龙,等.2型糖尿病患者FRAX评分及骨密度与BMI的相关性分析[J].中国骨质疏松杂志,2017,23(6):761-763+767.
- [25] 栗敏,郭勇.北京南郊地区成年人桡骨远端骨密度及FRAX骨折风险评分与BMI的相关分析和探索研究[J].中国骨质疏松杂志,2018,24(8):1049-1053+1092.
- [26] 袁嘉尧,林燕平,林贤灿,等.绝经后女性体质量指数、体成分与骨密度的变化特征及关系[J].中国骨质疏松杂志,2022,28(6):830-835.
- [27] 邓红.广州市30-49岁女教师骨质与营养状况的相关性分析[J].中国组织工程研究,2018,22(4):499-504.
- [28] 王聪,唐海英,李建中.高龄老年人慢性骨病与骨质疏松症的相关性研究进展[J].中国骨质疏松杂志,2018,24(6):831-835.
- [29] 张海洋,陈春霞,李慧蓉.南京市江宁区老年人骨密度现状分析[J].江苏预防医学,2018,29(1):70-71.
- [30] 倪利华.糖尿病性骨质疏松症的研究进展[J].临床与病理杂志,2020,40(7):1897-1901.
- [31] 中华医学会糖尿病学分会.中国2型糖尿病防治指南(2020年版)[J].中华糖尿病杂志,2021,13(4):315-409.
- [32] SCHILLERUP SP, SKOV-JEPPESEN K, WINDELLOV JA, et al. Gut hormones and their effect on bone metabolism. potential drug therapies in future osteoporosis treatment. Front Endocrinol(Lausanne). 2019;10(2):75.
- [33] AVOGARO A, FADINI GP. Microvascular complications in diabetes: A growing concern for cardiologists. Int J Cardiol. 2019;291(9):29-35.
- [34] ASDIPOOYA K, UY EM. Advanced glycation end products(AGEs), Reception for AGEs, diabetes, and bone: review of the literature. Endocr Soc. 2019;3(10):1799-1818.
- [35] LECKA-CZERNIK B, BAROI S, STECHSCHULTE LA, et al. Marrow fat a new target to treat bone diseases? Curr Osteoporos Rep. 2018;16(2):123-129.
- [36] 邓静,冯正平.降糖药对骨代谢的影响[J].中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志,2015,8(3):256-260.
- [37] 王亚丽,张乌云.探讨老年人骨质疏松与动脉硬化风险之间的关系[J].中国骨质疏松杂志,2017,23(3):346-349.
- [38] 黄喜顺,邱耀辉,吴义森,等.中老年人骨质疏松与动脉硬化斑块形成的关系初探[J].现代中西医结合杂志,2014,23(26):2921-2923.
- [39] YAMAGUCHI T, SUGIMOTO T, YANO S, et al. Plasma lipids and osteoporosis in postmenopausal women. Endocr J. 2002;49(2):211-217.
- [40] 韩栋,卢晓栋,王奔,等.骨质疏松性骨折与高血压病相关性分析[J].继续医学教育,2020,34(7):85-87.

(责任编辑: WZH, ZN, WL, LCH)