

中老年住院患者血浆致动脉硬化指数与骨质疏松的相关性研究

吕丹^{1,2}, 何菲^{1,2*}

¹重庆医科大学附属永川医院老年医学科, 重庆

²重庆市老年疾病临床医学研究中心, 重庆

收稿日期: 2026年2月3日; 录用日期: 2026年2月26日; 发布日期: 2026年3月5日

摘要

目的: 探讨中老年人群血浆致动脉硬化指数(AIP)与骨密度及骨质疏松的相关性。方法: 随机抽取2023年10月至2024年09月到重庆医科大学附属永川医院的中老年住院患者327例为研究对象, 根据WHO制定的骨质疏松症诊断标准将患者分为骨密度正常(88例)、骨密度减少(113例)及骨质疏松组(126例), 比较各组患者一般资料和主要生化指标, 计算AIP。使用SPSS26.0统计软件进行数据分析, 组间比较使用Kruskal-Wallis H检验, 采用Spearman相关性分析探讨骨质疏松与各指标的相关性, 采用logistic回归分析探讨发生骨质疏松的危险因素。结果: 年龄与骨质疏松的发生呈正相关($P < 0.05$); 身高、体重、BMI、空腹血糖、甘油三酯、AIP、尿酸与骨质疏松的发生呈负相关($P < 0.05$), 女性相较于男性患者更容易发生骨质疏松; AIP是影响患者骨密度的独立危险因子($P < 0.05$)。结论: 中老年住院患者AIP与骨质疏松之间存在相关性, 低水平AIP是发生骨质疏松的重要危险因素。

关键词

血脂异常, 骨质疏松, 血浆致动脉硬化指数

Correlation between Atherogenic Index of Plasma and Osteoporosis in Middle-Aged and Elderly Inpatients

Dan Lyu^{1,2}, Fei He^{1,2*}

¹Department of Geriatrics, Yongchuan Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing

²Chongqing Municipality Clinical Research Center for Geriatric Diseases, Chongqing

Received: February 3, 2026; accepted: February 26, 2026; published: March 5, 2026

*通讯作者。

文章引用: 吕丹, 何菲. 中老年住院患者血浆致动脉硬化指数与骨质疏松的相关性研究[J]. 临床医学进展, 2026, 16(3): 964-971. DOI: 10.12677/acm.2026.163869

Abstract

Objective: To explore the correlation between the atherogenic index of plasma (AIP) and bone mineral density (BMD) as well as osteoporosis (OP) in middle-aged and elderly populations. **Methods:** A total of 327 middle-aged and elderly inpatients admitted to Yongchuan Hospital Affiliated to Chongqing Medical University from October 2023 to September 2024 were randomly selected as research subjects. According to the diagnostic criteria for osteoporosis formulated by the WHO, the patients were divided into three groups: normal BMD group (88 cases), osteopenia group (113 cases), and osteoporosis group (126 cases). General data and main biochemical indicators of patients in each group were compared, and AIP was calculated. SPSS 26.0 statistical software was used for data analysis. Kruskal-Wallis H test was applied for intergroup comparisons, Spearman correlation analysis was used to explore the correlation between osteoporosis and various indicators, and logistic regression analysis was performed to identify the risk factors for osteoporosis. **Results:** Age was positively correlated with the occurrence of osteoporosis ($P < 0.05$); height, weight, BMI, fasting blood glucose, triglycerides (TG), AIP, and uric acid were negatively correlated with the occurrence of osteoporosis ($P < 0.05$). Female patients were more prone to osteoporosis than male patients. AIP was an independent risk factor affecting patients' bone mineral density ($P < 0.05$). **Conclusion:** There is a correlation between the atherogenic index of plasma (AIP) and osteoporosis in middle-aged and elderly hospitalized patients, and a low AIP level is an important risk factor for the development of osteoporosis.

Keywords

Dyslipidemia, Osteoporosis, Atherogenic Index of Plasma (AIP)

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

骨质疏松症(Osteoporosis, OP)是一种以骨量低下、骨微观结构破坏导致骨脆性增加为主要特征的一种骨代谢性疾病[1]。随着我国进入人口老龄化社会,骨质疏松的发病率逐年增加,骨质疏松性骨折的发生率处于急速增长期,50岁以上人群骨质疏松症患病率为19.2%;65岁以上人群骨质疏松症患病率为32%[2]。随着年龄的增长,骨量减少可伴随疼痛、骨骼变形,更为严重者甚至可以引起骨折,骨折的发生严重影响中老年人的生活质量与健康。骨质疏松作为一种起病隐匿性疾病,其早期发现、诊治及预防就尤为重要。近年来,研究报道显示血脂异常与骨密度及骨质疏松之间密切相关[3]-[5]。

血浆致动脉硬化指数(Atherogenic Index of Plasma, AIP)作为一种新型血脂综合指标,其计算公式为三酰甘油(Triglyceride, TG)与高密度脂蛋白胆固醇(High-Density Lipoprotein Cholesterol, HDL-C)比值的对数转换值[lg (TG/HDL - C)],最初是由Dobiášová M等人[6]研究发现可作为血浆动脉粥样硬化的标志物,该研究还发现AIP与低密度脂蛋白(Low-Density Lipoprotein, LDL)颗粒直径呈负相关。目前已有研究证实AIP在一定程度上可反映人体动脉硬化及相关性疾病,并且与单项血脂指标相比对临床血脂异常的监测特异性更高[7]-[9]。近年来有少数研究发现AIP与骨密度及骨质疏松密切相关,但是尚缺乏对中老年人群AIP与骨密度及骨质疏松关系的相关研究报道。因此,本研究以中老年住院患者为目标人群,探讨其AIP与骨质疏松的相关性,从而为中老年患者发生骨质疏松的预防和治疗提供依据。

2. 对象与方法

2.1. 研究对象

随机抽取 2023 年 10 月~2024 年 09 月到重庆医科大学附属永川医院的住院患者, 并根据其骨量 T 值分为骨量正常组、骨量减低组和骨质疏松组。本研究在收集患者的资料前均已向患者进行情况说明并取得患者的同意, 签署知情同意书。

2.1.1. 纳入及排除标准

(1) 年龄在 45~89 岁, 性别不限; (2) 能够正常交流, 且能够配合相关评估和测试; (3) 签署知情同意书。

2.1.2. 排除标准

(1) 患有恶性肿瘤或自身免疫系统疾病, 或有上述疾病的既往病史; (2) 患有血液性疾病; (3) 有认知障碍或运动障碍; (4) 长期卧床; (5) 临床资料不全者。

2.2. 方法

2.2.1. 一般资料采集

回顾性地查阅并收集所有入组患者的年龄、身高、体重、血压、血脂、吸烟史等。

2.2.2. 骨密度测定

采用双能 X 线骨密度仪(品牌: GE, 型号 DPX-NT)测定受检者腰椎 L1-4 的骨密度值, 计算出 T 值, T 值 ≥ -1 表示骨密度正常; $-2.5 < T \text{ 值} < -1$ 表示骨密度降低; T 值 ≤ -2.5 表示骨质疏松症。

2.2.3. 计算相关指标

血浆致动脉硬化指数(AIP): $AIP = \log(TG / HDL - C)$ 。

2.3. 统计学分析

采用 SPSS26.0 统计软件进行数据分析。符合正态分布的连续变量使用均数 \pm 标准差表示, 组间比较使用单因素方差分析; 非正态分布的以中位数(四分位数) [M (P25, P75)]表示, 组间比较使用 Kruskal-Wallis H 检验。采用 Spearman 相关性分析探讨骨质疏松与各指标的相关性。骨质疏松症与各危险因素之间的关系使用 Logistic 回归分析, P 值 < 0.05 被认为差异具有统计学意义。

3. 结果

3.1. 三组间中老年患者的一般临床资料比较

Table 1. Comparison of general clinical characteristics among the three groups

表 1. 三组间一般临床资料比较

	骨密度正常(88 人)	骨密度减少(113 人)	骨质疏松(126 人)	统计值	P 值
年龄(岁)	60.50 (54.00, 73.00)	69.00 (59.00, 76.00)	76.50 (70.75, 81.25)	H = 58.989	<0.001
性别(人数)					
男	41	29	17	X ² = 29.147	<0.001
女	47	84	109		
吸烟史(人数)				X ² = 9.655	0.008

续表

无	71	99	119		
有	17	14	7		
饮酒史(人数)					
无	65	95	116	$X^2 = 13.052$	0.001
有	23	18	10		
高血压病史(人数)					
无	36	55	53	$X^2 = 1.534$	0.464
有	52	58	73		
糖尿病病史(人数)					
无	18	50	66	$X^2 = 22.599$	<0.001
有	70	63	60		
身高(cm)	160.00 (155.00, 164.75)	157.00 (152.00, 161.50)	153.50 (150.00, 158.00)	$H = 41.333$	<0.001
体重(kg)	64.78 (± 9.86)	58.61 (± 8.62)	54.60 (± 9.03)	$F = 32.330$	<0.001
BMI (kg/m ²)	25.23 (22.94, 27.39)	23.44 (21.97, 25.52)	22.92 (20.97, 25.08)	$H = 21.465$	<0.001
收缩压(mmHg)	139.41 (± 21.25)	135.96 (± 21.76)	138.21 (± 20.69)	$F = 0.698$	0.498
舒张压(mmHg)	81.06 (± 12.79)	77.97 (± 11.15)	79.58 (± 12.23)	$F = 1.644$	0.195
空腹血糖(mmol/L)	7.94 (5.80, 12.38)	6.07 (5.07, 9.71)	5.88 (4.96, 8.30)	$H = 19.918$	<0.001
总胆固醇(mmol/L)	4.77 (± 1.27)	4.75 (± 1.11)	4.60 (± 1.13)	$F = 0.678$	0.508
甘油三酯(mmol/L)	1.92 (1.44, 2.65)	1.65 (1.30, 2.12)	1.39 (1.13, 1.99)	$H = 22.336$	<0.001
低密度脂蛋白胆固醇(mmol/L)	2.46 (1.80, 3.16)	2.32 (1.91, 3.06)	2.29 (1.71, 2.88)	$H = 2.642$	0.267
高密度脂蛋白胆固醇(mmol/L)	1.08 (0.92, 1.26)	1.10 (0.95, 1.25)	1.11 (0.94, 1.26)	$H = 0.698$	0.705
AIP	0.25 (± 0.23)	0.19 (± 0.19)	0.12 (± 0.19)	10.354	<0.001
尿酸(μ mol/L)	343.00 (270.75, 413.25)	314.00 (263.00, 378.50)	298.50 (255.00, 365.00)	$H = 8.471$	0.014
肌酐(μ mol/L)	66.00 (55.25, 80.50)	66.00 (57.00, 81.50)	65.00 (57.00, 76.25)	$H = 0.422$	0.810
碱性磷酸酶(U/L)	76.50 (65.50, 94.50)	80.00 (68.50, 98.00)	81.50 (69.00, 99.25)	$H = 2.475$	0.290

纳入本研究 327 例中老年住院患者, 根据其股骨颈骨密度分为骨密度正常组、骨密度减少组、骨质疏松组, 其中骨密度正常组患者 88 例, 占比 26.91%, 骨密度减少组 113 例, 占比 34.56%, 骨质疏松组 126 组, 38.53%。结果显示, 总体研究人群中, 三组间年龄、性别、吸烟史、饮酒史、糖尿病病史、身高、体重、BMI、空腹血糖、甘油三酯、AIP、尿酸差异有统计学意义(所有 P 值 <0.05)。而高血压病史、收缩压、舒张压、总胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇、肌酐、碱性磷酸酶均无统计学差异(所有 P 值 ≥ 0.05)。见表 1。

3.2. 各临床指标与骨质疏松的相关性分析

Table 2. Correlation analysis of clinical indicators with osteoporosis

表 2. 各临床指标与骨质疏松的相关性分析

	r	P
年龄	0.422	<0.001
性别	0.292	<0.001
吸烟史	-0.172	0.002
饮酒史	-0.198	<0.001
高血压病史	0.001	0.980
糖尿病病史	-0.248	<0.001
身高	-0.356	<0.001
体重	-0.381	<0.001
BMI	-0.244	<0.001
收缩压	-0.004	0.983
舒张压	-0.023	0.676
空腹血糖	-0.220	<0.001
总胆固醇	-0.053	0.340
甘油三酯	-0.262	<0.001
低密度脂蛋白胆固醇	-0.089	0.107
高密度脂蛋白胆固醇	0.036	0.517
AIP	-0.218	<0.001
尿酸	-0.154	0.005
肌酐	-0.025	0.658
碱性磷酸酶	0.085	0.124

利用 Spearman 秩相关性检验分析各临床指标与发生骨质疏松的相关性; 结果显示年龄与骨质疏松的发生呈正相关($r = 0.422, P < 0.001$); 身高、体重、BMI、空腹血糖、甘油三酯、AIP、尿酸与骨质疏松的发生呈负相关($r = -0.356, -0.381, -0.244, -0.220, -0.262, -0.218, -0.154, P < 0.05$); 且女性相较于男性患者更容易发生骨质疏松(见表 2)。

3.3. 中老年住院患者发生骨质疏松危险因素的 Logistic 回归分析

以是否发生骨质疏松为因变量, 以年龄、BMI、空腹血糖、AIP、尿酸、性别、吸烟史、饮酒史、糖尿病史为自变量, 进行有序 logistic 回归分析。结果显示, 年龄、BMI、空腹血糖、AIP、性别在模型中差异均有统计学意义($P < 0.05$)。其中年龄与骨质疏松的发生呈正相关($P < 0.05$), 而 BMI、空腹血糖、AIP 与骨质疏松的发生呈负相关($P < 0.05$), 男性患者与女性患者相比较不容易发生骨质疏松($P < 0.05$)。见表 3。

Table 3. Logistic regression analysis of risk factors for osteoporosis in middle-aged and elderly hospitalized patients
表 3. 中老年住院患者发生骨质疏松危险因素的 Logistic 回归分析

因素	B	SE	Wald χ^2	P	OR(95%CI)
年龄	0.103	0.012	72.185	<0.001	(0.079, 0.127)
BMI	-0.140	0.037	14.301	<0.001	(-0.213, -0.068)
空腹血糖	-0.093	0.033	7.683	0.006	(-0.158, -0.027)
AIP	-1.772	0.589	9.067	0.003	(-2.926, -0.619)
尿酸	-0.002	0.001	1.981	0.159	(-0.005, 0.001)
性别	-1.805	0.354	26.014	<0.001	(-2.499, -1.112)
吸烟史	-0.239	0.508	0.222	0.638	(-1.235, 0.756)
饮酒史	0.057	0.429	0.018	0.894	(-0.784, 0.898)
糖尿病史	0.338	0.277	1.488	0.223	(-0.205, 0.880)

4. 讨论

骨质疏松是一种与年龄增长相关的疾病, 随着我国人口老龄化的加重, 骨质疏松的患病率也逐年上升。骨质疏松导致的骨折对老年人群产生的危害巨大, 并且是老年患者致残和致死的主要原因之一, 所以近年来骨质疏松引起人们越来越多的重视。骨质疏松的发生与多方面因素有关, 如年龄、性别、生活方式、饮食习惯、高血压、糖尿病、血脂、肌酐、尿酸等因素与骨密度存在关联[10]-[13]。在本研究中, 发现年龄与骨密度呈正相关, 女性相较于男性更容易发生骨质疏松, 且 BMI、空腹血糖、甘油三酯、AIP、尿酸与骨质疏松的发生呈负相关。

临床发现血脂紊乱和骨质疏松常伴随出现, 近年来不少临床及实验研究表明, 血脂异常与骨代谢之间可能存在某种关系, 但目前其具体机制仍不清楚, 可能是以下多个因素共同参与。脂肪细胞和成骨细胞来源于一种骨间充质干细胞[14], 当脂代谢异常时打破骨微环境稳态, 促进间充质干细胞向脂肪细胞分化, 并抑制向成骨细胞的转化[15]。脂肪细胞和成骨细胞分化之间的平衡由信号通路调节, 脂质代谢紊乱则可能干扰关键信号通路影响骨细胞的分化[16]。此外, 脂肪细胞分泌脂肪因子(如瘦素、脂联素等)通过多种途径影响骨代谢, 干扰骨重塑导致骨质疏松[17]。Rucha Saoji 等人[18]对印度部落女性的一项横断面研究发现, 高密度脂蛋白、甘油三酯与骨质疏松与骨量减少显著相关。Qi Zhang 等人[19]在中国绝经后女性中也发现总胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇与骨密度之间存在非线性关联。Cui 等[20]研究发现绝经后女性的甘油三酯水平与骨密度呈正相关, 但在绝经前女性中甘油三酯水平较高的骨密度值较低。值得注意的是, Zhang 等人指出[21]血脂是评估老年人营养不良风险的有效生物标志物之一, 该研究显示根据微型营养评估(MNA)判定为高营养不良风险的老年患者, 其总胆固醇水平显著低于无风险组。在住院患者中低血脂水平常反映能量与合成底物摄入不足, 可作为一种营养不良的血清学表现。营养不良是衰弱发生与发展的重要机制之一, 进而低血脂状态可能与衰弱的发生相关[22]。在中老年人群中, 衰弱状态伴随活动能力下降、慢性炎症及激素紊乱等, 进一步加重骨质疏松的风险[23]。尽管不同研究探索骨质疏松和血脂关联的结论并不完全一致, 可能与入选人群、种族、年龄、地区及性别有关, 另外也有可能单一血脂指标并不能综合反映体内脂质代谢情况有关。

AIP 作为一个简单并容易得到的综合血脂指标, 反映了甘油三酯与高密度脂蛋白胆固醇的比值关系。近年来有流行病学研究发现, AIP 与骨质疏松之间存在相关性, 尽管不同的研究结果存在差异。一项旨在探讨 AIP 与骨质疏松之间的关系的研究中[24], 对 2007 年~2018 年全国健康与营养调查(NHANES)数

据进行了分析,其结论得出将 AIP 水平保持在一定范围内可能有助于降低患骨质疏松症的风险。此外 AIP 与西班牙女性的骨小梁评分呈负相关,且与骨微结构退化显著且独立相关,表明在评估绝经后妇女的总骨代谢时, AIP 可能是一种有用的技术[25]。除此之外, Qiwang He 等人[26]在最近的一项关于成年女性的横断面研究发现, AIP 高可能提示骨密度减少,提示临床医生应关注 AIP 高的患者,对预防骨质疏松症具有参考意义。但与该项研究结果不同的是,有研究发现绝经期妇女低水平 AIP 的更容易出现骨质疏松[27]-[29]。彭娅萍[30]等人对老年 2 型糖尿病患者的 AIP 与骨质疏松之间的相关性进行了研究,发现低 AIP 值与骨质疏松的发生率增加相关,且低 AIP 是骨质疏松发生的重要危险因素,并可作为老年 2 型糖尿病患者骨质疏松的预测指标之一。

在本研究中发现中老年住院患者血浆致动脉硬化指数与骨质疏松存在显著相关性, AIP 水平越低,骨质疏松发生风险越高;特别是在多因素 Logistic 回归分析调整了混杂因素后,这一结果仍有统计学意义。这提示我们中老年人健康体检时发现 AIP 处于低水平时,应该警惕骨质疏松的发生。尽管不同研究的结果存在一些差异,但大多数研究表明 AIP 与骨质疏松之间存在一定的关联性,这为未来临床实践中通过 AIP 筛查骨质疏松提供了一种新方法。

本研究上存在一定的局限性: 1. 本研究以 45 岁及以上的住院人群为研究对象,所以该结论可能不适用于社区健康中老年人;在后续研究中需要继续收集健康中老年人的资料进一步分析。2. 本研究样本量较少,缺乏与其他年龄阶段的研究对象,不能全面反应不同人群间的差异;未来需扩大样本量进一步验证本研究结论。3. 这是一项横断面研究,只能确定 AIP 与骨密度之间存在一定的关联,但无法推断因果关系。

5. 结论

综上所述, AIP 水平与中老年人发生骨质疏松密切相关,因此在实际临床实践中, AIP 可能是早期筛查骨质疏松的一项简便、经济、有效的综合血脂指标。

参考文献

- [1] 《中国老年骨质疏松症诊疗指南(2023)》工作组,中国老年学和老年医学学会骨质疏松分会,中国医疗保健国际交流促进会骨质疏松病学分会,等. 中国老年骨质疏松症诊疗指南(2023) [J]. 中华骨与关节外科杂志, 2023, 16(10): 865-885.
- [2] 中国疾病预防控制中心慢性非传染性疾病预防控制中心,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报告[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2021: 86.
- [3] Alekos, N.S., Moorner, M.C. and Riddle, R.C. (2020) Dual Effects of Lipid Metabolism on Osteoblast Function. *Frontiers in Endocrinology*, **11**, Article ID: 578194.
- [4] Kim, H., Oh, B. and Park-Min, K. (2021) Regulation of Osteoclast Differentiation and Activity by Lipid Metabolism. *Cells*, **10**, Article No. 89. <https://doi.org/10.3390/cells10010089>
- [5] Zheng, J., et al. (2020) The Effect of Plasma Lipids and Lipid-Lowering Interventions on Bone Mineral Density: A Mendelian Randomization Study. *Journal of Bone and Mineral Research*, **35**, 1224-1235.
- [6] Dobiášová, M. and Frohlich, J. (2001) The Plasma Parameter Log (TG/HDL-C) as an Atherogenic Index: Correlation with Lipoprotein Particle Size and Esterification Rate Inapob-Lipoprotein-Depleted Plasma (FERHDL). *Clinical Biochemistry*, **34**, 583-588. [https://doi.org/10.1016/s0009-9120\(01\)00263-6](https://doi.org/10.1016/s0009-9120(01)00263-6)
- [7] 董爱平, 王箬芃, 杨世锋, 等. 血浆致动脉硬化指数与基于冠状动脉 CT 血管成像斑块易损性的关系[J]. 实用放射学杂志, 2022, 38(9): 1439-1442+1455.
- [8] Zhu, X., Yu, L., Zhou, H., Ma, Q., Zhou, X., Lei, T., et al. (2018) Atherogenic Index of Plasma Is a Novel and Better Biomarker Associated with Obesity: A Population-Based Cross-Sectional Study in China. *Lipids in Health and Disease*, **17**, Article No. 37. <https://doi.org/10.1186/s12944-018-0686-8>
- [9] Shen, S., Lu, Y., Li, F., Yang, C., Feng, Y., Li, H., et al. (2018) Atherogenic Index of Plasma Is an Effective Index for

- Estimating Abdominal Obesity. *Lipids in Health and Disease*, **17**, Article No. 11. <https://doi.org/10.1186/s12944-018-0656-1>
- [10] Hansen, M.A., Overgaard, K., Riis, B.J. and Christiansen, C. (1991) Potential Risk Factors for Development of Postmenopausal Osteoporosis—Examined over a 12-Year Period. *Osteoporosis International*, **1**, 95-102. <https://doi.org/10.1007/bf01880450>
- [11] 尹艳华, 林永强, 吴静, 赵文嫣, 杨明秀, 邱磊, 郑伟, 邓巍. 上海市松江区九亭地区老年人骨质疏松患病状况及危险因素分析[J]. 中华预防医学杂志, 2024, 58(7): 1048-1054.
- [12] 张薇, 祝艳红. 超高龄患者骨质疏松症与心血管病危险因素的相关性分析[J]. 国际护理学杂志, 2018, 37(23): 3187-3192.
- [13] 于涵, 李宗宝, 胡帆, 李楠, 卢艳慧, 李春霖. 2型糖尿病与骨质疏松因果关系的孟德尔随机化研究[J]. 中华内科杂志, 2025, 64(3): 225-233.
- [14] Gregoire, F.M., Smas, C.M. and Sul, H.S. (1998) Understanding Adipocyte Differentiation. *Physiological Reviews*, **78**, 783-809. <https://doi.org/10.1152/physrev.1998.78.3.783>
- [15] 黄定强, 杨大鉴, 黎万荣, 等. 骨髓间充质干细胞定向诱导条件下向脂肪细胞和成骨细胞诱导分化的关系[J]. 中国临床康复, 2006(1): 31-33.
- [16] Zhang, J., Hu, W., Zou, Z., Li, Y., Kang, F., Li, J., et al. (2024) The Role of Lipid Metabolism in Osteoporosis: Clinical Implication and Cellular Mechanism. *Genes & Diseases*, **11**, Article ID: 101122. <https://doi.org/10.1016/j.gendis.2023.101122>
- [17] Tian, L. and Yu, X. (2015) Lipid Metabolism Disorders and Bone Dysfunction-Interrelated and Mutually Regulated (Review). *Molecular Medicine Reports*, **12**, 783-794. <https://doi.org/10.3892/mmr.2015.3472>
- [18] Saoji, R., Das, R.S., Desai, M., Pasi, A., Sachdeva, G., Das, T.K., et al. (2018) Association of High-Density Lipoprotein, Triglycerides, and Homocysteine with Bone Mineral Density in Young Indian Tribal Women. *Archives of Osteoporosis*, **13**, Article No. 108. <https://doi.org/10.1007/s11657-018-0525-6>
- [19] Zhang, Q., Zhou, J., Wang, Q., Lu, C., Xu, Y., Cao, H., et al. (2020) Association between Bone Mineral Density and Lipid Profile in Chinese Women. *Clinical Interventions in Aging*, **15**, 1649-1664. <https://doi.org/10.2147/cia.s266722>
- [20] Cui, L., Shin, M., Chung, E., Lee, Y., Kweon, S., Park, K., et al. (2005) Association between Bone Mineral Densities and Serum Lipid Profiles of Pre- and Post-Menopausal Rural Women in South Korea. *Osteoporosis International*, **16**, 1975-1981. <https://doi.org/10.1007/s00198-005-1977-2>
- [21] Zhang, Z., Pereira, S., Luo, M. and Matheson, E. (2017) Evaluation of Blood Biomarkers Associated with Risk of Malnutrition in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, **9**, Article No. 829. <https://doi.org/10.3390/nu9080829>
- [22] 李莹莹, 果迪, 崔玲玲, 孙宁, 曾学寨, 王华, 杨杰孚. 老年住院患者血液标志物水平与衰弱的相关性研究[J]. 中华老年医学杂志, 2023, 42(5): 498-503.
- [23] 焦桂梅, 安思琪, 陈长香, 李建民. 中高龄老年人衰弱程度与老年性骨质疏松症的相关性探讨[J]. 中国骨质疏松杂志, 2018, 24(3): 376-379, 384.
- [24] Xu, B., Ma, G., Yang, L., Chen, X., Bian, B., Yang, B., et al. (2024) Non-Linear Association of Atherogenic Index of Plasma with Bone Mineral Density a Cross-Sectional Study. *Lipids in Health and Disease*, **23**, Article No. 181. <https://doi.org/10.1186/s12944-024-02180-3>
- [25] Hernández, J.L., et al. (2021) The Atherogenic Index of Plasma Is Related to a Degraded Bone Microarchitecture Assessed by the Trabecular Bone Score in Postmenopausal Women: The Camargo Cohort Study. *Maturitas*, **148**, 1-6.
- [26] He, Q., Chen, B., Liang, F. and Zhang, Z. (2024) Association between the Atherogenic Index of Plasma and Bone Mineral Density among Adult Women: NHANES (2011-2018). *Frontiers in Endocrinology*, **15**, Article ID: 1363889. <https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1363889>
- [27] 张骏, 潘飒, 常啸, 等. ABI 和 PAI 与绝经后女性骨质疏松症的相关性研究[J]. 中国骨质疏松杂志, 2020, 26(9): 1324-1327.
- [28] Sahin, G.E., Ersin, E.S., Dogan, V., et al. (2017) Lipid Profile and Plasma Atherogenic Index in Postmenopausal Osteoporosis. *Northern Clinics of Istanbul*, **4**, 237-241.
- [29] Elmugadam, A., Elfadil, G.A., Hamad, A.I., El Shikieri, A.B., Aledrissy, M. and Altayb, H.N. (2022) Atherogenic Index of Plasma and Anthropometric Measurements among Osteoporotic Postmenopausal Sudanese Women: Possible Risk for Cardiovascular Disease. *Journal of Aging Research*, **2022**, Article ID: 1545127. <https://doi.org/10.1155/2022/1545127>
- [30] 彭娅萍. 老年 2 型糖尿病患者血浆致动脉硬化指数与骨质疏松的相关性研究[D]: [硕士学位论文]. 昆明: 昆明医科大学, 2022.