

## 常熟市城乡居民骨质疏松症预测模型构建及验证\*

范佳<sup>1#</sup>, 王健<sup>2#</sup>, 沈耀亮<sup>1#</sup>, 何晟<sup>1</sup>, 顾叶<sup>1</sup>, 季立标<sup>1</sup>, 钱骅雯<sup>1</sup>, 朱肇基<sup>1</sup>, 周文军<sup>3</sup>, 叶宏伟<sup>1△</sup>

(1. 苏州大学附属常熟医院(常熟市第一人民医院), 常熟 215500; 2. 无锡第二老年病医院, 无锡 214174; 3. 常熟市第三人民医院, 常熟 215500)

**摘要 目的:**构建常熟市城乡居民骨质疏松症(OP)的预测模型,并对其进行验证。**方法:**选取2018年4月至2021年3月常熟市第一人民医院影像科双能X线骨密度检测数据库中的2 270例人群作为研究对象,根据T值分为OP组( $T \leq -2.5$ , 337例),骨量减少组( $-2.5 < T < -1.0$ , 701例)和骨量正常组( $T \geq 1.0$ , 1 232例),比较3组一般人口学资料、临床特征、握力、血常规指标、肝功能、肾功能、血钙、血磷、25羟维生素D[25(OH)D3]、甲状旁腺激素(PTH)水平,采用二元logistic回归分析OP的相关影响因素,运用R语言rms软件包绘制预测OP的列线图模型,采用Bootstrap法进行内部与外部验证,采用受试者工作特征曲线(ROC)分析OP列线图预测模型的预测能力。**结果:**OP组年龄、女性、糖尿病、认知障碍、睡眠时长 $\geq 9$  h、碱性磷酸酶、PTH高于骨量减少组,规律补充钙剂、规律摄入含钙奶制品、握力、血钙、25(OH)D3低于骨量减少组( $P < 0.05$ );骨量减少组年龄、女性、糖尿病、认知障碍、睡眠时长 $\geq 9$  h、碱性磷酸酶、PTH高于骨量正常组,规律补充钙剂、规律摄入含钙奶制品、握力、血钙、25(OH)D3低于骨量正常组( $P < 0.05$ );二元logistic回归分析结果显示:年龄、女性、糖尿病、认知障碍、睡眠时长 $\geq 9$  h、碱性磷酸酶、PTH是OP的相关危险因素,规律补充钙剂、规律摄入含钙奶制品、握力、血钙、25(OH)D3是OP的相关保护因素( $P < 0.05$ );基于以上各影响因素绘制预测OP的列线图模型显示其预测风险能力指数(C-index)为0.944,具有良好的区分度;ROC分析发现,预测OP的列线图模型的ROC下面积(AUC)为0.944(95%CI:0.923~0.960),提示预测OP的列线图模型区分度及预测能力均较好;采用Bootstrap法绘制内部校准图发现,校准曲线贴近标准曲线,提示预测OP的列线图模型与实际观测结果有较好的一致性;外部验证显示其预测死亡风险的AUC为0.950(95%CI:0.945~0.999),外部校准图发现校准曲线仍贴近标准曲线,提示在外部数据中仍具有较高的预测价值。**结论:**年龄、女性、糖尿病、认知障碍、睡眠时长 $\geq 9$  h、碱性磷酸酶、PTH、规律补充钙剂、规律摄入含钙奶制品、握力、血钙、25(OH)D3均是OP的影响因素,基于以上因素构建的列线图模型呈现出较高的预测价值,能为本地区早期筛选高风险人群、针对性预防OP等提供参考。

**关键词** 骨质疏松症;影响因素;预测模型;预测能力

中图分类号:R681 文献标志码:A 文章编号:1005-930X(2023)09-1556-08

DOI:10.16190/j.cnki.45-1211/r.2023.09.019

### Construction and validation of a prediction model for osteoporosis in urban and rural residents in Changshu City

Fan Jia<sup>1</sup>, Wang Jian<sup>2</sup>, Shen Yaoliang<sup>1</sup>, He Sheng<sup>1</sup>, Gu Ye<sup>1</sup>, Ji Libiao<sup>1</sup>, Qian Huawen<sup>1</sup>, Zhu Zhaoji<sup>1</sup>, Zhou Wenjun<sup>3</sup>, Ye Hongwei<sup>1</sup>. (1. Changshu Hospital Affiliated to Soochow University/Changshu NO.1 People's Hospital, Changshu 215500, China; 2. Wuxi Second Geriatric Hospital, Wuxi 214174, China; 3. Changshu NO.3 People's Hospital, Changshu 215500, China)

**Abstract Objective:** To construct a prediction model for osteoporosis (OP) in urban and rural residents in Changshu City and validate it. **Methods:** A total of 2,270 cases from the imaging department of the First People's Hospital of Changshu with dual-energy X-ray bone density testing database from April 2018 to March 2021 were selected as the study population and divided into OP group ( $T \leq -2.5$ , 337 cases), bone loss group ( $-2.5 < T < -1.0$ , 701 cases) and normal bone mass group ( $T \geq 1.0$ , 1,232 cases) according to T value, comparing the 3 groups' general demographic data, clinical characteristics, grip strength, routine blood indicators, liver function,

renal function, blood calcium, blood phosphorus, 25 hydroxyvitamin D [25(OH)D3] and parathyroid hormone (PTH) levels. Binary logistic regression was used to analyze the influencing factors associated with OP, using the R language rms software package to draw a column line graph model

\*基金课题:江苏省重点研发计划(社会发展)专项资金项目(No.BE2021673);常熟市卫健委科技计划项目(No.csws202110;No.csws201906)

#共同第一作者

△通信作者, E-mail: yehongwei@foxmail.com

收稿日期:2023-03-06

for predicting OP. Bootstrap method was used for internal and external validation, and the receiver operating characteristic (ROC) curve was used to analyze the predictive ability of the OP column line graph prediction model. **Results:** The OP group had higher age, female, diabetes, cognitive impairment, sleep duration  $\geq 9$  h, alkaline phosphatase, and PTH than the bone loss group, and lower regular calcium supplementation, regular intake of calcium-containing dairy products, grip strength, blood calcium, and 25(OH)D3 than the bone loss group ( $P < 0.05$ ); the bone loss group had higher age, female, diabetes, cognitive impairment, sleep duration  $\geq 9$  h, alkaline phosphatase, and PTH than the normal bone mass group, and lower regular calcium supplementation, regular intake of calcium-containing dairy products, grip strength, blood calcium, and 25(OH)D3 than the normal bone mass group ( $P < 0.05$ ). Binary logistic regression analysis showed that age, female, diabetes, cognitive impairment, sleep duration  $\geq 9$  h, alkaline phosphatase, and PTH were risk factors associated with OP, and regular calcium supplementation, regular intake of calcium-containing dairy products, grip strength, blood calcium, and 25(OH)D3 were protective factors associated with OP ( $P < 0.05$ ); column line graph model predicting OP drawn based on each of these influencing factors showed its predictive risk ability index (C-index) was 0.944, with good discrimination. The ROC analysis found that the area under the ROC (AUC) of the column line graph model for predicting OP was 0.944 (95% CI: 0.923-0.960), suggesting that the column line graph model for predicting OP had good differentiation and predictive ability; the internal calibration plot using Bootstrap method found that the calibration curve was close to the standard curve, suggesting that the column line graph model for predicting OP was in good agreement with the actual observation. The external validation showed that its AUC for predicting the risk of death was 0.950 (95% CI: 0.945-0.999), and the external calibration plot found that the calibration curve was still close to the standard curve, suggesting that it still had a high predictive value in the external data. **Conclusion:** Age, female, diabetes, cognitive impairment, sleep duration  $\geq 9$  h, alkaline phosphatase, PTH, regular calcium supplementation, regular intake of calcium-containing dairy products, grip strength, blood calcium, and 25(OH)D3 are all influencing factors of OP, and the column line graph model constructed based on the above factors shows high predictive value, which can provide reference for early screening of high-risk population and targeted prevention of OP in this region.

**Keywords** osteoporosis; influencing factors; predictive model; predictive ability

骨质疏松症(osteoporosis, OP)是以骨脆性增加、骨量低等为主要表现的最常见骨骼疾病之一,全世界大约有2亿人患有OP,我国老年人OP发病率为36%,可导致骨折风险增加、慢性腰背痛、易跌倒等,严重降低患者生活质量,故早期预测OP风险,对提供高风险人群自我健康管理建议、减小患病风险、防治OP以及医疗资源的合理配置、预测未来疾病负担等均有重要意义<sup>[1-2]</sup>。目前骨密度是诊断OP的常用方法,但不能做到早预测、早预防。既往有报道<sup>[3-4]</sup>尝试对OP的风险因素进行调查,但OP与种族、人口老龄化、经济因素、饮食习惯等多个因素有关,其危险因素在不同地区存在差异,其应用范围受人口学因素差异影响,且存在样本量小、临床资料数据有限等不足,难以为临床提供全面的参考。经检索发现,目前关于常熟地区缺乏独立的OP发病风险评估模型,本研究对此进行探讨,以期临床早期预防OP提供参考。

## 1 对象和方法

### 1.1 研究对象

选取2018年4月至2021年3月在常熟市第一人民医院就诊的骨质疏松患者为研究对象,调取相关影像科双能X线骨密度检测数据库资料,共2 858例,对照该部分患者在我院完善的其他实验室指标,最终选取具有完整数据的2 270例作为研究对象。再根据T值分为OP组( $T \leq -2.5$ , 337例),骨量减少组( $-2.5 < T < -1.0$ , 701例)和骨量正常组( $T \geq -1.0$ , 1 232例)。

### 1.2 病例纳入和排除标准

纳入标准:常熟市常住人口,在本地居住 $>6$ 个月;年龄 $>18$ 岁;意识、逻辑思维能配合调查研究;签署知情同意书。排除标准:痛风、类风湿和强直性脊柱炎;伴癌症、骨转移瘤;多发性骨髓瘤;长期

服用影响骨代谢药物;妊娠期;入组前半年有影响骨代谢相关药物使用史者;急性心脑血管等危及生命体征与生命安全疾病。

### 1.3 方法

1.3.1 资料收集 采用一般资料调查表收集研究对象的相关资料,包括一般人口学资料(年龄、体质指数、性别、吸烟史、饮酒史、文化层次、生活地区)、临床特征(基础疾病、规律补充钙剂、规律摄入含钙奶制品、睡眠时长),其中吸烟史包括从不吸烟、目前戒烟(戒烟 $>6$ 个月)、目前吸烟(每周吸烟 $>2$ 支);饮酒史包括从不饮酒、目前戒酒(戒酒 $>6$ 个月)、目前饮酒(每周饮酒 $>100$  mL);规律补充钙剂指符合国家相关标准的钙类保健品、药品,按其说明书规律服用;规律摄入含钙奶制品指每周 $\geq 5$ 天服用含钙奶制品;睡眠时长不考虑特殊情况,以常态为主,分为 $<7$  h、 $7\sim <9$  h、 $\geq 9$  h。

1.3.2 相关项目评估方法 采用简易智力状态检查量表(Mini-mental state examination, MMSE)<sup>[9]</sup>评估认知功能,常界值划分标准:文盲 $>17$ 分,小学 $>20$ 分,初中及以上 $>24$ 分,低于对应界值评分为有认知障碍(本研究纳入患者意识、逻辑思维能配合调查研究,对影响调查的重度认知障碍、痴呆未纳入);采用上海欣曼 WCS-100 型电子握力器测试握力,其采用微电脑技术,所测数据稳定、可靠,测定结果变异 $<5\%$ ,测试时取端坐位,肘关节屈曲 $90^\circ$ ,每只手测3组数据,每次测试维持 $>3$  s,取平均值作为最终数值。

1.3.3 实验室检测 (1)主要仪器、试剂:血液分析仪(日本 X E-2100 型血液分析仪);免疫分析仪(美国 Abbott 公司 i2000SR);全自动生化分析仪(日立 7600-020 型);肝功能、肾功能、血钙、血磷、25 羟基维生素 D[25(OH)D3]、甲状旁腺激素(parathyroid hormone, PTH)试剂盒均购于美国 BD 公司。(2)检测方法:于就诊时采集外周 5 mL 抗凝静脉血,采用血液分析仪行血常规检测,记录红细胞计数、血红蛋白、红细胞比容、白细胞计数、血小板计数;采用重氮试剂法检测总胆红素、直接胆红素;采用速率法检测天门冬氨酸氨基转移酶、丙氨酸氨基转移酶、碱性磷酸酶、血尿素氮;采用生化法检测血尿

酸,采用免疫比浊法检测  $\beta 2$ -微球蛋白;采用 Taffe 法检测血肌酐;采用离子选择法检测血钙;采用染料法检测血磷;采用电化学发光法检测 25(OH)D3;采用化学发光免疫测定法检测 PTH。

1.3.4 质量控制 (1)资料收集时由经过培训的调查员实施,培训时使用统一的指导用语,遵循真实原则,不得以任何方式影响患者客观性评价;调查表采用现场回收法,有缺项时要求被试者补充完整;对于调查表中若干问题进行随机抽查复核,以比较 2 次调查资料一致性。(2)认知、握力的评估检测由经过统一培训的同一批人员实施,以减少主观性影响。(3)录入数据时再次核对所有调查表,同时采用双人录入形式,以确保录入数据的准确性。

### 1.4 统计学方法

应用 Epdata 3.1 软件进行数据双录入,建立数据库,采用 SPSS 24.0 软件对资料进行统计分析。计数资料用率或构成比表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验;计量资料以均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x}\pm s$ )表示,多组间比较以单因素方差分析,两两比较以 LSD- $t$  检验,两组间比较行独立样本  $t$  检验;采用二项分类 logistic 回归分析 OP 的相关影响因素;运用 R 语言 rms 软件包绘制预测 OP 的列线图模型,采用 Bootstrap 法进行内部与外部验证,采用受试者工作特征曲线(Receiver operating characteristic, ROC)分析 OP 列线图预测模型的预测能力。以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 各组人口学资料、临床特征及指标比较

3 组年龄、女性、糖尿病、规律补充钙剂、规律摄入含钙奶制品、认知障碍、睡眠时长 $\geq 9$  h、握力、碱性磷酸酶、血钙、25(OH)D3、PTH 比较,差异有统计学意义(均  $P<0.05$ );OP 组年龄、女性、糖尿病、认知障碍、睡眠时长 $\geq 9$  h、碱性磷酸酶、PTH 高于骨量减少组,规律补充钙剂、规律摄入含钙奶制品、握力、血钙、25(OH)D3 低于骨量减少组( $P<0.05$ );骨量减少组年龄、女性、糖尿病、认知障碍、睡眠时长 $\geq 9$  h、碱性磷酸酶、PTH 高于骨量正常组,规律补充钙剂、规律摄入含钙奶制品、握力、血钙、25(OH)D3 低于骨量正常组( $P<0.05$ ),见表 1。

表1 3组人口学资料、临床特征及指标比较

指标	$\bar{x} \pm s, n(\%)$			$F/\chi^2/u$	$P$
	OP组( $n=337$ )	骨量减少组( $n=701$ )	骨量正常组( $n=1\ 232$ )		
年龄/岁	68.49±9.51	60.28±11.47	53.24±10.35	304.852	<0.001
体质量指数/(kg/m <sup>2</sup> )	23.82±1.13	23.92±1.25	23.96±1.10	1.970	0.140
性别				49.332	<0.001
男	97(28.78)	341(48.64)	614(49.84)		
女	240(71.22)	360(51.36)	618(50.16)		
吸烟史				0.973	0.914
从不吸烟	246(73.00)	523(74.61)	896(72.73)		
目前戒烟	39(11.57)	80(11.41)	146(11.85)		
目前吸烟	52(15.43)	98(13.98)	190(15.42)		
饮酒史				0.506	0.973
从不饮酒	255(75.67)	529(75.46)	946(76.79)		
目前戒酒	48(14.24)	101(14.41)	169(13.72)		
目前饮酒	34(10.09)	71(10.13)	117(9.50)		
文化层次				0.148	0.997
初中及以下	258(76.56)	530(75.61)	932(75.65)		
高中或中专	50(14.84)	107(15.26)	189(15.34)		
大专及以上学历	29(8.61)	64(9.13)	111(9.01)		
生活地区				0.409	0.815
农村	152(45.10)	316(45.08)	572(46.43)		
城市	185(54.90)	385(54.92)	660(53.57)		
基础疾病					
糖尿病	50(14.84)	62(8.84)	59(4.79)	40.858	<0.001
高脂血症	42(12.46)	83(11.84)	157(12.74)	0.336	0.846
心脏病	21(6.23)	37(5.28)	70(5.68)	0.398	0.820
高血压	33(9.79)	69(9.84)	125(10.15)	0.065	0.968
规律补充钙剂				170.627	<0.001
否	329(97.63)	664(94.72)	938(76.14)		
是	8(2.37)	37(5.28)	294(23.86)		
规律摄入含钙奶制品				204.637	<0.001
否	322(95.55)	650(92.72)	862(69.97)		
是	15(4.45)	51(7.28)	370(30.03)		
认知障碍				52.412	<0.001
否	298(88.43)	676(96.43)	1 199(97.32)		
是	39(11.57)	25(3.57)	33(2.68)		
睡眠时长				182.252	<0.001
7~<9 h	199(59.05)	594(84.74)	1 105(89.69)		
≥9 h	138(40.95)	107(15.26)	127(10.31)		
握力/kg	16.24±2.50	21.38±2.15	24.90±1.78	2 599.351	<0.001
血常规					
红细胞计数/( $\times 10^{12}$ /L)	4.69±0.20	4.70±0.22	4.68±0.21	2.018	0.133
血红蛋白/(g/L)	119.59±13.49	121.25±15.07	120.88±14.76	1.493	0.225
红细胞比容/%	40.25±1.38	40.40±1.19	40.36±1.25	1.647	0.193
白细胞计数/( $\times 10^9$ /L)	6.28±1.02	6.40±1.13	6.35±1.24	1.209	0.299
血小板计数/( $\times 10^9$ /L)	189.33±20.68	191.27±23.59	190.57±26.76	0.688	0.502
肝功能					
总胆红素/( $\mu\text{mol/L}$ )	8.60±2.15	8.72±1.86	8.64±2.03	0.529	0.589
直接胆红素/( $\mu\text{mol/L}$ )	3.97±1.03	3.92±0.97	4.02±1.15	1.939	0.144
天门冬氨酸氨基转移酶/(U/L)	27.22±8.26	26.74±7.59	26.41±6.77	1.756	0.173
丙氨酸氨基转移酶/(U/L)	25.94±6.35	26.18±6.36	25.59±5.40	2.346	0.096
碱性磷酸酶/(U/L)	168.44±10.31	121.02±14.72	68.92±12.80	8 967.766	<0.001
肾功能					
血尿素氮/( $\mu\text{mol/L}$ )	4.72±1.17	4.69±1.03	4.70±1.22	0.077	0.926
尿酸/( $\mu\text{mol/L}$ )	331.94±38.83	328.03±44.81	326.77±34.59	2.372	0.094
$\beta_2$ -微球蛋白/(mg/L)	5.32±1.19	5.20±1.22	5.16±1.30	2.139	0.118
血肌酐/( $\mu\text{mol/L}$ )	66.05±9.32	65.90±10.34	65.82±9.45	0.077	0.926
血钙/(mmol/L)	2.20±0.11	2.31±0.10	2.40±0.11	508.967	<0.001
血磷/(mmol/L)	1.19±0.10	1.19±0.10	1.20±0.10	2.817	0.060
25(OH)D3/(ng/mL)	27.65±8.33	39.47±10.92	58.44±12.36	1 248.823	<0.001
PTH/(ng/L)	48.81±10.27	38.56±9.72	29.76±8.13	661.560	<0.001

### 2.2 影响OP的二项分类多因素logistic回归分析

Logistic回归分析结果显示,年龄大、女性、糖尿病、认知障碍、睡眠时长≥9 h、碱性磷酸酶高、PTH高是OP的相关危险因素,而规律补充钙剂、规律摄入含钙奶制品、握力大、血钙高、25(OH)D3高是OP的相关保护因素( $P<0.05$ ),见表2。

### 2.3 OP的列线图预测模型 基于OP的二分类logistic回归分析筛选出的各影响因素,运用R语言

rms软件包绘制预测OP的列线图模型,见图1。从图中可知,年龄增大、女性、伴糖尿病、有认知障碍、睡眠时长≥9 h、PTH升高可使OP的风险增加,规律补充钙剂、规律摄入含钙奶制品以及随着血钙、25(OH)D3水平升高,可使OP的风险降低,临床获取以上各参数后,可获取单个对应指标所致OP的风险,根据各单个因素风险评分取值总和后可自总风险评分轴得到个体OP的最终风险值。

表2 影响OP的多因素二分类logistic回归分析结果

影响因素	$\beta$	$SE(\beta)$	Walds	OR(95%CI)	P
年龄	1.492	0.462	10.432	4.447(1.055~18.743)	<0.001
性别	2.297	0.599	14.700	9.941(2.738~36.091)	<0.001
糖尿病	1.829	0.594	9.483	6.229(1.447~26.815)	<0.001
规律补充钙剂	-0.963	0.255	14.262	0.382(0.184~0.792)	<0.001
规律摄入含钙奶制品	-1.200	0.364	10.860	0.301(0.109~0.833)	<0.001
认知障碍	2.150	0.603	12.712	8.585(3.535~20.847)	<0.001
睡眠时长	2.101	0.519	16.390	8.176(1.671~40.002)	<0.001
握力	-1.178	0.294	16.045	0.308(0.112~0.847)	<0.001
碱性磷酸酶	2.731	0.680	16.132	15.351(4.286~54.985)	<0.001
血钙	-0.565	0.138	16.789	0.568(0.329~0.981)	<0.001
25(OH)D3	-0.688	0.182	14.307	0.502(0.264~0.956)	<0.001
PTH	2.036	0.493	17.060	7.662(1.879~31.245)	<0.001
常数项	-0.763	0.874	0.762	0.466(0.254~0.856)	<0.001

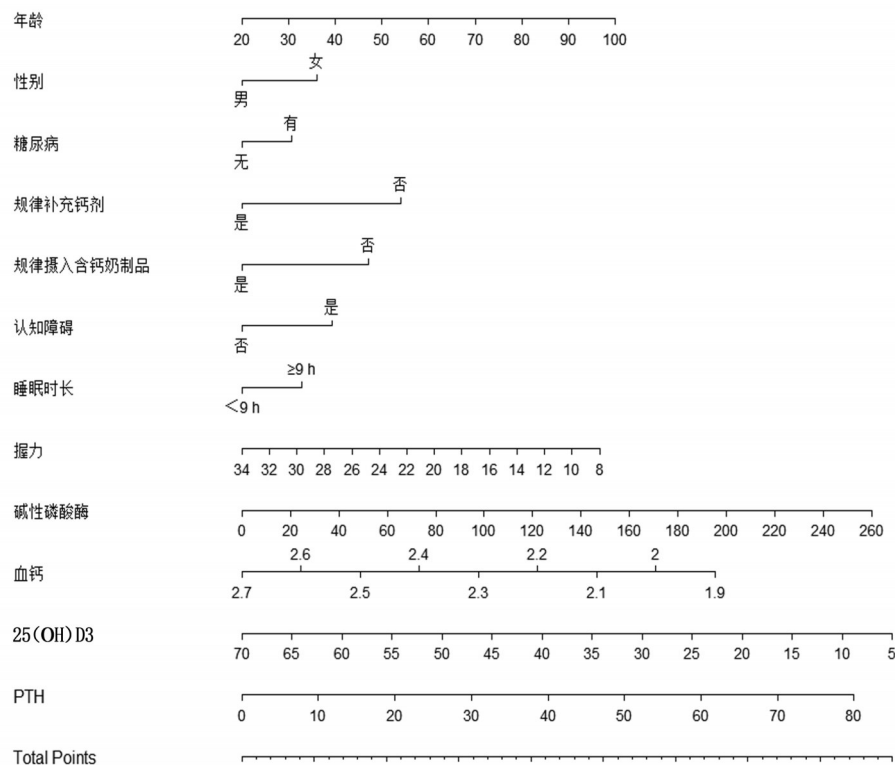


图1 OP的列线图预测模型

2.4 列线图预测模型的内部和外部验证 (1)区分度:首先通过计算 C-index 及 ROC 的曲线下面积 (AUC)验证模型的区分度,结果显示,该模型的该预测模型预测风险能力指数 (concordance index, C-index)为0.944,具有良好的区分度;ROC分析发现,预测OP的列线图模型的ROC的AUC为0.944(95% CI:0.923~0.960)(图2),提示预测OP的列线图模型区分度及预测能力均较好。(2)采用 Bootstrap法绘制内部校准图发现,校准曲线贴近标准曲线,提示预测OP的列线图模型与实际观测结果有较好的一致性(图3)。(3)选取2021年7月至2022年7月本中心973例人群作为外部验证数据集(按训练集:测试集=7:3进行),显示其预测OP风险的AUC为0.950(95% CI:0.945~0.999)(图4),外部校准图发现校准曲线仍贴近标准曲线(图5),提示在外部数据中仍具有较高的预测价值。

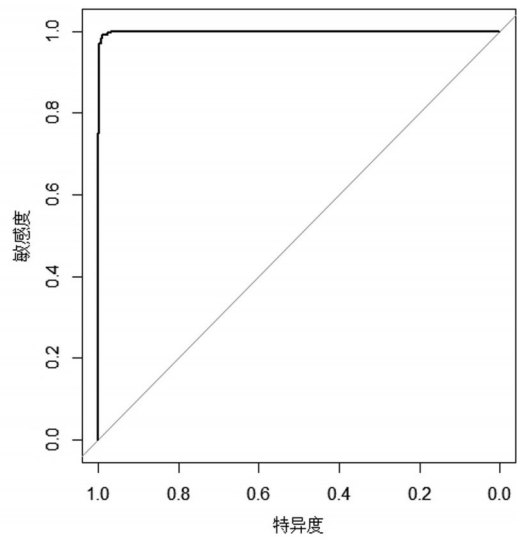


图4 外部验证的ROC曲线

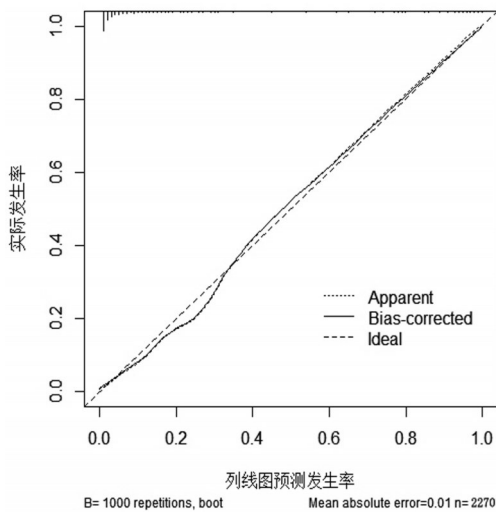


图2 OP的列线图模型的ROC曲线

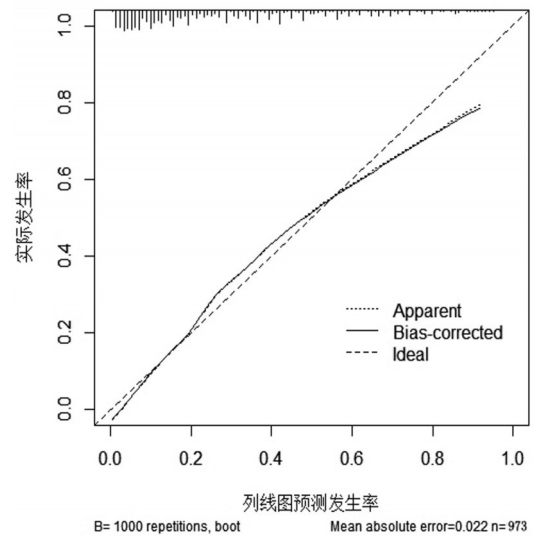


图5 OP的列线图模型的外部校准图

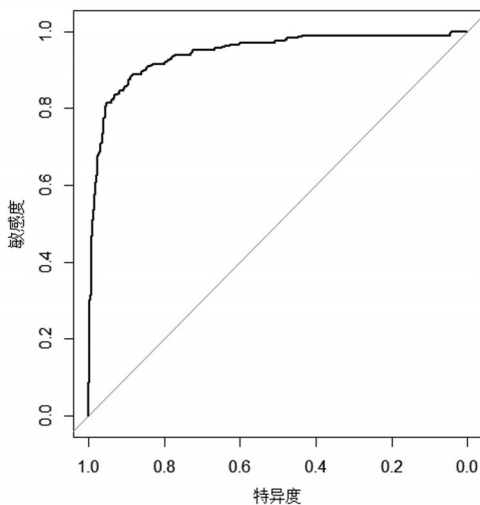


图3 OP的列线图模型的内部校准图

### 3 讨论

本研究中OP患病率为14.85%,与杨弦弦等<sup>[6]</sup>报道的重庆市的15.01%相似,但低于安苗苗等<sup>[7]</sup>调查的贵阳市的患病率,可能与地区差异、纳入对象的年龄范围、纳入对象的数量等因素有关,但仍说明OP在本地区城乡居民中较为常见,应加强对OP的研究与防治,以促进本地区城乡居民的健康。

规律补充钙剂、规律摄入含钙奶制品、血钙、25(OH)D3是目前公认的OP的相关因素,本研究亦发现以上规律<sup>[8-9]</sup>。且现阶段已明确OP是一种与年龄相关的疾病,且女性OP发生率是男性的3倍,本研究得到了类似的结论<sup>[10]</sup>。随着年龄增加,机体代谢发生改变,破骨细胞功能逐渐增强,而成骨细胞功

能不断衰弱,引起骨量流失,使OP与增龄有关;OP与雌激素有关,女性人群随着年龄增大,雌激素分泌减少,骨组织失去雌激素的保护后,骨量逐渐发生缓慢丢失,使女性OP患病率升高<sup>[11-12]</sup>。本研究发现,糖尿病患者发生OP的风险是无糖尿病患者的6.229倍,是OP的相关危险因素,与Tang等<sup>[13]</sup>结论相符,糖尿病患者易出现消瘦营养不良,引起骨生成减少,且长期糖尿病会诱发糖尿病肾病,导致维生素D代谢异常,影响钙的吸收,从而导致OP风险增加。

本研究还发现,认知障碍、睡眠时长 $\geq 9$  h是OP的相关危险因素。曹颖等<sup>[14]</sup>报道纳入轻度认知障碍、痴呆及认知功能正常人群,发现前两者OP发生率高于正常人群,提示OP发生与认知障碍有关。但OP与认知障碍间“因”与“果”关系尚未明确,有报道<sup>[15]</sup>认为是OP导致了认知障碍,也有报道<sup>[16]</sup>指出是认知障碍造成了OP。睡眠与人体各种生理病理现象密切相关,睡眠时间过长可缩短白天觉醒时间,导致运动量、运动时间减少,且睡眠时间过长能通过影响饮食模式、正常的光—暗周期途径,造成昼夜节律紊乱,并进一步影响骨代谢和骨转换标志物的调节,从而影响OP的发生<sup>[17-18]</sup>。另外,本研究结果表明,碱性磷酸酶、PTH与本地区城乡居民OP有关。碱性磷酸酶系肝功能指标之一,升高见于肝胆疾病、OP等,需结合其他相关检查进行鉴别<sup>[19]</sup>。PTH能维持骨密度,主要是通过促进血钙升高、血磷降低,导致磷酸盐含量异常,从而引起OP<sup>[20]</sup>。

基于以上各影响因子,本研究绘制了预测OP的列线图模型,其C-index为0.944,具有良好的区分度,提示其预测能力良好;且经内部验证和外部验证表明,所构建的列线图模型与实际观测结果一致性较高,可作为预测OP的一种有效方法。从以上分析结果可知,各相关因素除年龄、性别无法干预外(可用于筛选OP的高风险人群),其余多个因素均为可控性,即针对各因素进行相对应的护理干预,如控制血糖在正常值范围、营养神经抑制认知障碍恶化、改善睡眠、积极补充钙剂、规律摄入含钙奶制品等,均有助于预防OP,从而为临床早期筛选高风险人群、针对性预防OP等提供参考,具有重要现实意义。

综上所述,年龄、女性、糖尿病、认知障碍、睡眠时长 $\geq 9$  h、碱性磷酸酶、PTH、规律补充钙剂、规律摄入含钙奶制品、握力、血钙、25(OH)D<sub>3</sub>均是OP的影

响因素,基于以上因素构建的列线图模型呈现出较高的预测价值,能为本地区早期筛选高风险人群、针对性预防OP等提供参考。

## 参考文献:

- [1] LORENTZON M, ABRAHAMSEN B. Osteoporosis epidemiology using international cohorts[J]. Current opinion in rheumatology, 2022, 34(5):280-288.
- [2] 《中成药治疗优势病种临床应用指南》标准化项目组. 中成药治疗骨质疏松症临床应用指南(2021年)[J]. 中国中西医结合杂志, 2022, 42(4):393-404. STANDARDIZED PROJECT TEAM OF THE CLINICAL APPLICATION GUIDE OF CHINESE PATENT MEDICINE IN THE TREATMENT OF DOMINANT DISEASES. Guidelines for clinical application of Chinese medicine for treatment of osteoporosis (2021)[J]. Chinese journal of integrated traditional Chinese and western medicine, 2022, 42(4):393-404.
- [3] KHINDA R, VALECHA S, KUMAR N, et al. Prevalence and predictors of osteoporosis and osteopenia in postmenopausal women of Punjab, India[J]. International journal of environmental research and public health, 2022, 19(5):2999.
- [4] BIMAL G, SAHHAR J, SAVANUR M, et al. Screening rates and prevalence of osteoporosis in a real-world, Australian systemic sclerosis cohort[J]. International journal of rheumatic diseases, 2022, 25(2):175-181.
- [5] CARPINELLI MAZZI M, IAVARONE A, RUSSO G, et al. Mini-mental state examination: new normative values on subjects in Southern Italy[J]. Aging clinical and experimental research, 2020, 32(4):699-702.
- [6] 杨弦弦, 唐文革, 汤成, 等. 重庆市40岁及以上居民骨质疏松症流行现状及影响因素分析[J]. 中国慢性病预防与控制, 2021, 29(10):741-745. YANG X X, TANG W G, TANG C, et al. Analysis of osteoporosis prevalence and influencing factors among residents aged 40 years and above in Chongqing[J]. Chronic disease prevention and control in China, 2021, 29(10): 741-745.
- [7] 安苗苗, 金鹰, 赖俊, 等. 贵阳市50岁及以上体检人群骨质疏松症的检出率和影响因素分析[J]. 贵州医科大学学报, 2022, 47(3):268-272. AN M M, JIN Y, LAI J, et al. Analysis of osteoporosis detection rate and influencing factors in people aged 50 years and above in Guiyang [J]. Journal of Guizhou medical university, 2022, 47(3):268-272.
- [8] LITKE R, PUISIEUX F, PACCOU J, et al. A retrospective

- study on the etiological exploration of osteoporosis in aging men in a French geriatric setting[J]. *Annales d'endocrinologie*, 2022, 83(2):109-113.
- [9] 莫惠梅, 肖丹丹, 符 蝶, 等. 海口市琼山区老年女性骨质疏松影响因素分析[J]. *华南预防医学*, 2020, 46(5): 561-563.
- MO H M, XIAO D D, FU D, et al. Analysis of the influencing factors of osteoporosis in elderly women in Qiongsan district, Haikou City[J]. *South China preventive medicine*, 2020, 46(5):561-563.
- [10] FÖGER-SAMWALD U, KERSCHAN-SCHINDL K, BUTYLINA M, et al. Age related osteoporosis: targeting cellular senescence[J]. *International journal of molecular sciences*, 2022, 23(5):2701.
- [11] MCCLUNG M R, CLARK A L. Osteoanabolic therapy for osteoporosis in women[J]. *Climacteric*, 2022, 25(1): 60-66.
- [12] 任晓岚, 李明阳, 胡继宏, 等. 甘肃省裕固族成年女性骨质疏松患病情况及影响因素分析[J]. *中国公共卫生*, 2022, 38(2):235-240.
- R EN X L, LI M Y, HU J H, et al. Analysis of osteoporosis disease and influencing factors in Yugu adult women in Gansu Province[J]. *The Chinese public health*, 2022, 38(2):235-240.
- [13] TANG S S, YIN X J, YU W, et al. Prevalence of osteoporosis and related factors in postmenopausal women aged 40 and above in China[J]. *Chinese journal of epidemiology*, 2022, 43(4): 509-516.
- [14] 曹 颖, 喻 国, 王意君, 等. 探讨老年骨质疏松症与认知功能障碍的相关性[J]. *中华老年心脑血管病杂志*, 2021, 23(3):313-315.
- CAO Y, YU G, WANG Y J, et al. Exploring the correlation of osteoporosis and cognitive dysfunction in the elderly[J]. *Chinese journal of elderly cardiovascular and cerebrovascular diseases*, 2021, 23(3):313-315.
- [15] 谭 坦, 孙建岭, 王丽丽, 等. 社区中老年人骨质疏松与轻度认知障碍的相关性分析[J]. *中国慢性病预防与控制*, 2022, 30(2):107-111.
- TAN T, SUN J L, WANG L L, et al. Correlation analysis of osteoporosis and mild cognitive impairment in the elderly in the community[J]. *Chronic disease prevention and control in China*, 2022, 30(2):107-111.
- [16] EBRAHIMPUR M, SHARIFI F, SHADMAN Z, et al. Osteoporosis and cognitive impairment interwoven warning signs: community-based study on older adults-bushehr elderly health (BEH) program[J]. *Archives of osteoporosis*, 2020, 15(1):140.
- [17] WU S, WANG P, GUO X, et al. The associations between different sleep patterns and osteoporosis based on the osteoporosis self-assessment tool for Asians[J]. *Arch osteoporos*, 2020, 15(1):164.
- [18] SWANSON C M, BLATCHFORD P J, ORWOLL E S, et al. Association between objective sleep duration and bone mineral density in older postmenopausal women from the Study of Osteoporotic Fractures (SOF) [J]. *Osteoporosis international*, 2019, 30(10):2087-2098.
- [19] ALONSO N, LARRAZ-PRIETO B, BERG K, et al. Loss-of-function mutations in the ALPL gene presenting with adult onset osteoporosis and low serum concentrations of total alkaline phosphatase[J]. *Journal of bone and mineral research*, 2020, 35(4):657-661.
- [20] 蒋文艳, 吕 静, 闫玉珠, 等. 骨质疏松症患者血清骨代谢标志物分析与相关性研究[J]. *中国骨质疏松杂志*, 2020, 26(4):546-549, 609.
- JIANG W Y, LYU J, YAN Y Z, et al. Analysis and correlation study of serum bone metabolic markers in patients with osteoporosis[J]. *Chinese journal of osteoporosis*, 2020, 26(4):546-549, 609.

本文引用格式:

范 佳, 叶宏伟, 王 健, 等. 常熟市城乡居民骨质疏松症预测模型构建及验证[J]. *广西医科大学学报*, 2023, 40(9): 1556-1563. DOI: 10.16190/j.cnki.45-1211/r.2023.09.019

FAN J, YE H W, WANG J, et al. Construction and validation of a prediction model for osteoporosis in urban and rural residents in Changshu City[J]. *Journal of Guangxi medical university*, 2023, 40(9): 1556-1563. DOI: 10.16190/j.cnki.45-1211/r.2023.09.019