



血尿酸/肌酐比值、OSTA对西藏地区藏族中老年人群 骨质疏松预测价值研究*

丁康致¹, 王 鹏¹, 张 静^{1,2}, 张玉飞¹, 熊 海^{1Δ}

1. 西藏大学医学院(拉萨 850000); 2. 四川大学华西公共卫生学院/四川大学华西第四医院 检验科(成都 610041)

【摘要】 目的 探讨血尿酸/肌酐比值(serum uric acid/creatinine, SUA/Cr)、亚洲人骨质疏松自我筛查工具(osteoporosis self-assessment tool for Asians, OSTA)对西藏地区藏族中老年居民骨质疏松症(osteoporosis, OP)的预测价值。**方法** 收集2020年6月-2023年12月在西藏地区进行体格检测的藏族中老年居民共1058人作为调查对象,采集其空腹静脉血进行实验室检查,采用双能X线吸收法测量居民桡骨骨密度(bone mineral density, BMD),根据BMD测量结果及OP诊断标准将调查对象分为OP组($n=759$)和非OP组($n=299$)。采用多因素logistic逐步回归分析进一步遴选与藏族中老年人群OP患病风险相关的独立预测因子。使用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线评估SUA/Cr、OSTA对OP的预测价值。**结果** ①本研究藏族中老年居民OP患病率28.3%(299人),其中女性209人(69.9%)、男性90人(30.1%),两组年龄[OP组: 62(54, 69)岁 vs. 非OP组: 56(51, 62)岁]、SUA/Cr[OP组: 6.86(5.06, 10.23) vs. 非OP组: 5.36(4.36, 6.52)]、OSTA(OP组: -1.27 ± 3.06 vs. 非OP组: 1.25 ± 2.68)组间比较差异有统计学意义($P < 0.05$);②SUA/Cr[比值比(odds ratio, OR): 1.592, 95%置信区间(confidence interval, CI): 1.469 ~ 1.726]是OP发生的危险因素,OSTA(OR: 0.706, 95%CI: 0.662 ~ 0.752)是OP发生的保护因素($P < 0.05$);③性别分组下, SUA/Cr+OSTA联合诊断OP效能较好,男性和女性曲线下面积分别为0.807(95%CI: 0.751 ~ 0.863), 0.820(95%CI: 0.782 ~ 0.857);年龄分组下, SUA/Cr+OSTA联合诊断OP效能最好,最佳截断值随着年龄增加而升高。④男性中年组和年轻老年组中, SUA/Cr+OSTA联合诊断优于SUA/Cr、OSTA单独检测($P < 0.001$),男性年老老年组SUA/Cr的曲线下面积为0.954(95%CI: 0.858 ~ 1.000),灵敏度88.9%,特异度100.0%,预测效果较好;女性不同年龄段OSTA和SUA/Cr+OSTA的诊断效能随年龄增加而增加。**结论** SUA/Cr、OSTA对西藏地区不同性别、年龄段人群OP预测效果不同, SUA/Cr、OSTA均可用于西藏地区藏族中老年居民OP预测, SUA/Cr+OSTA联合预测效果更优。

【关键词】 中老年居民 骨质疏松症 尿酸/肌酐比值 OSTA 预测价值

Value of Blood Uric Acid/Creatinine Ratio and Osteoporosis Self-Assessment Tool for Asians for Predicting Osteoporosis in Middle-Aged, Older, and Elderly Adult Tibetan Populations in Xizang

DING Kangzhi¹, WANG Peng¹, ZHANG Jing^{1,2}, ZHANG Yufei¹, XIONG Hai^{1Δ}. 1. School of Medicine, Tibet University, Lhasa 850000, China; 2. West China School of Public Health/West China Fourth Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China

Δ Corresponding author, E-mail: xhxysq@126.com

【Abstract】 Objective To explore the predictive value of the blood uric acid/creatinine ratio (SUA/Cr) and the Osteoporosis Self-Assessment Tool for Asians (OSTA) for osteoporosis (OP) in middle-aged, older, and elderly adult Tibetan populations in Xizang. **Methods** A total of 1058 middle-aged and older adult ethnic Tibetans who underwent physical examination in Xizang between June 2020 and December 2023 were selected for the study. Fasting venous blood samples were collected for laboratory analysis. The bone mineral density (BMD) of the radius of the participants was measured using dual-energy X-ray absorptiometry. Based on the BMD measurement results and OP diagnostic criteria, participants were divided into the OP group ($n = 759$) and the non-OP group ($n = 299$). Multivariate logistic stepwise regression analysis was used to further identify independent predictors associated with OP risk in the middle-aged and older adult Tibetan population. The predictive value of SUA/Cr and OSTA for OP was evaluated using the receiver operating characteristic (ROC) curve. **Results** 1) The OP prevalence among the middle-aged and older adult Tibetan populations was 28.3% (299 people), including 209 females (69.9%) and 90 males (30.1%). Significant differences between the two groups were found in terms of age (OP group: 62 [54, 69] vs non-OP group: 56 [51, 62]), SUA/Cr (OP group: 6.86 [5.06, 10.23] vs non-OP group: 5.36 [4.36, 6.52]), and OSTA (OP group: $[-1.27 \pm 3.06]$ vs non-OP group: $[1.25 \pm 2.68]$) ($P < 0.05$). 2) SUA/Cr (OR: 1.592, 95% CI: 1.469-1.726) was identified as a risk factor for OP, while OSTA (OR: 0.706, 95% CI: 0.662-0.752) was a protective factor for OP ($P < 0.05$). 3) For gender-based group analysis, the combined use of SUA/Cr and OSTA showed better diagnostic performance for OP, with AUCs of 0.807 (95% CI: 0.751-0.863) for males and 0.820 (95% CI: 0.782-0.857) for females. For age-based group analysis, the combined diagnosis of OP using SUA/Cr and OSTA provided the best performance, with the optimal cutoff value increasing with age. 4) In the middle-aged group

* 中央支持地方高校改革发展专项资金(No. 00060585、No. 00060695/051)和西藏大学研究生高水平人才培养项目(No. 2022-GSP-S110)资助

Δ 通信作者, E-mail: xhxysq@126.com

出版日期: 2025-01-20

and the older adult male group, the combined use of SUA/Cr and OSTA for OP diagnosis was more effective than using SUA/Cr or OSTA alone ($P < 0.001$). In the elderly adult male group, the AUC for SUA/Cr was 0.954 (95% CI: 0.858-1.000), with a sensitivity of 88.9% and specificity of 100.0%, indicating excellent predictive performance. In females, the diagnostic effectiveness of OSTA and the combined use of SUA/Cr and OSTA increased with age across different age groups. **Conclusion** The predictive performance of SUA/Cr and OSTA for OP varies across different sex and age groups in the Tibetan population. Both SUA/Cr and OSTA can be used to predict OP in middle-aged and older adult Tibetan populations, with the combined use of SUA/Cr and OSTA providing better predictive performance.

[Key words] Middle-aged and older adults Osteoporosis Uric acid/creatinine ratio OSTA Predictive value

骨质疏松症(osteoporosis, OP)是由多种原因导致的骨量低下, 骨组织微细结构破坏, 从而导致骨脆性增加, 易发生骨折的全身性骨病^[1]。随着病情的发展, 患者会出现全身酸痛、活动受限、脊柱弯曲变形等临床表现, 严重时甚至会出现骨折, 导致残疾或出现死亡风险增加, 因此对骨质疏松症患者及高危人群开展早期筛查和诊断, 并及时进行早期干预治疗, 对于降低骨折风险具有重要意义^[2]。目前诊断骨质疏松症的主要手段为采用双能X线骨密度测量仪(DXA)测量患者骨密度, DXA放射性小, 准确度高, 能够通过X线穿过骨骼和软组织衰减情况得到骨密度^[3]。但由于费用较高, 操作难度大, 尤其是在西藏地区, 因其特殊的地理环境, 地广人稀、交通不便、医疗条件匮乏等多种原因, DXA难以在基层医院普及使用。随着医疗水平的提高, 血清学指标在多种疾病中的应用受到广泛关注, 相对于影像学检查, 血清学指标具有操作简便, 成本低等优势。

尿酸(serum uric acid, SUA)主要由肾脏排泄, 肾功能异常会导致尿酸排泄减少, 从而导致尿酸水平升高^[4]。血清肌酐(creatinine, Cr)是反映肾功能状态的重要指标之一, 与高血压、心血管疾病密切相关^[5]。以上两项反映肾功能指标易出现波动, 对于疾病预测价值有限。因此, 考虑肾功能影响, 将SUA和Cr结合对疾病进行预测。亚洲人骨质疏松自我筛查工具(Osteoporosis Self-Assessment Tool for Asians, OSTA)是目前较为公认的骨质疏松症筛选工具, 在临床上对绝经后女性和老年男性骨质疏松筛查广泛应用^[1]。目前关于SUA/Cr、OSTA对中老年人OP研究较少。因此本研究探讨了SUA/Cr、OSTA联合检测在西藏地区藏族中老年人OP的预测价值, 以期对骨质疏松症早期筛查提供新的思路。

1 资料与方法

1.1 调查对象

在2020年6月-2023年12月, 采取多阶段分层整群随机抽样的方法, 从西藏阿里地区、那曲市和山南市和拉萨市随机抽取县城, 从每个县随机抽取两个乡镇, 从乡镇分

别随机抽取两个行政村, 抽取居住6个月以上的藏族常住居民作为调查对象, 共纳入藏族居民1 058人。

1.1.1 纳入标准

①年龄 ≥ 45 岁; ②6个月以上世居藏族居民; ③个人基本信息完整无缺失, 实验室检查和骨密度检查均按要求完成。

1.1.2 排除标准

①尺桡骨手术、骨折; ②近期服用影响骨代谢药物如降钙素等; ③具有严重的肝肾功能不全、骨肿瘤及骨关节疾病; ④患有影响骨代谢的疾病如类风湿性关节炎、恶性肿瘤、血液系统疾病等; ⑤精神疾病患者。

本研究经西藏大学医学伦理委员会批准(批准号: ZDLL2021011), 所有调查对象均签署知情同意书。

1.2 调查内容

1.2.1 人口学信息

对调查对象进行面对面问卷调查, 收集姓名、年龄、民族等信息, 由受过专业培训的医护人员测量身高、体重、胸围、腰围、血压, 并计算体质质量指数(body mass index, BMI)。

1.2.2 各指标分级标准

根据世界卫生组织标准^[6]划分: 45~59岁为中年人, 60~74岁为年轻老年人, 75~90岁为年老老年人。

$OSTA = [(\text{体质质量}(\text{kg}) - \text{年龄}(\text{岁})) \times 0.2]$, $OSTA > -1$ 为低风险, $-4 \leq OSTA \leq -1$ 为中风险, $OSTA < -4$ 为高风险^[7]。

1.3 骨密度检查

由受过专门培训的工作人员使用AKDX-09W-I双能X线骨密度测定仪测定调查对象左侧桡骨骨密度, 记录测量值、骨峰值、T值、Z值、年龄组值。骨质疏松分级诊断依据: T值 ≥ -1 为正常, $-2.5 < T \text{值} < -1$ 为骨量减少, $T \text{值} \leq -2.5$ 为骨质疏松。本研究根据WHO诊断标准及分组, 将检测部位T值 ≤ -2.5 诊断为OP, 纳入骨质疏松组; 将T值 > -2.5 诊断为非OP, 纳入非骨质疏松组^[8]。

1.4 实验室检查指标收集

禁食12 h, 由专业人员采集调查对象空腹静脉血

5 mL, 在室温下现场3 000 r/min离心15 min, 取上层血清送至西藏自治区人民医院使用全自动生化分析仪(日立7600型)进行血生化指标检测, 包括丙氨酸氨基转氨酶(ALT)、天冬氨酸氨基转氨酶(AST)、总蛋白(TP)、尿素氮(BUN)、Cr、SUA、总胆固醇(TC)、三酰甘油(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、同型半胱氨酸(Hcy), 计算SUA/Cr。

1.5 统计学方法

运用Epadata3.1录入本次数据, 采用IBM SPSS22.0分析本次数据, 符合正态分布的计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间比较采用独立样本 t 检验; 不符合正态分布的计量资料用中位数(四分位数)[$M(P_{25}, P_{75})$]表示, 组间比较采用Mann-Whitney U 检验。计数资料用例数(%)表示, 组间比较用卡方检验表示。采用多因素logistic逐步回归分析确立OP的独立预测因子。采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线评价SUA/Cr、OSTA对于OP的应用价值, 确定曲线下面积(the area under the ROC curve, AUC), 计算截断值、灵敏度、特异度。 $P <$

0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 OP组和非OP组一般临床资料比较

见表1。本研究共纳入中老年人居民1 058例, 其中OP组299例(28.3%), 非OP组759例(71.7%)。年龄越大, OP患病率越高, 女性OP患病风险高于男性。OP组ALT、AST、LDL-C、BMI、OSTA均高于非OP组, AST/ALT、SUA/Cr均低于非OP组, 差异有统计学意义($P < 0.05$); 而TP、BUN、TC、TG、HDL-C、Hcy差异均无统计学意义。

2.2 OP患病影响因素的多因素logistic逐步回归分析

见表2。以是否合并OP为因变量(0=否, 1=是), 以单因素分析中有统计学意义的指标作为自变量进行多因素logistic逐步回归分析, 结果显示, 女性OP发生风险是男性1.498倍; SUA/Cr[比值比(odds ratio, OR): 1.592, 95%置信区间(confidence interval, CI): 1.469 ~ 1.726]是OP发生的危险因素, OSTA(OR: 0.706, 95%CI: 0.662 ~ 0.752)是OP发生的保护因素($P < 0.05$)。

表 1 OP组与非OP组一般临床资料比较
Table 1 Comparison of general clinical data between the OP group and the non-OP groups

Variable	Non-OP group (n = 759)	OP group (n = 299)	t/Z	P
Sex/case (%)			17.903	<0.001
Male	336 (44.3)	90 (30.1)		
Female	423 (55.7)	209 (69.9)		
Age/yr., M (P ₂₅ , P ₇₅)	56 (51, 62)	62 (54, 69)	-7.450	<0.001
ALT/(U/L), M (P ₂₅ , P ₇₅)	22 (15, 33)	17 (12, 28)	-5.012	<0.001
AST/(U/L), M (P ₂₅ , P ₇₅)	20 (16, 26)	19 (15, 25)	-2.014	0.044
AST/ALT, M (P ₂₅ , P ₇₅)	0.91 (0.69, 1.17)	1.05 (0.79, 1.31)	-4.624	<0.001
TP/(g/L), M (P ₂₅ , P ₇₅)	80.2 (71.8, 93.7)	78.6 (68.9, 95.3)	-1.192	0.233
BUN/(mmol/L), M (P ₂₅ , P ₇₅)	4.9 (3.6, 6.8)	4.9 (3.2, 6.9)	-1.440	0.150
TC/(mmol/L), M (P ₂₅ , P ₇₅)	5.48 (4.54, 6.47)	5.22 (4.48, 6.34)	-1.350	0.177
TG/(mmol/L), M (P ₂₅ , P ₇₅)	1.09 (0.81, 1.51)	1.08 (0.80, 1.44)	-0.531	0.595
HDL-C/(mmol/L), M (P ₂₅ , P ₇₅)	1.45 (1.20, 1.75)	1.47 (1.19, 1.71)	-0.009	0.993
LDL-C/(mmol/L), M (P ₂₅ , P ₇₅)	2.92 (2.26, 3.56)	2.70 (2.14, 3.42)	-2.405	0.016
Hcy/(μmol/L), M (P ₂₅ , P ₇₅)	18.8 (14.8, 23.8)	18.0 (14.3, 23.1)	-1.617	0.106
BMI/(kg/m ²), M (P ₂₅ , P ₇₅)	24.4 (22.1, 27.1)	22.2 (19.9, 25.1)	-7.745	<0.001
SUA/Cr (M [P ₂₅ , P ₇₅])	5.36 (4.36, 6.52)	6.86 (5.06, 10.23)	-9.877	<0.001
OSTA	1.25±2.68	-1.27±3.06	13.216	<0.001

ALT: alanine aminotransferase; AST: aspartate aminotransferase; TP: total protein; BUN: urea nitrogen; Cr: creatinine; SUA: uric acid; TC: total cholesterol; TG: triacylglycerol; HDL-C: high density lipoprotein cholesterol; LDL-C: low density lipoprotein cholesterol; Hcy: homocysteine; BMI: body mass index; OSTA: Osteoporosis Self-Assessment Tool for Asians.

表 2 OP患病影响因素的多因素logistic逐步回归分析
Table 2 Multivariate logistic stepwise regression analysis of factors influencing OP prevalence

Variable	B	Standard error	Wald	P	OR (95% CI)
Male	0.404	0.179	5.115	0.024	1.498 (1.055-2.126)
SUA/Cr	0.482	0.043	125.425	<0.001	1.592 (1.469-1.726)
OSTA	-0.348	0.032	116.270	<0.001	0.706 (0.662-0.752)

B: regression coefficient; OR: odds ratio; CI: confidence interval; the other abbreviations are explained in the note to Tab. 1.

2.3 性别和年龄分类变量下的SUA/Cr、OSTA与BMD的ROC分析

见表3。男性组SUA/Cr+OSTA诊断OP的AUC为0.807(95%CI: 0.751 ~ 0.863, $P<0.001$), 女性组SUA/Cr+OSTA诊断OP的AUC为0.820(95%CI: 0.782 ~ 0.857, $P<0.001$); 年龄分组下, SUA/Cr+OSTA诊断OP的AUC分别为0.802(95%CI: 0.754 ~ 0.850)、0.789

(95%CI: 0.740 ~ 0.839)、0.888(95%CI: 0.795 ~ 0.982); 结果表明, SUA/Cr+OSTA作为OP诊断工具, 在性别和年龄分组下, 均可以达到较好的预测效果。最佳截断值选取约登指数最大时SUA/Cr、OSTA、SUA/Cr+OSTA的值。

2.4 双因素分类变量下SUA/Cr、OSTA与BMD的ROC分析

见表4。男性中年组(AUC: 0.816, 95%CI: 0.730 ~

表 3 性别和年龄分类变量下的SUA/Cr、OSTA与BMD的ROC分析
Table 3 ROC analysis of SUA/Cr, OSTA, and BMD under the categories of sex and age variables

	Variable	Subject	AUC	<i>P</i>	95% CI	Cut-off value	Sensitivity/%	Specificity/%
Sex	Male (<i>n</i> = 426)	SUA/Cr	0.736	<0.001	0.669-0.802	8.11	51.1	94.0
		OSTA	0.687	<0.001	0.621-0.753	0.65	65.6	66.4
		SUA/Cr + OSTA	0.807	<0.001	0.751-0.863	0.31	66.7	85.1
	Female (<i>n</i> = 632)	SUA/Cr	0.684	<0.001	0.637-0.731	8.18	35.4	94.6
		OSTA	0.750	<0.001	0.708-0.792	−1.15	59.3	78.7
		SUA/Cr + OSTA	0.820	<0.001	0.782-0.857	0.32	69.4	82.3
Age	Middle-aged (<i>n</i> = 616)	SUA/Cr	0.714	<0.001	0.657-0.772	8.12	46.6	93.2
		OSTA	0.693	<0.001	0.639-0.747	−0.10	47.4	84.5
		SUA/Cr + OSTA	0.802	<0.001	0.754-0.850	0.21	69.2	80.5
	Older adults (<i>n</i> = 396)	SUA/Cr	0.674	<0.001	0.616-0.731	8.04	33.6	95.0
		OSTA	0.739	<0.001	0.685-0.793	−1.90	63.5	75.2
		SUA/Cr + OSTA	0.789	<0.001	0.740-0.839	0.38	67.2	79.5
	The elderly (<i>n</i> = 46)	SUA/Cr	0.803	0.001	0.678-0.928	7.12	62.1	94.1
		OSTA	0.742	0.007	0.596-0.889	−3.50	75.9	64.7
		SUA/Cr + OSTA	0.888	<0.001	0.795-0.982	0.60	75.9	88.2

The abbreviations are explained in the note to Tab. 1. Middle-aged: 45-64 years; Older adults: 65-74 years; The elderly: 75-90 years.

表 4 双因素分类变量下SUA/Cr、OSTA与BMD的ROC分析
Table 4 ROC analysis of SUA/Cr, OSTA, and BMD based on bivariate categories of variables

	Variable	Subject	AUC	P	95% CI	Cut-off value	Sensitivity/%	Specificity/%
Male	Middle-aged (<i>n</i> = 236)	SUA/Cr	0.751	<0.001	0.642-0.860	8.11	62.2	93.0
		OSTA	0.633	0.010	0.521-0.744	1.30	48.6	77.4
		SUA/Cr + OSTA	0.816	<0.001	0.730-0.902	0.15	81.1	73.9
	Older adults (<i>n</i> = 169)	SUA/Cr	0.698	<0.001	0.604-0.791	8.27	36.4	95.2
		OSTA	0.667	0.001	0.569-0.765	0.50	77.3	45.6
		SUA/Cr + OSTA	0.760	<0.001	0.667-0.853	0.31	70.5	76.0
	The elderly (<i>n</i> = 21)	SUA/Cr	0.954	<0.001	0.858-1.000	7.21	88.9	100.0
		OSTA	0.625	0.337	0.378-0.872	−2.20	77.8	50.0
		SUA/Cr + OSTA	0.880	0.004	0.727-1.000	0.79	66.7	100.0
Female	Middle-aged (<i>n</i> = 380)	SUA/Cr	0.708	<0.001	0.641-0.776	8.19	40.6	94.0
		OSTA	0.696	<0.001	0.632-0.760	−0.10	54.2	79.2
		SUA/Cr + OSTA	0.789	<0.001	0.729-0.848	0.29	61.5	87.7
	Older aduts (<i>n</i> = 227)	SUA/Cr	0.670	<0.001	0.597-0.743	7.82	34.4	94.7
		OSTA	0.766	<0.001	0.701-0.831	−3.10	58.1	85.0
		SUA/Cr + OSTA	0.793	<0.001	0.733-0.854	0.37	72.0	76.7
	The elderly (<i>n</i> = 25)	SUA/Cr	0.730	0.118	0.483-0.977	5.37	65.0	80.0
		OSTA	0.750	0.089	0.497-1.000	−2.30	90.0	60.0
		SUA/Cr + OSTA	0.870	0.012	0.717-1.000	0.70	65.0	100.0

The abbreviations are explained in the note to Tab. 1. Middle-aged: 45-64 years; Older adults: 65-74 years; The elderly: 75-90 years.

0.902)和年轻老年组(AUC: 0.760, 95%CI: 0.667 ~ 0.853) SUA/Cr+OSTA诊断OP效能在同年龄组中预测效果最优; 男性年老老年组SUA/Cr(AUC: 0.954, 95%CI: 0.858 ~ 1.000)诊断OP的效能较好。在女性组中, 同组SUA/Cr+OSTA的AUC[女性中年组AUC: 0.789(95%CI: 0.729 ~ 0.848), 年轻老年组AUC: 0.793(95%CI: 0.733 ~ 0.854)]均大于SUA/Cr、OSTA。在女性、男性不同年龄段群体中, SUA/Cr+OSTA的最佳截断值随年龄的增加而升高。

3 讨论

OP是一种与年龄增加相关的疾病, 随着我国人口老龄化的增加, OP患病率也逐年上升^[9]。国家卫生健康委员会2018年中国骨质疏松症流行病学研究结果显示, 65岁以上人群OP患病率达32%, 其中女性患病率高达51.6%^[10]。OP最严重的后果为脆性骨折, 较高的致残率、致死率及高昂的医疗费用, 给患者及其家庭带来沉重负担。因此, 对于OP高危人群开展早期筛查、识别及诊断具有重要意义。

本研究共纳入1 058例研究对象, OP组患者299例, 患病率为28.3%, 高于淮安市(20.24%)^[11], 低于长春市(32.60%)^[12], 秦皇岛市(49%)^[13]。本研究中OP组SUA/Cr显著升高, 目前国内外关于SUA/Cr与BMD的研究较少, 曹智强等^[2]对SUA/Cr与BMD的研究结果显示, SUA/Cr是OP的保护因素, 随着SUA/Cr水平的升高, OP患病率逐渐降低, 这与本研究结果相反。其原因可能为, SUA/Cr表示标化肾功能后的尿酸水平, 更能反映尿酸与疾病关联。SUA对OP的发生具有抗氧化和促氧化双面的性, 高SUA水平对人体骨骼具有破坏作用, 当SUA浓度>540 $\mu\text{mol/L}$ 时可在人体关节处形成尿酸盐结晶, 尿酸盐结晶沉积在肾脏, 抑制 1α -羟化酶蛋白表达和活性, 导致肠道吸收钙能力减弱。尿酸盐结晶还具有炎症特性, 促进炎症细胞因子释放, 增加骨质破坏, 导致骨量丢失^[14]。高SUA水平损害骨骼健康另一种机制可能为一氧化氮(NO)的释放, SUA可以抑制内皮细胞释放NO, 同时也可以通过与NO发生不可逆反应而导致NO失活^[15]。对于绝经期女性来说, 缺乏性激素会导致OP风险增加, 然而缺乏孕激素和雌激素会导致肾脏排泄SUA功能下降^[16]。同时高SUA水平会影响维生素D水平代谢, 通过对高尿酸血症患者研究发现, 痛风患者 $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ 水平明显低于正常对照组, 通过补充 $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ 水平可以对痛风患者进行高尿酸血症治疗^[17]。这些研究均显示, 高SUA水平可能损伤骨骼健康。我国一项关于中青年男性痛风患者SUA水平与BMD相关性研究, 在校正年龄和BMI等混杂

因素后SUA与腰椎BMD呈负相关, 且痛风患者高SUA水平不利于骨骼健康^[18]。ROBLES-RIVERA等^[19]对墨西哥1423名人群进行SUA与BMD进行研究发现, 在<45岁的女性人群中SUA与股骨颈和腰椎BMD呈负相关。MEHTA等^[20]在美国招募年龄65岁以上1 963名男性和2 729名女性进行一项前瞻性研究发现, 老年男性SUA水平升高与髌部骨折风险增加相关。

OSTA是基于亚洲8个国家和地区绝经后女性的研究, 对BMD危险因素进行分析, 最终得出通过计算年龄和体质量能够对OP进行筛查^[21]。OSTA作为医疗机构和民众自我筛查的工具, 具有高效、简易、快捷的优点, 但常用于检测绝经后女性, 且敏感性和特异性较低, 因此常和其他指标联合应用。本研究结果发现, 在性别分组下, 女性使用OSTA诊断OP效能优于男性, 最佳截断值为-1.15。与国内关于OSTA筛选女性中老年女性相比(AUC为0.679, 最佳截断值为-1, 灵敏度为55.6%, 特异度为69.3%), 提示西藏地区使用OSTA筛选女性OP效果较好^[22]。年龄分组下, 在年轻中老年组使用OSTA诊断OP效能较好, 与国内关于OSTA筛选年轻中老年人相比(AUC为0.770, 最佳截断值为-1.47, 灵敏度为78.8%, 特异度为63.9%), 提示西藏地区使用OSTA筛选年轻中老年人OP效果与国内相当^[23]。

本研究进一步对SUA/Cr、OSTA联合预测OP发生风险的价值进行评估, 在性别分组中, 男性组(AUC为0.807), 女性组(AUC为0.820)使用SUA/Cr+OSTA联合筛选OP效能优于两指标单独检测; 在老年组(AUC为0.888)使用SUA/Cr+OSTA筛选OP效能较好, 且灵敏度(75.9%)和特异度(88.2%)较高; 男性年老老年人使用SUA/Cr筛选OP的AUC为0.954, 特异度可达100%, 较其他分类人群有明显提高; 对于女性而言, 使用SUA/Cr+OSTA联合筛选OP效能优于SUA/Cr、OSTA单独检测, 对于75岁以上老年人特异度可达100%。提示, 使用SUA/Cr、OSTA对西藏地区藏族中老年人群OP预测效果存在一定差异, SUA/Cr、OSTA联合检测预测效果更佳。

本研究存在一定局限性, 首先本研究只测量体检人群前臂远端桡骨BMD; 其次本研究血液样本采集及运送过程中可能会引起数据分析结果产生偏倚。因此本研究使用SUA/Cr、OSTA对西藏地区藏族中老年人群OP预测提供一定参考意义, 但仍需大样本量、多中心研究从而深化SUA/Cr、OSTA对OP的筛查效果。

综上, SUA/Cr、OSTA对不同性别、年龄段人群OP筛查效果不同, SUA/Cr、OSTA联合检测可显著提高对OP的预测效能, 在临床应用中予以重视。

* * *

作者贡献声明 丁康致负责论文构思、正式分析、经费获取、调查研究、研究方法、初稿写作和审读与编辑写作,王鹏负责论文构思、正式分析、调查研究、研究方法和审读与编辑写作,张静和张玉飞负责调查研究、研究方法和审读与编辑写作,熊海负责论文构思、经费获取、研究方法、监督指导和审读与编辑写作。所有作者已经同意将文章提交给本刊,且对将要发表的版本进行最终定稿,并同意对工作的所有方面负责。

Author Contribution DING Kangzhi is responsible for conceptualization, formal analysis, funding acquisition, investigation, methodology, writing--original draft, and writing--review and editing. WANG Peng is responsible for conceptualization, formal analysis, investigation, methodology, and writing--review and editing. ZHANG Jing and ZHANG Yufei are responsible for investigation, methodology, and writing--review and editing. XIONG Hai is responsible for conceptualization, funding acquisition, methodology, supervision, and writing--review and editing. All authors consented to the submission of the article to the Journal. All authors approved the final version to be published and agreed to take responsibility for all aspects of the work.

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

Declaration of Conflicting Interests All authors declare no competing interests.

参 考 文 献

- [1] 王永炫,李梅,章振林,等.《原发性骨质疏松症诊疗指南(2022)》要点解读.协和医学杂志, 2023, 14(6): 1203-1207. doi: 10.12290/xhyxzz.2023-0364.
- [2] WANG Y X, LI M, ZHANG Z L, *et al.* Key points of the diagnosis and treatment guidelines for primary osteoporosis (2022). J Conc Med, 2023, 14(6): 1203-1207. doi: 10.12290/xhyxzz.2023-0364.
- [3] 曹智强,叶亿通,俞静,等.血清尿酸/肌酐比值与骨质疏松的相关性研究.中国卫生检验杂志, 2022, 32(11): 1363-1365.
- [4] CAO Z Q, YE Y T, YU J, *et al.* Relationship between serum uric acid/creatinine ratio and osteoporosis. Chin J Heal Inspect, 2022, 32(11): 1363-1365.
- [5] KANIS J A, COOPER C, RIZZOLI R, *et al.* European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. Osteoporos Int, 2019, 30(1): 3-44. doi: 10.1007/s00198-018-4704-5.
- [6] GHERGHINA M E, PERIDE I, TIGLIS M, *et al.* Uric acid and oxidative stress-relationship with cardiovascular, metabolic, and renal impairment. Int J Mol Sci, 2022, 23(6): 3188. doi: 10.3390/ijms23063188.
- [7] CHEN X, JIN H, WANG D, *et al.* Serum creatinine levels, traditional cardiovascular risk factors and 10-year cardiovascular risk in Chinese patients with hypertension. Front Endocrinol (Lausanne), 2023, 14: 1140093. doi: 10.3389/fendo.2023.1140093.
- [8] World Health Organization. World report on ageing and health. Geneva, Switzerland: World Health Organization. 2015: 28.
- [9] 王玲,郑洪银,张伊伟,等.绝经后骨质疏松症患者骨密度及骨小梁评分与脆性骨折的关系.实用医院临床杂志, 2024, 21(5): 165-168. doi: 10.3969/j.issn.1672-6170.2024.05.037.
- [10] WANG L, ZHENG H Y, ZHANG Y Y, *et al.* Relationship between bone mineral density, trabecular score and fragility fracture in postmenopausal osteoporosis patients. J Prac Hosp Clin, 2024, 21(5): 165-168. doi: 10.3969/j.issn.1672-6170.2024.05.037.
- [11] 王鹏,熊海,张玉飞,等.西藏地区藏族中老年居民OSTA指数与体质量指数对骨质疏松的筛选价值分析.四川大学学报(医学版), 2023, 54(2): 357-360. doi: 10.12182/20230360108.
- [12] WANG P, XIONG H, ZHANG Y F, *et al.* Screening value of OSTA index and body mass index for osteoporosis in middle-aged and elderly Tibetan residents in Tibet. J Sichuan Univ (Med Sci), 2023, 54(2): 357-360. doi: 10.12182/20230360108.
- [13] CORTET B, SCHOTT A M, DÉSAMÉRICQ G, *et al.* Trends in postmenopausal osteoporosis treatment in France during the period 2007-2016: a nationwide claims database analysis. Bone, 2022, 154: 116255. doi: 10.1016/j.bone.2021.116255.
- [14] 《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).中华骨与关节外科杂志, 2023, 16(10): 865-885. doi: 10.3969/j.issn.2095-9958.2023.10.01.
- [15] Chinese Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Senile Osteoporosis (2023) Working Group, Osteoporosis Branch of Chinese Society of Gerontology and Geriatrics, Osteoporosis Branch of China Association for the Promotion of International Healthcare Exchanges, *et al.* Chinese guidelines for the diagnosis and treatment of senile osteoporosis (2023). Chin J Bone Joint Surg, 2023, 16(10): 865-885. doi: 10.3969/j.issn.2095-9958.2023.10.01.
- [16] 郭霄,唐珊,柏清,等.淮安市社区中老年骨质疏松症现状及危险因素分析.现代预防医学, 2022, 49(14): 2591-2596.
- [17] GUO X, TANG S, BAI Q, *et al.* The status quo and risk factors of osteoporosis in the elderly in Huaian city. Mod Prev Med, 2022, 49(14): 2591-2596.
- [18] 温红娟,周雷,张晓微,等.长春市社区中老年体检人群骨质疏松的影响因素.中国老年学杂志, 2022, 42(12): 3095-3097. doi: 10.3969/j.issn.1005-9202.2022.12.065.
- [19] WEN H J, ZHOU L, ZHANG X W, *et al.* Influencing factors of osteoporosis among middle-aged and elderly people in Changchun community. Chin J Gerontol, 2022, 42(12): 3095-3097. doi: 10.3969/j.issn.1005-9202.2022.12.065.
- [20] 杜晶晶,弭小艺,杜森垚.秦皇岛地区1299例中老年群体腰椎骨密度定量CT测量分析.中国骨质疏松杂志, 2021, 27(10): 1495-1498. doi: 10.3969/j.issn.1006-7108.2021.10.017.
- [21] DU J J, MI X Y, DU S Y. Quantitative CT measurement of lumbar vertebra bone density in 1299 middle-aged and elderly patients in Qinhuangdao area. Chin J Osteoporosis, 2021, 27(10): 1495-1498. doi: 10.3969/j.issn.1006-7108.2021.10.017.
- [22] PAIK J M, KIM S C, FESKANICH D, *et al.* Gout and risk of fracture in women: a prospective cohort study. Arthritis Rheumatol, 2017, 69(2): 422-428. doi: 10.1002/art.39852.
- [23] ZHARIKOV S, KROTOVA K, HU H, *et al.* Uric acid decreases NO production and increases arginase activity in cultured pulmonary artery endothelial cells. Am J Physiol Cell Physiol, 2008, 295(5): C1183-1190.

- doi: 10.1152/ajpcell.00075.2008.
- [16] Management of osteoporosis in postmenopausal women: the 2021 position statement of The North American Menopause Society. *Menopause*, 2021, 28(9): 973-997. doi: 10.1097/GME.0000000000001831.
- [17] PENG H, LI H, LI C, *et al.* Association between vitamin D insufficiency and elevated serum uric acid among middle-aged and elderly Chinese Han women. *PLoS One*, 2013, 8(4): e61159. doi: 10.1371/journal.pone.0061159.
- [18] 方天. 中青年男性痛风患者血尿酸水平与骨密度及骨转换标志物的相关性分析. 太原: 山西医科大学, 2024.
- FANG T. Correlation analysis of serum uric acid level with bone mineral density and bone turnover markers in young and middle-aged male patients with gout. Taiyuan: Shanxi Medical University, 2024.
- [19] ROBLES-RIVERA K, ARGOTY-PANTOJA A D, HIDALGO-BRAVO A, *et al.* Uric acid levels are associated with bone mineral density in mexican populations: a longitudinal study. *Nutrients*, 2022, 14(20): 4245. doi: 10.3390/nu14204245.
- [20] MEHTA T, BŮŽKOVÁ P, SARNAK M J, *et al.* Serum urate levels and the risk of hip fractures: data from the Cardiovascular Health Study. *Metabolism*, 2015, 64(3): 438-446. doi: 10.1016/j.metabol.2014.11.006.
- [21] KOH L K, SEDRINE W B, TORRALBA T P, *et al.* A simple tool to identify asian women at increased risk of osteoporosis. *Osteoporos Int*, 2001, 12(8): 699-705. doi: 10.1007/s001980170070.
- [22] 聂聪, 王洪立, 马晓生, 等. OSTA评分与BMI对腰椎退变性疾病患者骨质疏松的预测价值. *中国脊柱脊髓杂志*, 2024, 34(7): 743-749. doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2024.07.10.
- NIE C, WANG H L, MA X S, *et al.* Predictive value of OSTA score and BMI in osteoporosis in patients with lumbar degenerative disease. *Chin J Spinal Cord*, 2024, 34(7): 743-749. doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2024.07.10.
- [23] 陈志平, 王金娣, 许家亮, 等. OSTA指数对江苏镇江地区健康中老年人骨骨质疏松的筛选价值. *中国骨质疏松杂志*, 2021, 27(10): 1491-1494. doi: 10.3969/j.issn.1006-7108.2021.10.016.
- CHEN Z P, WANG J D, XU J L, *et al.* Screening value of OSTA index for osteoporosis in healthy middle-aged and elderly population in Zhenjiang area of Jiangsu province. *Chin J Osteoporos*, 2021, 27(10): 1491-1494. doi: 10.3969/j.issn.1006-7108.2021.10.016.
- (2024-06-09收稿, 2025-01-08修回)
- 编辑 汤洁



开放获取 本文使用遵循知识共享署名—非商业性使用4.0国际许可协议(CC BY-NC 4.0), 详细信息请访问

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>。

OPEN ACCESS This article is licensed for use under Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (CC BY-NC 4.0). For more information, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

© 2025 《四川大学学报(医学版)》编辑部

Editorial Office of *Journal of Sichuan University (Medical Sciences)*