·临床研究·

老年2型糖尿病患者骨代谢异常的影响因素

王明春[1],郭锐[2*]
(湖北文理学院附属医院·襄阳市中心医院:[1]内分泌科,[2]公共卫生处,湖北 襄阳 441021)

【摘 要】 **目的** 调查襄阳市老年2型糖尿病(T2DM)患者骨代谢异常现状,并分析其影响因素。**方法** 选择2020年1月至2022年1月襄阳市中心医院就诊的1 236例老年T2DM患者为研究对象,发放调查问卷,统计骨质疏松(OP)发生率。根据患者骨密度检测结果,将确诊为OP的患者分为OP组(n=374),未确诊OP但骨密度下降者分为骨密度下降组(n=266),骨密度正常者分为对照组(n=596)。采用SPSS 20.0统计软件进行数据分析。根据数据类型,分别采用t检验或χ^2检验进行组间比较。采用有序多分类logistic回归分析老年T2DM患者发生骨代谢异常的影响因素。**结果** 1 236例老年T2DM患者中,374例确诊为OP(30.26%)。有序多分类logistic回归分析结果显示,年龄≥80岁(*OR*=3.710,95%*CI* 1.588~8.668)、女性(*OR*=3.586,95%*CI* 1.831~7.024)、T2DM病程≥13年(*OR*=2.563,95%*CI* 1.994~3.293)、糖化血红蛋白>9.0%(*OR*=2.197,95%*CI* 1.137~4.244)及低密度脂蛋白胆固醇≥4.1 mol/L(*OR*=3.401,95%*CI* 1.362~8.494)是影响老年T2DM患者骨代谢状态的危险因素;体质量指数≥24.0 kg/m^2(*OR*=0.493,95%*CI* 0.318~0.765)及25-羟基-维生素D3≥30 μg/L(*OR*=0.381,95%*CI* 0.235~0.617)是其保护因素。**结论** 襄阳市老年T2DM患者OP及骨密度下降检出率与全国平均水平相当,注重老年T2DM患者骨密度检查,同时积极控制血糖、参加体育锻炼、加强维生素D摄入,在改善老年T2DM患者骨代谢异常中具有一定意义。

【关键词】 老年人;骨质疏松症;糖尿病,2型
【中图分类号】 R587.2 【文献标志码】 A 【DOI】 10.11915/j.issn.1671-5403.2024.02.018

Influencing factors of abnormal bone metabolism in elderly patients with type 2 diabetes mellitus

Wang Mingchun[1], Guo Rui[2*]
([1]Department of Endocrinology, [2]Public Health Department, Affiliated Hospital of Hubei University of Arts and Science, Xiangyang Central Hospital, Xiangyang 441021, Hubei Province, China)

【**Abstract**】 **Objective** To investigate the status quo of abnormal bone metabolism in elderly patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM) in Xiangyang City, and to analyze its influencing factors. **Methods** Totally1 236 elderly patients with T2DM admitted to Xiangyang Central Hospital from January 2020 to January 2022 were selected as the study subjects. Questionnaires were distributed to calculate the incidence rate of osteoporosis (OP) and understand the status quo of osteoporosis in elderly T2DM population in Xiangyang City. The patients with OP were assigned as OP group(n=374), the patients with decreased bone mineral density were classified as the decreased bone mineral density group (n=266), and the patients with normal bone mineral density were set as control group(n=596). The influencing factors of OP in elderly T2DM population in Xiangyang City were explored. SPSS statistics 20.0 was used for data analysis. t test or *Chi*-square test was performed for comparison between groups according to the data types. Ordinal multivariate logistic regression analysis was used to analyze the related factors affecting the occurrence of abnormal bone metabolism in elderly patients with T2DM. **Results** Among 1 236 elderly patients with T2DM, 374 cases (30.26%) were diagnosed with OP. Ordinal multivariate logistic regression analysis showed that age≥80 years (*OR*=3.710, 95%*CI* 1.588-8.668), female (*OR*=3.586, 95%*CI* 1.831-7.024), T2DM course≥13 years (*OR*=2.563, 95%*CI* 1.994-3.293), glycosylated hemoglobin A1c>9.0% (*OR*=2.197, 95%*CI* 1.137-4.244), and low-density lipoprotein cholesterol≥4.1 mol/L (*OR*=3.401, 95%*CI* 1.362-8.494) were risk factors affecting bone metabolism status in elderly patients with T2DM, and body mass index≥24.0 kg/m^2(*OR*=0.493, 95%*CI* 0.318-0.765) and 25-hydroxy vitamin D3≥30 μg/L (*OR*=0.381, 95%*CI* 0.235-0.617) were protective factors. **Conclusion** The detection rates of OP and bone mass loss in elderly patients with T2DM in Xiangyang City are similar to the national average level. Paying attention to bone mineral density examination in elderly patients with T2DM, actively controlling blood glucose, participating in physical exercise and strengthening vitamin D intake are of certain significance in improving abnormal bone metabolism in elderly patients with T2DM.

【**Key words**】 aged; osteoporosis; diabetes mellitus, type 2
This work was supported by the Key Project of Natural Science Foundation of Hubei Province (2022CFA020).
Corresponding author: Guo Rui, E-mail: 13807272600@163.com

收稿日期:2023-04-19;**接受日期**:2023-05-24
基金项目:湖北省自然科学基金重点项目(2022CFA020)
通信作者:郭锐,E-mail:13807272600@163.com

2 型糖尿病(type 2 diabetes mellitus, T2DM)是全身性代谢异常疾病,其可同时发生骨密度下降,甚至全身性骨质疏松(osteoporosis, OP),增加老年人跌倒后骨折风险[1,2]。探讨 T2DM 患者骨代谢现状及其相关因素,有效防控骨密度下降与 OP 发生,在提高患者预后中具有重要意义。人群的骨代谢状况存在地域性差异[3],襄阳市位于湖北省西北部,兼备南北气候特点,但尚无研究对该地区的老年 T2DM 患者骨代谢异常状况及相关因素进行调查,基于以上背景进行本研究。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选择 2020 年 1 月至 2022 年 1 月于襄阳市中心医院就诊的 1 236 例老年 T2DM 患者为研究对象。纳入标准:(1)年龄≥60 岁;(2)均符合 T2DM 相关诊断标准;(3)均为襄阳市常住人口。排除标准:(1)合并自身免疫性疾病;(2)合并恶性肿瘤;(3)合并肝肾功能障碍;(4)参与研究前 6 个月内服用糖皮质激素或钙剂。根据患者骨密度检测结果,将发生 OP 者分为 OP 组(n=374);未发生 OP 但骨密度下降者分为骨密度下降组(n=266),骨密度正常者分为对照组(n=596)。本研究经襄阳市中心医院伦理委员会批准(伦理批号:2019078),参与者均知情且同意。

1.2 方法

1.2.1 骨密度检测及 OP 诊断 采用 Discovery-Hologic 双能 X 线吸收骨密度检查仪测定股骨颈、髋部及腰椎部的骨密度(bone mineral density, BMD)值。T2DM 合并 OP 诊断参照 2017 年《中国原发性骨质疏松症诊疗指南》[4]中相关标准。

1.2.2 实验室检查指标 采用日立 7180 全自动生化分析仪检测患者实验室指标,包括空腹血糖(fasting blood glucose, FBG)、餐后 2h 血糖(2 h blood glucose, 2hPG)、空腹胰岛素(fasting insulin, FINS)、糖化血红蛋白(glycosylated hemoglobin A1c, HbA1c)、空腹 C 肽(fasting C-peptide, F-CP)、胰岛素样生长因子(insulin-like growth factor, IGF-1)、雌二醇(estradiol, E2)、孕酮(progesterone, P)、睾酮(testosterone, T)、促卵泡激素(follicle stimulating hormone, FSH)、促黄体生成素(luteinizing hormone, LH)、高密度脂蛋白胆固醇(high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)、总胆固醇(total cholesterol, TC)、甘油三酯(triglyceride, TG)、甲状旁腺素(parathyroid hormone, PTH)、三碘甲腺原氨酸(triiodothyronine, T3)、促甲状腺激素(thyroid stimulating hormone, TSH)、游离甲状腺素(free thyroxine, FT4)、甲状腺素(thyroxine, T4)、维生素 D3(vitamin D3, VD3)、血钙(Ca)、血磷(P)、碱性磷酸酶(alkaline phosphatase, ALP)。其中 VD3 水平采用 25-羟基维生素 D3[25-(OH)-D3]水平表示,化学发光微粒子免疫法检测;PTH 采用化学发光法检测。

1.2.3 问卷调查 自行设计调查问卷,调查患者性别、年龄、体质量指数(body mass index, BMI)、T2DM 病程、吸烟史、饮酒史、居住地、体育锻炼、钙剂补充、骨折史、日照时间等资料。(1)吸烟定义:每天至少一支香烟,持续 1 年以上。(2)饮酒史定义:平均每日纯酒精摄入量,男性≥25 g,女性≥15 g。(3)体育锻炼按照《中国高血压防治指南》分为<3 次/周与≥3 次/周。(4)25-(OH)-D3≥30 μg/L 为维生素 D 充足,<30 μg/L 为维生素 D 缺乏。(5)BMI<18.5 kg/m^2 为偏瘦,18.5~<24.0 kg/m^2 为正常,≥24.0 kg/m^2 为超重。(6)TC≥6.2 mml/L 和(或)TG≥2.3 mmol/L 和(或)LDL-C≥4.1 mmol/L 和(或)HDL-C<1.0 mmol/L 为血脂异常。(7)HbA1c>9.0%为血糖控制不佳。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 20.0 统计软件进行数据分析。计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,多组间比较采用单因素方差分析,组内两两比较采用 LSD-t 检验;两组间比较采用独立样本 t 检验。计数资料以例数(百分率)表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用有序多分类 logistic 回归分析老年 T2DM 患者骨代谢异常的影响因素。P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 3 组患者一般人口学、生活习惯及实验室资料比较

1 236 例老年 T2DM 患者中,374 例患者确诊为 OP(30.26%),266 例骨密度下降(21.52%),596 例骨密度正常(48.22%)。其中 669 例女性中有 249 例发生 OP(37.22%),567 例男性中有 125 例发生 OP(22.05%),女性 OP 发生率高于男性,差异有统计学意义(χ^2=33.484, P<0.001)。

单因素分析提示,年龄、性别、T2DM 病程、BMI、HbA1c、LDL-C、25-(OH)-D3 水平均是影响老年 T2DM 患者 OP 发生的相关因素。此外,年龄、性别、体育锻炼、每日接受日照时间、T2DM 病程、BMI、HbA1c、LDL-C、25-(OH)-D3 水平均是影响老年 T2DM 患者骨密度下降的相关因素(表 1)。

表1 3组患者一般人口学、生活习惯及实验室资料比较

Table 1 Comparison of general demographics, living habits and laboratory data among three groups

Item	Control group (n=596)	Decreased bone mineral density group (n=266)	OP group (n=374)	F/χ^2	P value
Age[n(%)]				24.475	<0.001
60-<80 years	361(60.57)	140(52.63)*	166(44.39)*#		
≥80 years	235(39.43)	126(47.37)*	208(55.61)*#		
Gender[n(%)]				52.405	<0.001
Male	335(56.21)	107(40.23)*	125(33.42)*		
Female	261(43.79)	159(59.77)*	249(66.58)*		
Place of residence[n(%)]				3.134	0.209
Urban	246(41.28)	103(38.72)	170(45.45)		
Rural	350(58.72)	163(61.28)	204(54.55)		
Alcohol drinking[n(%)]	153(25.67)	55(20.68)	90(24.06)	2.508	0.285
Smoking[n(%)]	171(28.69)	75(28.20)	114(30.48)	0.499	0.779
Exercise frequency of sports institute[n(%)]				15.562	<0.001
<3 times/week	395(66.28)	190(71.43)*	292(78.07)*		
≥3 times/week	201(33.72)	76(28.57)*	82(21.93)*		
Sunlight exposure[n(%)]				12.572	0.002
<30 min/d	393(65.94)	206(77.44)*	270(72.19)*		
≥30 min/d	203(34.06)	60(22.56)*	104(27.81)*		
Regular calcium supplementation[n(%)]	260(43.62)	130(48.87)	180(48.13)	2.912	0.233
T2DM course(years, $\bar{x}\pm s$)	12.23±1.71	13.11±1.76*	15.15±1.63*#	319.630	<0.001
BMI(kg/m^2, $\bar{x}\pm s$)	24.74±3.32	23.02±3.35*	22.16±3.16*#	66.196	<0.001
FBG(mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	8.96±1.54	8.84±1.68	9.02±1.61	1.334	0.264
2hPG(mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	1.66±0.27	1.67±0.31	1.63±0.25	2.314	0.099
FINS(μU/ml, $\bar{x}\pm s$)	1.42±0.34	1.43±0.33	1.39±0.21	1.995	0.137
HbA1c(%, $\bar{x}\pm s$)	6.35±1.75	7.88±1.84*	10.23±2.15*#	426.556	<0.001
IGF-1(ng/ml, $\bar{x}\pm s$)	91.44±10.37	89.94±11.35	90.48±11.17	1.976	0.139
E2(pmol/L, $\bar{x}\pm s$)	21.26±2.03	20.96±2.15	21.15±2.12	2.151	0.117
Progesterone(ng/L, $\bar{x}\pm s$)	0.23±0.07	0.22±0.08	0.23±0.07	2.544	0.079
T(ng/L, $\bar{x}\pm s$)	35.06±5.16	35.25±5.63	34.89±4.79	0.493	0.611
FSH(U/L, $\bar{x}\pm s$)	40.27±5.15	40.02±5.18	40.15±5.12	0.243	0.784
LH(mIU/ml, $\bar{x}\pm s$)	22.79±2.63	22.77±3.11	23.11±2.45	1.992	0.137
HDL-C(mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	1.16±0.26	1.17±0.27	1.15±0.24	0.624	0.536
LDL-C(mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	2.81±0.71	3.02±0.75*	3.44±0.63*#	86.926	<0.001
TC(mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	5.41±1.21	5.46±1.19	5.36±1.15	0.735	0.480
TG(mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	1.81±0.28	1.84±0.25	1.83±0.26	1.384	0.251
PTH(pg/ml, $\bar{x}\pm s$)	21.75±3.26	21.51±3.41	22.04±3.31	2.622	0.073
T3(nmol/L, $\bar{x}\pm s$)	1.49±0.31	1.50±0.35	1.52±0.27	0.990	0.372
T4(nmol/L, $\bar{x}\pm s$)	93.79±12.25	93.89±13.11	94.54±11.37	0.454	0.635
TSH(mIU/L, $\bar{x}\pm s$)	1.73±0.32	1.74±0.33	1.72±0.26	0.443	0.642
FT4(pmol/L, $\bar{x}\pm s$	17.26±2.74	17.11±2.84	17.15±2.38	0.351	0.704
25-(OH)-D3(μg/L, $\bar{x}\pm s$)	36.03±4.43	27.48±4.05*	24.15±3.47*#	965.888	<0.001
Ca^{2+}(mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	2.13±0.32	2.09±0.35	2.16±0.36	4.301	0.014
P(mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	1.14±0.24	1.16±0.26	1.12±0.25	2.635	0.072
ALP(U/L, $\bar{x}\pm s$)	19.89±3.49	19.96±3.52	20.15±3.31	0.630	0.533

T2DM: type 2 diabetes mellitus; BMI: body mass index; FBG: fasting blood glucose; 2hPG: 2 h blood glucose; FINS: fasting insulin; HbA1c: glycosylated hemoglobin A1c; IGF-1: insulin-like growth factor; E2: estradiol; T: testosterone; FSH: follicle stimulating hormone; LH: luteinizing hormone; HDL-C: high-density lipoprotein cholesterol; LDL-C: low-density lipoprotein cholesterol; TC: total cholesterol; TG: triglyceride; PTH: parathyroid hormone; T3: triiodothyronine; T4: thyroxine; TSH: thyroid stimulating hormone; FT4: free thyroxine; ALP: alkaline phosphatase; OP: osteoporosis. Compared with control group, * P<0.05; compared with decreased bone mineral density group, # P<0.05.

2.2 襄阳市老年 T2DM 患者骨代谢状态的有序多分类 logistic 回归分析

在 α = 0.1 的显著性水平下，模型中至少有一个自变量的偏回归系数不为 0，且骨代谢状态分割点发生变化时，模型回归系数不发生改变，提示可进行有序多分类 logistic 回归分析。将患者骨代谢状态作为因变量（骨密度正常 = 1，骨密度下降 = 2，OP = 3），表 1 中有统计学意义的指标作为自变量，进行有序多分类 logistic 回归分析，结果提示，年龄≥80 岁、女性、T2DM 病程≥13 年、HbA1c > 9.0% 及 LDL-C ≥ 4.1 mmol/L 均是影响老年 T2DM 患者骨代谢状态的危险因素；BMI ≥ 24.0 kg/m^2 及 25-(OH)-D3 ≥ 30 μg/L 是其保护因素（表 2）。

3 讨 论

有研究数据表示，大约 1/3 的 T2DM 患者合并 OP[5-7]，T2DM 患者骨密度高于非糖尿病患者的情况下，也存在骨折风险[8]。中华医学会骨质疏松和骨矿盐疾病分会开展的中国骨质疏松症流行病学调查结果显示，中国 65 岁及以上人群 OP 患病率为 32.00%[9]。本研究结果显示，襄阳市老年 T2DM 患者 OP 检出率为 30.26%，与全国平均水平相当。

T2DM 合并骨代谢异常的危险因素众多，由于各地区饮食与自然环境的差异，不同地域的骨代谢异常高危因素之间也存在不同。本研究结果显示，年龄≥80 岁、女性、T2DM 病程≥13 年、HbA1c > 9.0% 及 LDL-C ≥ 4.1 mmol/L 均是影响老年 T2DM 患者骨代谢状态的危险因素；BMI ≥ 24.0 kg/m^2 及 25-(OH)-D3 ≥ 30 μg/L 是其保护因素。年龄、性别及 T2DM 病程是造成骨代谢异常的常见因素。其中年龄与 BMD 之间呈正相关，随着年龄的增长，骨代谢异常风险呈上升趋势[10,11]。本研究中，女性 T2DM 患者 OP 发生率高于男性（37.22% 和 22.05%），女性绝经后，雌激素及其受体水平明显下降，缺乏雌激素保护后，女性骨量会明显下降，OP 发生风险也更高[12]。Kwon 等[13]研究显示，T2DM 病程每增加 15 年，患者骨密度将减少 10%。因此，建议做好年长老人、女性以及 T2DM 病程长者的骨密度检测及 OP 筛查。BMI ≥ 24.0 kg/m^2 被很多研究证实为 OP 的保护因素[14]，而本研究证实 BMI ≥ 24.0 kg/m^2 是骨代谢异常的保护因素。尽管高 BMI 对骨骼健康有益，但高 BMI 也易引起心血管疾病、脂质代谢紊乱等问题，故明确 BMI 分界点，有助于患者权衡体质量控制水平。

此外，本研究还发现部分血生化指标与老年 T2DM 患者骨代谢状态有关。HbA1c 水平升高提示患者血糖控制不佳，而高血糖会增加机体渗透性利

表 2 襄阳市老年 T2DM 患者骨代谢状态的有序多分类 logistic 回归分析

Table 2 Ordinal multivariate logistic regression analysis of bone metabolism status in elderly patients with T2DM in Xiangyang City

Factor	*β*	*SE*	*Wald* χ^2	*OR*	95% *CI*	*P* value
Age (control: 60-<80 years)						
≥80 years	1.311	0.433	9.167	3.710	1.588-8.668	0.003
Gender (control: male)						
Female	1.277	0.343	13.861	3.586	1.831-7.024	<0.001
T2DM course (control: <13 years)						
≥13 years	0.941	0.128	54.045	2.563	1.994-3.293	<0.001
BMI (control: 18.5-<24.0 kg/m^2)						
<18.5 kg/m^2	0.458	0.254	3.251	1.581	0.961-2.601	0.072
≥24.0 kg/m^2	-0.707	0.224	9.962	0.493	0.318-0.765	0.002
HbA1c (control: ≤9.0%)						
>9.0%	0.787	0.336	5.486	2.197	1.137-4.244	0.020
LDL-C (control: <4.1 mmol/L)						
≥4.1 mmol/L	1.224	0.467	6.870	3.401	1.362-8.494	0.009
25-(OH)-D3 (control: <30 μg/L)						
≥30 μg/L	-0.965	0.246	15.388	0.381	0.235-0.617	<0.001

T2DM: type 2 diabetes mellitus; BMI: body mass index; HbA1c: glycosylated hemoglobin A1c; LDL-C: low-density lipoprotein cholesterol.

尿,排出大量钙磷,减少骨量,促进 OP 及骨密度下降发生[15]。血脂代谢紊乱可通过抑制骨髓间充质干细胞成骨分化,破坏骨细胞,参与骨代谢。本研究中 LDL-C 水平升高将增加骨代谢异常风险[16]。25-(OH)-D3 水平与糖代谢及骨代谢之间关系密切,25-(OH)-D3 水平不足将影响骨转换,增加骨密度下降及 OP 发生风险。

综上所述,注重年长及女性 T2DM 老年患者骨密度检查,同时积极控制血糖、参加体育锻炼、加强 VD 摄入,在改善襄阳市老年 T2DM 患者骨代谢异常中具有一定意义。

【参考文献】

[1] Camal Ruggieri IN, Cícero AM, Issa JPM, *et al*. Bone fracture healing: perspectives according to molecular basis[J]. J Bone Miner Metab, 2021, 39(3): 311-331. DOI: 10.1007/s00774-020-01168-0.

[2] Kendler DL, Cosman F, Stad RK, *et al*. Denosumab in the treatment of osteoporosis: 10 years later: a narrative review[J]. Adv Ther, 2022, 39(1): 58-74. DOI: 10.1007/s12325-021-01936-y.

[3] Arceo-Mendoza RM, Camacho PM. Postmenopausal osteoporosis: latest guidelines[J]. Endocrinol Metab Clin North Am, 2021, 50(2): 167-178. DOI: 10.1016/j.ecl.2021.03.009.

[4] 中华医学会骨质疏松和骨矿盐疾病分会. 原发性骨质疏松症诊疗指南(2017)[J]. 中国骨质疏松杂志, 2019, 25(3): 281-309. DOI: 10.3969/j.issn.1006-7108.2019.03.001.

[5] Huang R, Wang H, Shen Z, *et al*. Increased glycemic variability evaluated by continuous glucose monitoring is associated with osteoporosis in type 2 diabetic patients[J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2022, 13: 861131. DOI: 10.3389/fendo.2022.861131.

[6] Wang L, Yu W, Yin X, *et al*. Prevalence of osteoporosis and fracture in China: the China osteoporosis prevalence study[J]. JAMA Netw Open, 2021, 4(8): e2121106. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2021.21106.

[7] Hagino H, Sugimoto T, Tanaka S, *et al*. A randomized, controlled trial of once-weekly teriparatide injection *versus* alendronate in patients at high risk of osteoporotic fracture: primary results of the Japanese Osteoporosis Intervention Trial-05[J]. Osteoporos Int, 2021, 32(11): 2301-2311. DOI: 10.1007/s00198-021-05996-2.

[8] Zheng S, Zhou J, Wang K, *et al*. Associations of obesity indices with bone mineral densities and risk of osteoporosis stratified across diabetic vascular disease in T2DM patients[J]. Diabetes Metab Syndr Obes, 2022, 15: 3459-3468. DOI: 10.2147/DMSO.S384266.

[9] 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及"健康骨骼"专项行动结果发布[J]. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志, 2019, 12(4): 317-318. DOI: 10.3969/j.issn.1674-2591.2019.04.001.

[10] Yang R, Zhang J, Li J, *et al*. Inhibition of Nrf2 degradation alleviates age-related osteoporosis induced by 1,25-Dihydroxy vitamin D deficiency[J]. Free Radic Biol Med, 2022, 178: 246-261. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2021.12.010.

[11] Yu W, Wang HL, Zhang J, *et al*. The effects of epigenetic modifications on bone remodeling in age-related osteoporosis[J]. Connect Tissue Res, 2023, 64(2): 105-116. DOI: 10.1080/03008207.2022.2120392.

[12] Miller PD, Adachi JD, Albergaria BH, *et al*. Efficacy and safety of romosozumab among postmenopausal women with osteoporosis and mild-to-moderate chronic kidney disease[J]. J Bone Miner Res, 2022, 37(8): 1437-1445. DOI: 10.1002/jbmr.4563.

[13] Kwon DJ, Kim JH, Chung KW, *et al*. Bone mineral density of the spine using dual energy X-ray absorptiometry in patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus[J]. J Obstet Gynaecol Res, 1996, 22(2): 157-162. DOI: 10.1111/j.1447-0756.1996.tb00959.x.

[14] Górczewska B, Jakubowska-Pietkiewicz E. Is acceptance of disease and life satisfaction of women with postmenopausal osteoporosis dependent on BMI? [J]. Psychiatr Pol, 2022, 56(3): 623-634. DOI: 10.12740/PP/OnlineFirst/130158.

[15] Xiu S, Mu Z, Sun L, *et al*. Hemoglobin level and osteoporosis in Chinese elders with type 2 diabetes mellitus[J]. Nutr Diabetes, 2022, 12(1): 19-25. DOI: 10.1038/s41387-022-00198-z.

[16] Xie R, Huang X, Zhang Y, *et al*. High low-density lipoprotein cholesterol levels are associated with osteoporosis among adults 20-59 years of age[J]. Int J Gen Med, 2022, 15: 22

(编辑:郑真真)