

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2022.10.010
文章编号: 1005-8982 (2022) 10-0053-07

糖尿病专题·论著

2型糖尿病女性患者绝经后骨质疏松 预测模型的构建与验证*

王秋怡, 陈显英, 符茂雄

(海南医学院第二附属医院 内分泌科, 海南 海口 570311)

摘要: **目的** 探讨2型糖尿病(T2DM)女性患者绝经后骨质疏松现状,构建风险预测模型,并验证该模型的预测效果。**方法** 选取2019年1月—2021年12月海南医学第二附属医院收治的98例T2DM女性患者,根据是否发生骨质疏松将其分为骨质疏松组(53例)与非骨质疏松组(45例),搜集并比较两组患者的临床资料,对差异具有统计学意义的指标进行多因素Logistic回归分析,以构建预测模型。采用Hosmer-Lemeshow(H-L)检验模型的拟合优度,另选取50例患者通过受试者工作特征(ROC)曲线验证模型的预测效果。**结果** 两组在年龄、T2DM病程、体质量指数(BMI)、绝经年龄、绝经年限、生育次数、受教育程度及血清糖化血红蛋白、25(OH)D₃、碱性磷酸酶(ALP)水平方面比较,差异有统计学意义($P < 0.05$)。非条件逐步多因素Logistic回归分析结果:年龄 ≥ 65 岁 [$\hat{OR}=9.625(95\% CI: 1.378, 67.246)$]、绝经年限 ≥ 15 年 [$\hat{OR}=10.125(95\% CI: 1.466, 69.934)$]、生育次数 ≥ 3 次 [$\hat{OR}=7.200(95\% CI: 1.081, 47.962)$]、血清ALP ≥ 68.17 u/L [$\hat{OR}=12.500(95\% CI: 2.105, 24.483)$]是T2DM女性患者绝经后发生骨质疏松的危险因素($P < 0.05$);BMI > 24.0 kg/m² [$\hat{OR}=0.068(95\% CI: 0.009, 0.508)$]、受教育程度初中及以上 [$\hat{OR}=0.069(95\% CI: 0.007, 0.736)$]、血清25(OH)D₃ ≥ 36.22 nmol/mL [$\hat{OR}=0.167(95\% CI: 0.028, 0.983)$]是T2DM女性患者绝经后发生骨质疏松的保护因素($P < 0.05$)。最终构建T2DM女性患者绝经后骨质疏松风险预测模型为: $\text{Logistic}(P) = (-0.167) + 2.264 \times \text{年龄} + (-2.686) \times \text{BMI} + 2.315 \times \text{绝经年限} + 1.974 \times \text{生育次数} + (-2.667) \times \text{受教育程度} + (-1.792) \times 25(\text{OH})\text{D}_3 + 3.114 \times \text{ALP}$ 。经H-L检验 $P=0.170$,提示该模型拟合较好。该研究模型的ROC曲线下面积为0.861(95% CI: 0.820, 0.893),约登指数最大值为0.580时,选取最佳临界值为0.471,此时敏感性为0.887,特异性为0.822。在临床模型验证中,当截断值 ≥ 0.471 时ROC曲线下面积为0.832,敏感性为0.850、特异性为0.775。**结论** T2DM女性患者绝经后骨质疏松的发生受多因素影响,该研究构建的预测模型一致性与效能较好,可为临床早期识别T2DM女性患者绝经后骨质疏松高危人群提供参考,并制订相应干预措施,以提高患者骨密度,降低骨质疏松发生风险。

关键词: 2型糖尿病;绝经;骨质疏松;风险预测模型

中图分类号: R587.1;R589.5

文献标识码: A

Establishment and validation of a prediction model for postmenopausal osteoporosis in women with type 2 diabetes mellitus*

Qiu-yi Wang, Xian-ying Chen, Mao-xiong Fu

(Department of Endocrinology, The Second Affiliated Hospital of Hainan Medical College,
Haikou, Hainan 570311, China)

Abstract: Objective To investigate the occurrence of postmenopausal osteoporosis in female patients with

收稿日期: 2022-01-28

* 基金项目: 海南自然科学基金面上项目(No: 817333)

type 2 diabetes mellitus (T2DM), to establish a risk prediction model, and to verify the predictive efficacy of the model. **Methods** Ninety-eight female T2DM patients treated in the Second Affiliated Hospital of Hainan Medical College from January 2019 to December 2021 were selected. According to the presence of osteoporosis, they were divided into osteoporosis group (53 cases) and non-osteoporosis group (45 cases). The clinical data of these patients collected and compared, and the indicators that were different between the two groups were further analyzed via multivariable Logistic regression to establish the prediction model. Hosmer-Lemeshow (H-L) test was used to assess the goodness of fit of the model, and another 50 patients were selected to verify the predictive efficacy of the model through the receiver operating characteristic (ROC) curve analysis. **Results** There were significant differences between the two groups in age, disease duration, body mass index (BMI), age of menopause, years since menopause, number of pregnancies, level of education and serum levels of glycosylated hemoglobin (HbA1c), 25-hydroxyvitamin D₃ [25(OH)D₃] and alkaline phosphatase (ALP) ($P < 0.05$). The unconditional multivariable Logistic stepwise regression analysis revealed that age ≥ 65 years [$\hat{OR} = 9.625$ (95% CI: 1.378, 67.246)], years since menopause ≥ 15 [$\hat{OR} = 10.125$ (95% CI: 1.466, 69.934)], number of pregnancies ≥ 3 [$\hat{OR} = 7.200$ (95% CI: 1.081, 47.962)], and serum ALP ≥ 68.17 u/L [$\hat{OR} = 12.500$ (95% CI: 2.105, 24.483)] were risk factors for the occurrence of postmenopausal osteoporosis in female T2DM patients, and that BMI > 24.0 kg/m² [$\hat{OR} = 0.068$ (95% CI: 0.009, 0.508)], level of education no less than junior middle school [$\hat{OR} = 0.069$ (95% CI: 0.007, 0.736)], and serum 25(OH)D₃ ≥ 36.22 nmol/mL [$\hat{OR} = 0.167$ (95% CI: 0.028, 0.983)] were the protective factors ($P < 0.05$). The final risk prediction model for postmenopausal osteoporosis in female T2DM patients was established as Logistic (P) = $(-0.167) + 2.264 \times \text{age} + (-2.686) \times \text{BMI} + 2.315 \times \text{years since menopause} + 1.974 \times \text{number of pregnancies} + (-2.667) \times \text{level of education} + (-1.792) \times \text{serum level of 25(OH)D}_3 + 3.114 \times \text{serum level of ALP}$. The H-L test demonstrated a P value of 0.170, suggesting that the model fitted well. The area under the ROC curve (AUC) of the model was 0.861 (95% CI: 0.820, 0.893) and the maximum value of Youden index was 0.580. Besides, the optimal cutoff value of the model was 0.471, with a sensitivity of 0.887 and a specificity of 0.822. In the validation of the clinical model, the AUC was 0.832 when the cutoff value was set as 0.471, with a sensitivity of 0.850 and a specificity of 0.775. **Conclusions** The occurrence of postmenopausal osteoporosis in female T2DM patients is affected by multiple factors. The prediction model established in this study exhibits great efficacy and consistency of performance, which facilitates the early identification of the high-risk group of postmenopausal osteoporosis in female T2DM patients and therefore the early interventions to improve the bone mineral density of the patients and to reduce the risk of osteoporosis.

Keywords: type 2 diabetes mellitus; postmenopausal; osteoporosis; risk prediction model

最新统计结果显示, 当前全球糖尿病患者高达 4.63 亿, 且预计 2030 年将增至 5.78 亿, 其中我国糖尿病病例数高居世界首位^[1]。原发性骨质疏松症与糖尿病同为老年人群常见病, 该症是一种常见的全身性骨骼疾病, 患者可出现骨量降低、骨微结构受损, 从而引起骨骼脆性增加^[2]。大量研究证实, 糖尿病对骨骼系统具有破坏作用, 当患者同时患有上述 2 种疾病时, 不仅可加速骨质疏松疾病进程, 还不利于患者血糖的控制^[3-4]。有研究表明, 骨质疏松好发于绝经后女性, 该人群一旦患病后可增加其骨折风险且预后不佳, 致残率及病死率较高^[5-6]。由于骨质疏松早期缺乏典型症状, 患者通常在发生骨质疏松性骨折之后才得以确诊, 因此对 2 型糖尿病 (type 2 diabetes mellitus, T2DM) 女性患者绝经后进行早期筛查, 对骨质疏松的防治

意义重大^[7-8]。为此, 本文研究 T2DM 女性患者绝经后骨质疏松的影响因素, 旨在构建并验证该人群骨质疏松风险预测模型, 为早期筛查 T2DM 女性绝经后患者骨质疏松, 并尽早启动干预措施提供科学依据, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2019 年 1 月—2021 年 12 月海南医学第二附属医院收治的 98 例 T2DM 女性患者, 年龄 50 ~ 79 岁, 平均 (67.21 ± 10.80) 岁。采用全身双能 X 射线骨密度仪 (美国 Norland 公司) 测定患者骨密度, 检测部位包括第 1 ~ 4 腰椎 (L₁ ~ L₄) 股骨颈、大股骨转子、股骨内部以及股骨 Wards 三角区域。根据骨密度值分组, 采用 1994 年世界卫生组织 (World Health

Organization, WHO)推荐的骨质疏松诊断标准,将任一受检部位(包括以上)T值 ≤ -2.5 SD患者纳入骨质疏松组,共 53 例;将T值 > -2.5 SD患者纳入非骨质疏松组,共 45 例。本研究经医院医学伦理委员会批准,患者自愿参加试验并签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准

1.2.1 纳入标准 ①符合 1999 年 WHO 推荐的 2 型糖尿病诊断标准;②绝经后妇女;③甲状腺及甲状旁腺功能正常;④可独立完成调查问卷填写;⑤临床资料完整。

1.2.2 排除标准 ①合并生殖系统、免疫系统疾病;②肝、肾功能不全;③严重精神类疾病患者;④合并恶性肿瘤;⑤合并其他影响骨代谢的内分泌疾病;⑥合并糖尿病急性并发症;⑦非自然绝经;⑧3 个月内应用糖皮质激素、雌激素、降钙素、甲状旁腺激素等影响骨代谢药物。

1.3 临床资料采集

采用本院自行编制的《2 型糖尿病女性患者绝经后临床资料调查表》,该调查问卷包含年龄、T2DM 病程、体质量指数(body mass index, BMI)、绝经年龄、绝经年限、生育次数、受教育程度、家族史、妊娠次数、吸烟、饮酒、居住地等内容,该问卷为自填式,问卷设计包含封面信及指导语,以帮助患者正确填写。该问卷经 Cronbach's α 检验,可信度为 92%。

1.4 实验室指标测定

采用医用臂筒式全自动血压计(9000 型,深圳瑞光康泰科技有限公司)测定收缩压(systolic blood pressure, SBP)、舒张压(diastolic blood pressure, DBP)。采用全自动生化分析仪(BS-350E 型,深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司)测定空腹血糖(fasting blood glucose, FBG)、餐后 2 小时血糖(2 h postprandial blood glucose, 2 hPG)、甘油三酯(Triglyceride, TG)、总胆固醇(total cholesterol, TC)、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)、碱性磷酸酶(alkaline phosphatase, ALP)。采用糖化血红蛋白分析仪(DCA Vantag 型,德国西门子公司)测定糖化血红蛋白(glycosylated hemoglobin, HbA1c)。采用放射免疫分析法测定空腹胰岛素(fasting insulin, FINS),试剂盒购自上海瑞齐生物科技有限公司,根

据公式 $FBG \times FINS / 22.5$ 计算稳态胰岛素评价指数(homeostasis modeall assessment of insulin resistance, HOMA-IR)。采用酶联免疫吸附试验测定 25(OH)D₃, 试剂盒购自上海钰博生物科技有限公司。

1.5 统计学方法

数据分析采用 SPSS 23.0 统计软件。计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,比较用 t 检验;计数资料以例(%)表示,比较用 χ^2 检验;采用非条件逐步多因素 Logistic 回归分析筛选独立危险因素并构建预测模型;采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线判断模型的预测效能,并通过 Hosmer-Lemeshow (H-L)检验判断模型的拟合优度。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 T2DM 女性患者绝经后骨质疏松情况

98 例绝经后 T2DM 患者中,53 例发生骨质疏松,发生率为 54.08%。

2.2 骨质疏松组与非骨质疏松组患者临床资料及实验室指标比较

两组在年龄、T2DM 病程、BMI、绝经年龄、绝经年限、生育次数、受教育程度及血清 HbA1c、25(OH)D₃、ALP 方面比较,经 χ^2 或 t 检验,差异有统计学意义($P < 0.05$);两组在家族史、妊娠次数、吸烟、饮酒、居住地及 SBP、DBP、FBG、2 hPG、HOMA-IR、TC、TG、HDL-C、LDL-C 方面比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

2.3 T2DM 女性患者绝经后骨质疏松影响因素的 Logistic 回归分析

以单因素分析中差异有统计学意义的指标,即年龄、T2DM 病程、BMI、绝经年龄、绝经年限、生育次数、受教育程度及血清 HbA1c、25(OH)D₃、ALP 共 10 个因素作为自变量。将具体数值的自变量[包括 HbA1c、25(OH)D₃、ALP]按照两组总均值转化成两分类变量。以是否发生骨质疏松为因变量,进行非条件逐步多因素 Logistic 回归分析,纳入标准为 0.05、剔除标准为 0.10,回归哑变量赋值见表 2。年龄 ≥ 65 岁 [$\hat{O}R=9.625$ (95% CI: 1.378, 67.246)],绝经年限 ≥ 15 年 [$\hat{O}R=10.125$ (95% CI: 1.466, 69.934)],生育次数 ≥ 3 次 [$\hat{O}R=7.200$ (95% CI: 1.081,

表 1 骨质疏松组与非骨质疏松组患者临床资料及实验室指标比较

组别	n	年龄 例(%)		家族史 例(%)		T2DM病程 例(%)			BMI 例(%)		
		< 65岁	≥ 65岁	有	无	< 5年	5~10年	> 10年	< 18.5 kg/m ²	18.5~24.0 kg/m ²	>24.0 kg/m ²
骨质疏松组	53	10 (18.87)	43 (81.13)	11 (20.75)	42 (79.25)	12 (22.64)	21 (39.62)	20 (37.74)	14 (26.42)	29 (54.72)	10 (18.87)
非骨质疏松组	45	29 (64.44)	16 (35.56)	7 (15.56)	38 (84.44)	21 (46.67)	16 (35.56)	8 (17.78)	7 (15.56)	16 (35.56)	22 (48.89)
t/χ ² 值		21.100		0.439		7.671			10.002		
P值		0.000		0.508		0.006			0.002		

组别	绝经年龄 例(%)		绝经年限 例(%)		妊娠次数 例(%)		生育次数 例(%)		
	< 55岁	≥ 55岁	< 15年	≥ 15年	< 2次	≥ 2次	1次	2次	≥ 3次
骨质疏松组	37(69.81)	16(30.19)	18(33.96)	35(66.04)	25(47.17)	28(53.83)	20(37.74)	14(26.42)	19(35.85)
非骨质疏松组	15(33.33)	30(66.67)	31(68.89)	14(31.11)	29(64.44)	16(35.56)	17(37.78)	22(48.89)	6(13.33)
t/χ ² 值	13.002		11.875		2.936		8.182		
P值	0.000		0.001		0.087		0.004		

组别	吸烟 例(%)		饮酒 例(%)		居住地 例(%)		受教育程度 例(%)		
	是	否	是	否	城镇	农村	小学及以下	初中或高中	大专及以上学历
骨质疏松组	7(13.21)	46(86.79)	9(16.98)	44(83.01)	42(79.25)	11(20.75)	32(60.38)	15(28.30)	6(11.32)
非骨质疏松组	3(6.67)	42(93.33)	6(13.33)	39(86.67)	40(88.89)	5(11.11)	15(33.33)	16(35.56)	14(31.11)
t/χ ² 值	1.136		0.249		1.657		8.787		
P值	0.286		0.617		0.198		0.003		

组别	SBP/(mmHg, x̄ ± s)	DBP/(mmHg, x̄ ± s)	FBG/(mmol/L, x̄ ± s)	2 hPG/(mmol/L, x̄ ± s)	HbA1c/(%, x̄ ± s)	HOMA-IR (x̄ ± s)
骨质疏松组	85.14 ± 11.20	141.92 ± 18.90	8.75 ± 2.11	14.90 ± 4.67	9.57 ± 2.10	0.81 ± 0.25
非骨质疏松组	83.21 ± 10.98	139.24 ± 20.05	8.54 ± 2.03	14.35 ± 4.15	8.14 ± 1.76	0.77 ± 0.21
t/χ ² 值	0.858	0.680	0.500	0.611	3.615	0.849
P值	0.393	0.498	0.619	0.543	0.000	0.398

组别	TC/(mmol/L, x̄ ± s)	TG/(mmol/L, x̄ ± s)	HDL-C/(mmol/L, x̄ ± s)	LDL-C/(mmol/L, x̄ ± s)	25(OH)D ₃ /(nmol/mL, x̄ ± s)	ALP/(u/L, x̄ ± s)
骨质疏松组	4.51 ± 0.41	2.35 ± 0.27	1.17 ± 0.24	2.72 ± 0.35	33.17 ± 6.22	74.20 ± 11.32
非骨质疏松组	4.37 ± 0.44	2.30 ± 0.30	1.11 ± 0.20	2.68 ± 0.33	39.84 ± 6.80	62.18 ± 13.09
t/χ ² 值	1.629	0.868	1.330	0.579	5.068	4.875
P值	0.107	0.388	0.187	0.564	0.000	0.000

47.962)、血清 ALP ≥ 68.17 u/L [\hat{OR} =12.500 (95% CI: 2.105, 24.483)]是 T2DM 女性患者绝经后发生骨质疏松的危险因素 ($P < 0.05$); BMI > 24.0 kg/m² [\hat{OR} =0.068 (95% CI: 0.009, 0.508)]、受教育程度初中及以上 [\hat{OR} =0.069 (95% CI: 0.007, 0.736)]、血清 25(OH)D₃ ≥ 36.22 nmol/mL [\hat{OR} =0.167 (95% CI: 0.028, 0.983)]是 T2DM 女性患者绝经后发生骨质疏松的保护因素 ($P < 0.05$)。见表 3。

2.4 T2DM 女性患者绝经后骨质疏松风险预测模型的构建及其预测效能验证

根据非条件逐步多因素 Logistic 回归分析及赋值结果, 最终构建 T2DM 女性患者绝经后骨质疏松风险预测模型为: Logistic (P) = (-0.167) + 2.264 × 年龄 + (-2.686) × BMI + 2.315 × 绝经年限 + 1.974 × 生育次数 + (-2.667) × 受教育程度 + (-1.792) × 25(OH)D₃ + 3.114 × ALP。H-L 检验模型的

表 2 回归哑变量赋值表

因素	变量	赋值	因素	变量	赋值
是否发生骨质疏松	Y	0 = 否, 1 = 是	生育次数	X6	0 = < 3 次, 1 = ≥ 3 次
年龄	X1	0 = < 65 岁, 1 = ≥ 65 岁	受教育程度	X7	0 = 小学及以下, 1 = 初中及以上
T2DM 病程	X2	0 = < 10 年, 1 = ≥ 10 年	HbA1c	X8	0 = < 8.85%, 1 = ≥ 8.85%
BMI	X3	0 = ≤ 24.0 kg/m ² , 1 = > 24.0 kg/m ²	25(OH)D ₃	X9	0 = < 36.22 nmol/mL, 1 = ≥ 36.22 nmol/mL
绝经年龄	X4	0 = < 55 岁, 1 = ≥ 55 岁	ALP	X10	0 = < 68.17 u/L, 1 = ≥ 68.17 u/L
绝经年限	X5	0 = < 15 年, 1 = ≥ 15 年			

表 3 T2DM 女性患者绝经后骨质疏松影响因素的 Logistic 回归分析参数

自变量	b	S _b	Wald χ^2	P 值	OR	95% CI	
						上限	下限
年龄	2.264	0.992	5.212	0.022	9.625	1.378	67.246
BMI	-2.686	1.024	6.874	0.009	0.068	0.009	0.508
绝经年限	2.315	0.986	5.512	0.019	10.125	1.466	69.934
生育次数	1.974	0.968	4.163	0.041	7.200	1.081	47.962
受教育程度	-2.667	1.204	4.906	0.027	0.069	0.007	0.736
25(OH)D ₃	-1.792	0.905	3.918	0.048	0.167	0.028	0.983
ALP	3.114	1.209	6.635	0.010	12.500	2.105	24.483
常数项	-0.167	0.410	0.166	0.683	0.846	-	-

拟合优度结果显示 $P=0.170$, 提示该模型拟合较好。本研究模型的 ROC 曲线下面积为 0.861 (95% CI: 0.820, 0.893), 约登指数最大值为 0.580 时, 选取最佳临界值为 0.471, 此时 ROC 曲线的敏感性为 0.887, 特异性为 0.822。在临床模型验证中, 本研

究另选取 50 例患者带入该模型公式, 当截断值 ≥ 0.471 时认为会发生骨质疏松, 此时 ROC 曲线下面积为 0.832, 敏感性为 0.850、特异性为 0.775, 提示预测能力好 (见图 1)。

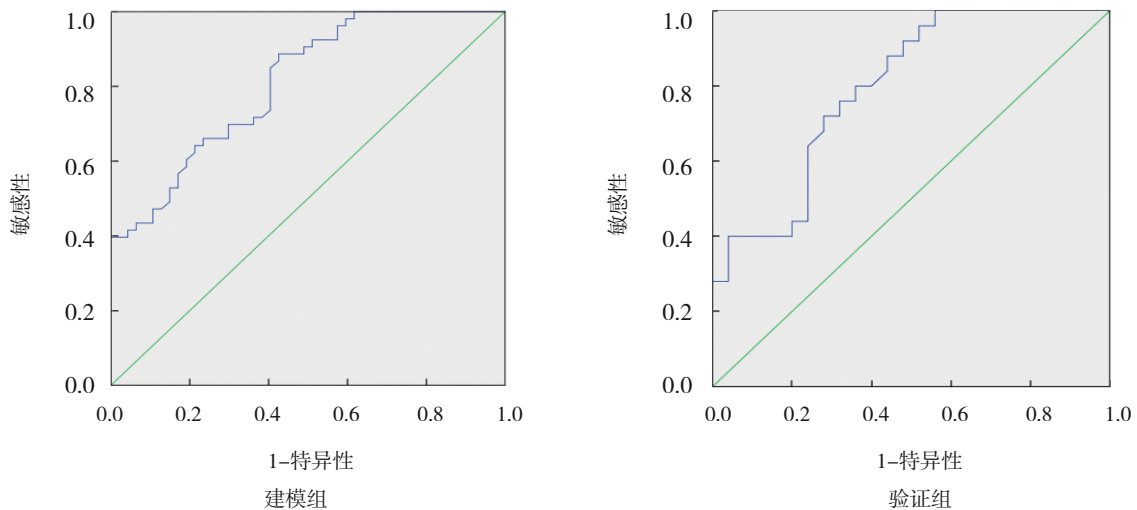


图 1 建模组和验证组 T2DM 女性患者绝经后骨质疏松风险预测模型的 ROC 曲线

3 讨论

近年来,随着我国经济实力不断提升,人们的生活方式也相应发生变化,加之我国老龄化不断加剧,T2DM、骨质疏松发病率呈上升趋势,严重威胁到中老年人的健康乃至生命^[9-10]。绝经后骨质疏松是一种原发性骨质疏松,好发于老年女性,患者发生骨折后不但生活质量降低,还给社会及家庭带来沉重负担^[11]。因此该类人群应作为骨质疏松症防治的重点人群^[12]。吕丽等^[13]以 337 例绝经后 T2DM 女性患者为研究对象,发现其骨质疏松发病率为 62.31%(210 例);陈冠亚等^[14]调查咸宁市 226 例绝经后 T2DM 女性患者,指出其骨质疏松发病率为 67.70%(226 例);王瑜等^[15]通过测定 349 例绝经后 T2DM 女性患者骨密度,发现其骨质疏松症发病率为 42.12%(147 例)。在本研究中,98 例绝经后 T2DM 女性患者中,有 53 例发生骨质疏松,发生率为 54.08%,与上述研究略有差异,分析其原因可能与我国各地区人群骨质疏松发病率存在差异有关。但上述研究均可证实绝经后 T2DM 女性患者是骨质疏松的高发人群,需探寻其影响因素并进行预防性干预。

本研究结合单因素及多因素 Logistic 回归分析发现,年龄大、绝经年限长、生育次数多、血清 ALP 水平高是 T2DM 女性患者绝经后发生骨质疏松的危险因素,分析其具体机制可能如下:①随着年龄的增加,骨髓间充质干细胞数量降低、衰老骨细胞及机体内活性氧比例上升,促进骨丢失与骨吸收、减少骨形成,此外其他基础疾病及 T2DM 并发症发生风险也随着年龄的增加而上升^[16];②绝经年限长的女性因受到绝经与年龄的双重影响,雌激素水平及肠钙吸收能力降低、甲状旁腺激素活性增加,破骨细胞活跃加快骨量丢失速度,并可能破坏骨皮质结构,骨强度下降^[17];③生育次数过多的女性分娩消耗更大,卧床时间长,加之妊娠期将钙及维生素 D 转移给胎儿、哺乳期转移给婴幼儿,从而引起骨质流失^[18];④ALP 作为骨代谢的生化标志物,其升高表示骨质中钙盐含量降低,骨密度减少,因此增加骨质疏松风险^[19]。本研究还发现 BMI 高、受教育程度高、血清 25(OH)D₃ 水平高是 T2DM 女性患者绝经后发生骨质疏松的保护因素,究其原因可能如下:①BMI 较高的人承受

的机械压力相应增加,能够对骨骼进行更强的刺激,且 BMI 高则外周脂肪组织中雌二醇与雌酮转化较多,有利于促进成骨细胞活性增强及骨胶原形成^[20];②受教育程度较高,则对骨质疏松相关知识掌握程度越高,能够采取一定措施改善骨密度;③血清 25(OH)D₃ 可以反映人体内维生素 D 的储存水平,维生素 D 可促进肠钙吸收,促进钙在骨骼内沉积,增加骨矿物质,而维生素 D 降低可能导致成骨细胞合成及骨钙素分泌量下降,对骨形成产生消极影响^[21]。

本研究根据上述风险因素构建的 T2DM 女性患者绝经后骨质疏松风险预测模型具有较好的拟合度及预测能力,可作为辅助手段,用于该类患者骨质疏松的临床诊断。针对模型中 T2DM 女性患者绝经后骨质疏松的危险因素及保护因素,提出以下相应干预措施:①加大对重点人群骨质疏松相关知识的宣传力度;②密切关注血糖变化,有效控制血糖;③对孕产期患者进行健康指导,补充因分娩、哺乳导致的机体营养丢失;④通过自我心理调节或多参加社交活动,减少负性情绪进而改善雌激素水平;⑤合理膳食,补充维生素 D,促进钙的吸收;⑥选择适当的体育运动,增加机械压力,对骨骼产生刺激。

综上所述,T2DM 女性患者绝经后骨质疏松的发生受多因素影响,本研究构建的预测模型一致性与效能较好,可为临床早期识别 T2DM 女性患者绝经后骨质疏松高危人群提供参考,并制订相应干预措施,以提高患者骨密度,降低骨质疏松发生风险。

参 考 文 献 :

- [1] 左丹,赵锡丽,代旭丽. 2 型糖尿病患者低血糖风险预测模型的构建与验证[J]. 护理学杂志, 2021, 36(1): 30-33.
- [2] ALA M, JAFARI R M, DEHPUR A R. Diabetes mellitus and osteoporosis correlation: challenges and hopes[J]. Curr Diabetes Rev, 2020, 16(9): 984-1001.
- [3] 王立,梁莉萍. T2DM 对老年绝经后骨密度、骨转换及骨质疏松性骨折风险的影响研究[J]. 川北医学院学报, 2019, 34(2): 246-249.
- [4] 郭善萍,段功香,陈长蓉,等. 2 型糖尿病合并骨质疏松患者护理干预方案的构建[J]. 中华护理杂志, 2021, 56(3): 381-386.
- [5] 荆楠,刘力畅,野炳钊,等. 阿仑膦酸钠对绝经后骨质疏松合并骨关节炎患者骨强度的影响[J]. 中国骨质疏松杂志, 2021, 27(1): 119-122.

- [6] 张晓越, 王小红, 王长平. 绝经后骨质疏松症女性血清 IL-31 和腰椎、股骨颈骨密度相关性研究[J]. 中国骨质疏松杂志, 2021, 27(2): 234-237.
- [7] AREECKAL A S, JAYASHEELAN N, KAMATH J, et al. Early diagnosis of osteoporosis using radiogrammetry and texture analysis from hand and wrist radiographs in Indian population[J]. *Osteoporos Int*, 2018, 29(3): 665-673.
- [8] ZHANG J, DENNISON E, PRIETO-ALHAMBRA D. Osteoporosis epidemiology using international cohorts[J]. *Curr Opin Rheumatol*, 2020, 32(4): 387-393.
- [9] 赵雯. 老年 2 型糖尿病患者流行病学特征调查分析[J]. 实用糖尿病杂志, 2021, 17(1): 23-24.
- [10] 许春香, 李晔, 蒋建中. 老年 2 型糖尿病肾病血液透析期间肺部感染的危险因素分析[J]. 中南医学科学杂志, 2021, 49(5): 536-539.
- [11] MINKIN M J. Menopause: hormones, lifestyle, and optimizing aging[J]. *Obstet Gynecol Clin North Am*, 2019, 46(3): 501-514.
- [12] KARLAMANGLA A S, BURNETT-BOWIE S A M, CRANDALL C J. Bone health during the menopause transition and beyond[J]. *Obstet Gynecol Clin North Am*, 2018, 45(4): 695-708.
- [13] 吕丽, 姜璐, 陈诗鸿, 等. 210 例绝经后 2 型糖尿病发生骨质疏松的相关因素[J]. 山东大学学报(医学版), 2021, 59(7): 19-25.
- [14] 陈冠亚, 王向立. 咸宁市绝经后女性 T2DM 患者并发骨质疏松的影响因素分析[J]. 实用预防医学, 2021, 28(2): 209-211.
- [15] 王瑜, 陈飞, 孙颖. 绝经后 2 型糖尿病患者合并骨质疏松症相关危险因素分析[J]. 中国妇幼保健, 2021, 36(12): 2827-2829.
- [16] JOHNSTON C B, DAGAR M. Osteoporosis in older adults[J]. *Med Clin North Am*, 2020, 104(5): 873-884.
- [17] 胡伟雄, 林涌鹏, 饶思远, 等. 814 例绝经后女性初潮年龄、绝经年龄及月经维持年限与骨质疏松症相关性研究[J]. 中国骨质疏松杂志, 2020, 26(9): 1257-1261.
- [18] 刘影, 帅平, 刘玉萍. 已婚女性手指骨密度与月经、生育史及生活方式的关系[J]. 江苏医药, 2020, 46(7): 673-676.
- [19] PARVEEN B, PARVEEN A, VOHORA D. Biomarkers of osteoporosis: an update[J]. *Endocr Metab Immune Disord Drug Targets*, 2019, 19(7): 895-912.
- [20] LEE J H, KIM J H, HONG A R, et al. Optimal body mass index for minimizing the risk for osteoporosis and type 2 diabetes[J]. *Korean J Intern Med*, 2020, 35(6): 1432-1442.
- [21] LIU C X, KUANG X T, LI K L, et al. Effects of combined calcium and vitamin D supplementation on osteoporosis in postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Food Funct*, 2020, 11(12): 10817-10827.

(童颖丹 编辑)

本文引用格式: 王秋怡, 陈显英, 符茂雄. 2 型糖尿病女性患者绝经后骨质疏松预测模型的构建与验证[J]. 中国现代医学杂志, 2022, 32(10): 53-59.

Cite this article as: WANG Q Y, CHEN X Y, FU M X. Establishment and validation of a prediction model for postmenopausal osteoporosis in women with type 2 diabetes mellitus[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2022, 32(10): 53-59.