

• 论 著 •

甲状腺激素敏感性指标与高尿酸血症的关系及性别差异研究*

梁权辉¹, 曾惠娴², 何玉怡¹, 潘练华¹, 陈活强¹

1. 佛山市第一人民医院检验科, 广东佛山 528000; 2. 佛山市第二人民医院(广东药科大学附属佛山医院)内分泌科, 广东佛山 528000

摘要:目的 探讨甲状腺激素敏感性指标与高尿酸血症的关系及性别差异。方法 选取 2024 年 1—12 月于佛山市第一人民医院健康管理中心体检的甲状腺功能正常者 2 922 例作为研究对象。研究对象根据高尿酸血症的诊断标准分为非高尿酸血症者 2 077 例(正常组)、高尿酸血症者 845 例(高尿酸血症组)。比较正常组和高尿酸血症组临床资料。Spearman 相关性分析甲状腺功能和甲状腺激素敏感性指标与高尿酸血症的相关性。采用 Logistic 回归分析甲状腺激素敏感性指标对高尿酸血症发生的影响,并对不同性别高尿酸血症患者甲状腺激素敏感性指标进行比较。结果 高尿酸血症组男性占比、收缩压、舒张压、体重指数、肌酐、总胆固醇、甘油三酯、低密度脂蛋白胆固醇、糖化血红蛋白、游离三碘甲状腺原氨酸(FT3)、游离甲状腺素(FT4)、FT3 甲状腺反馈分位数指数(TFQI_{FT3})、FT4 甲状腺反馈分位数指数(TFQI_{FT4})、促甲状腺激素甲状腺素抵抗指数(TT4RI)、促甲状腺激素指数(TSHI)、FT3/FT4 比值均高于正常组,而女性占比、年龄、高密度脂蛋白胆固醇、红细胞沉降率均低于正常组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。Spearman 相关性分析结果显示,血尿酸水平与 FT3、FT4、TFQI_{FT3}、TFQI_{FT4}、TT4RI、TSHI、FT3/FT4 比值呈正相关(均 $P < 0.05$),与促甲状腺激素无相关性($P > 0.05$)。Logistic 回归分析结果显示:男性高尿酸血症患者中,TFQI_{FT3}、TFQI_{FT4}、TT4RI 及 TSHI 是其高尿酸血症发生的影响因素($P < 0.05$);女性高尿酸血症患者中,仅 TFQI_{FT3} 是其高尿酸血症发生的影响因素($P < 0.05$)。男性高尿酸血症患者 TFQI_{FT3}、TFQI_{FT4}、FT3/FT4 比值显著高于女性高尿酸血症患者,差异有统计学意义($P < 0.05$)。结论 甲状腺激素敏感性指标与高尿酸血症相关,TFQI_{FT3} 可作为预测高尿酸血症的有效指标,TFQI_{FT4} 与高尿酸血症的关联性在不同性别中可能存在差异。

关键词: 甲状腺激素敏感性; 高尿酸血症; 性别

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2025.24.004

中图法分类号:R581.9;R589.7

文章编号:1673-4130(2025)24-2965-05

文献标志码:A

Study on the relationship between thyroid hormone sensitivity indicators and hyperuricemia and gender differences*

LIANG Quanhui¹, ZENG Huixian², HE Yuyi¹, PAN Lianhua¹, CHEN Huoqiang¹

1. Department of Clinical Laboratory, the First People's Hospital of Foshan, Foshan, Guangdong 528000, China; 2. Department of Endocrinology, the Second People's Hospital of Foshan, Affiliated Foshan Hospital of Guangdong Pharmaceutical University, Foshan, Guangdong 528000, China

Abstract: **Objective** To explore the relationship between thyroid hormone sensitivity indicators and hyperuricemia, as well as gender differences. **Methods** A total of 2 922 individuals with normal thyroid function who underwent physical examinations at the health management center of the First People's Hospital of Foshan from January to December 2024 were selected as the research subjects. The research subjects were divided into 2 077 cases of non-hyperuricemia (normal group) and 845 cases of hyperuricemia (hyperuricemia group) according to the diagnostic criteria of hyperuricemia. Clinical data were compared between the normal group and the hyperuricemia group. Spearman correlation analysis was used to analyze the correlation between thyroid function and thyroid hormone sensitivity indicators and hyperuricemia. Logistic regression was used to an-

* 基金项目:佛山市卫生健康局医学科研课题(20230224);佛山市“十四五”医学高水平重点专科建设项目(FSGSP145007);佛山市第二人民医院创新研究基金项目(2024D07)。

作者简介:梁权辉,男,主管技师,主要从事临床生化检验和实验室质量控制研究。

alyze the influence of thyroid hormone sensitivity indicators on the occurrence of hyperuricemia, and the thyroid hormone sensitivity indicators of patients with hyperuricemia of different genders were compared. **Results**

In the hyperuricemia group, the male proportion, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, body mass index, creatinine, total cholesterol, triglycerides, low-density lipoprotein cholesterol, glycated hemoglobin, free triiodothyronine (FT3), free thyroxine (FT4), FT3 thyroid feedback quantile index (TFQI_{FT3}), FT4 thyroid feedback quantile index (TFQI_{FT4}), thyroid stimulating hormone resistance index (TT4RI), thyroid stimulating hormone index (TSHI), and FT3/FT4 ratio were all elevated compared to those in the normal group, while the female proportion, age, high-density lipoprotein cholesterol, and erythrocyte sedimentation rate were all lower than those in the normal group, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). The results of Spearman correlation analysis showed that serum uric acid levels were positively correlated with FT3, FT4, TFQI_{FT3}, TFQI_{FT4}, TT4RI, TSHI, and the ratio of FT3/FT4 (all $P < 0.05$), but not correlated with thyroid stimulating hormone ($P > 0.05$). The results of Logistic regression analysis showed that among male patients with hyperuricemia, TFQI_{FT3}, TFQI_{FT4}, TT4RI and TSHI were the influencing factors for the occurrence of hyperuricemia ($P < 0.05$). Among female patients with hyperuricemia, only TFQI_{FT3} was an influencing factor for the occurrence of hyperuricemia ($P < 0.05$). The ratios of TFQI_{FT3}, TFQI_{FT4}, and FT3/FT4 ratio in male patients with hyperuricemia were significantly higher than those in female patients, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). **Conclusion** Thyroid hormone sensitivity indicators are associated with hyperuricemia. TFQI_{FT3} can be used as an effective indicator for predicting hyperuricemia. The association between TFQI_{FT4} and hyperuricemia may vary between different genders.

Key words: thyroid hormone sensitivity; hyperuricemia; gender

我国高尿酸血症患病率呈现持续攀升态势,已成为仅次于糖尿病的第二大代谢性疾病,且发病年龄呈现低龄化趋势^[1-2]。2018—2019 年全国慢性病监测数据显示,我国成人高尿酸血症总体患病率达 14.0%,男性患病率为 24.4%,显著高于女性患病率(3.6%)^[3]。高尿酸血症是由嘌呤代谢障碍所致的慢性代谢性疾病,其核心特征为血尿酸水平异常升高。高尿酸血症和痛风是慢性肾病、高血压病、心脑血管疾病及糖尿病等多种疾病的独立危险因素,并作为过早死亡的独立预测指标^[1]。因此,进一步全面评估高尿酸血症患者的危险因素,对于开展高尿酸血症发生、发展的早期防治工作具有重要意义。近年来甲状腺激素敏感性指标与代谢综合征、代谢性相关脂肪性肝病及心血管疾病等慢性病之间的关系研究备受国内外学者的关注。甲状腺激素敏感性指标主要包括 FT3 甲状腺反馈分位数指数(TFQI_{FT3})、FT4 甲状腺反馈分位数指数(TFQI_{FT4})、促甲状腺激素甲状腺素抵抗指数(TT4RI)、促甲状腺激素指数(TSHI)及游离三碘甲状腺原氨酸(FT3)/游离甲状腺素(FT4)比值^[4]。关于甲状腺激素敏感性指标与高尿酸血症的关系研究尚未得到充分探讨。基于此,本研究探讨甲状腺激素敏感性指标与高尿酸血症的关系,并分析不同性别高尿酸血症患者甲状腺激素敏感性指标比较,旨在进一步了解甲状腺激素敏感性指标在高尿酸血症中的作用。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本研究选取 2024 年 1—12 月于佛山市第一人民医院健康管理中心体检的甲状腺功能正常者 2 922 例作为研究对象。研究对象根据高尿酸血症的诊断标准分为非高尿酸血症者 2 077 例(正常组)、高尿酸血症者 845 例(高尿酸血症组)。纳入标准:(1)年龄 ≥ 18 岁;(2)甲状腺功能三项正常,参考范围为促甲状腺激素(TSH)0.35~5.10 mIU/L,FT3 2.76~6.45 pmol/L,FT4 11.20~23.81 pmol/L;(3)非妊娠期女性;(4)无甲状腺疾病和抗甲状腺治疗史;(5)过去 3 个月内未服用含碘药物或造影剂;(6)无激素替代治疗史;(7)无严重肝、肾功能不全和癌症病史。排除标准:(1)目前服用降尿酸药物;(2)有甲状腺疾病及甲状腺功能异常史;(3)过去 3 个月内曾服用含碘药物或造影剂;(4)有激素替代治疗史;(5)有严重肝肾功能不全及癌症病史。本研究经佛山市第一人民医院伦理委员会批准[伦理审批号:伦审研(2020)第 84-1 号],所有受试者均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 临床资料收集 收集受试者的基本信息,包括年龄、性别、身高、体重、血压,并计算体重指数(BMI);收集实验室指标,包括血脂、血糖、肾功能、甲状腺功能三项,并计算甲状腺激素敏感性指标(如 TFQI_{FT3}、TFQI_{FT4}、TT4RI、TSHI、FT3/FT4 比值)等。

1.2.2 实验室检查 所有受试者于空腹 8~10 h 后

清晨采取静脉血,应用迈瑞 CL-6000i 全自动免疫分析仪测定甲状腺功能三项。应用西门子全自动生化分析仪测定尿酸、肌酐(Cr)、总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、糖化血红蛋白(HbA1c)等指标。

1.2.3 甲状腺激素敏感性评估 甲状腺激素敏感性评估包括中枢组织和外周组织甲状腺激素敏感性指标的测量。不同的甲状腺激素敏感性指标用于评估甲状腺激素在中枢组织(如 TFQI、TT4RI、TSHI)和外周组织(如 FT3/FT4 比值)中的敏感性^[4-7]。计算方法分别为 $TFQI_{FT3} = cdfFT3 - (1 - cdfTSH)$, $TFQI_{FT4} = cdfFT4 - (1 - cdfTSH)$, $TSHI = \ln TSH (mIU/L) + 0.1345 \times FT4 (pmol/L)$, $TT4RI = FT4 (pmol/L) \times TSH (mIU/L)$ 。TFQI 的范围为-1~1, TFQI 正值表示甲状腺激素敏感性降低,负值表示甲状腺激素敏感性增加,TFQI 为 0 则表示甲状腺激素敏感性正常。TSHI 和 TT4RI 数值越高提示中枢对甲状腺激素的敏感性越差。FT3/FT4 比值作为一个外周组织甲状腺激素敏感性指标,能够帮助评估体内甲状腺激素的转化效率和组织的敏感性。FT3/FT4

比值 = $FT3 (pmol/L) / FT4 (pmol/L)$ 。FT3/FT4 比值越高意味着外周组织对甲状腺激素的敏感性越好。

1.3 统计学处理 采用 R3.4.2 进行数据处理及统计分析。正态或近正态分布计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验。偏态分布计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较采用非参数检验。计数资料以例数和百分率表示,组间比较行 χ^2 检验。采用 Spearman 相关性分析甲状腺功能和甲状腺激素敏感性指标与高尿酸血症的相关性。采用 Logistic 回归分析甲状腺激素敏感性指标对高尿酸血症发生的影响。 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 高尿酸血症组与正常组临床资料比较 高尿酸血症组男性占比、收缩压、舒张压、BMI、Cr、TC、TG、LDL-C、HbA1c、FT3、FT4、TFQI_{FT3}、TFQI_{FT4}、TT4RI、TSHI、FT3/FT4 比值均高于正常组,而女性占比、年龄、HDL-C、红细胞沉降率均低于正常组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。两组 TSH 水平比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

表 1 高尿酸血症组与正常组临床特征比较[n(%)或 M(P₂₅, P₇₅)]

变量	总体(n=2 922)	正常组(n=2 077)	高尿酸血症组(n=845)	<i>F</i> / χ^2 / <i>Z</i>	<i>P</i>
年龄(岁)	50.80±11.80	51.00±11.80	50.00±11.80	4.646	0.037
性别				510.782	<0.001
男	1 519(51.98)	803(38.66)	716(84.73)		
女	1 403(48.02)	1 274(61.34)	129(15.27)		
收缩压(mmHg)	125.00±18.20	124.00±18.70	129.00±16.40	49.292	<0.001
舒张压(mmHg)	75.60±11.50	74.10±11.20	79.20±11.50	100.058	<0.001
BMI(kg/m ²)	24.30±3.52	23.71±3.36	25.75±3.50	214.240	<0.001
Cr(μmol/L)	66.00(56.00,79.00)	61.00(53.00,72.00)	79.00(70.00,88.00)	580.226	<0.001
TC(mmol/L)	5.13(4.52,5.79)	5.08(4.45,5.74)	5.29(4.66,5.96)	28.415	<0.001
TG(mmol/L)	1.27(0.91,1.89)	1.13(0.83,1.61)	1.75(1.20,2.47)	311.222	<0.001
LDL-C(mmol/L)	3.34(2.73,3.96)	3.27(2.67,3.88)	3.53(2.90,4.11)	43.174	<0.001
HDL-C(mmol/L)	1.22(1.03,1.45)	1.28(1.07,1.53)	1.07(0.95,1.25)	256.022	<0.001
HbA1c(%)	5.60(5.30,5.90)	5.50(5.30,5.90)	5.70(5.30,6.00)	20.617	<0.001
红细胞沉降率(mm/h)	10.27(6.00,15.19)	11.00(6.40,16.00)	8.03(4.44,13.23)	69.617	<0.001
TSH(mIU/L)	1.75(1.23,2.48)	1.73(1.22,2.48)	1.80(1.26,2.49)	1.021	0.312
FT3(pmol/L)	4.57(4.25,4.93)	4.48(4.17,4.82)	4.83(4.48,5.17)	235.562	<0.001
FT4(pmol/L)	16.39(15.03,17.86)	16.24(14.89,17.63)	16.87(15.46,18.28)	47.163	<0.001
TFQI _{FT3}	-0.03(-0.32,0.23)	-0.09(-0.37,0.17)	0.10(-0.15,0.34)	133.418	<0.001
TFQI _{FT4}	-0.03(-0.31,0.21)	-0.06(-0.34,0.19)	0.03(-0.23,0.27)	34.895	<0.001
TT4RI	28.74(20.45,40.53)	28.24(20.09,40.05)	29.97(21.59,41.92)	7.716	0.005
TSHI	2.79(2.42,3.14)	2.75(2.39,3.11)	2.85(2.48,3.22)	21.570	<0.001
FT3/FT4 比值	0.28(0.26,0.31)	0.28(0.25,0.30)	0.29(0.26,0.31)	36.615	<0.001

2.2 甲状腺功能及甲状腺激素敏感性指标与高尿酸血症的相关性分析 高尿酸血症诊断通常依赖于血尿酸水平,血尿酸水平作为评估高尿酸血症的重要指标。Spearman 相关性分析结果显示,血尿酸水平与 FT3、FT4、TFQI_{FT3}、TFQI_{FT4}、TT4RI、TSHI、FT3/FT4 比值呈正相关(均 $P<0.05$),与 TSH 无相关性($P>0.05$)。见表 2。

2.3 甲状腺激素敏感性指标与高尿酸血症的 Logistic 回归分析 采用 Logistic 回归分析甲状腺激素敏感性指标对高尿酸血症发生的影响,校正性别、年龄后,TFQI_{FT3}、TFQI_{FT4}、TT4RI、TSHI 及 FT3/FT4 比值被确认为高尿酸血症发生的影响因素。进一步以性别分层进行 Logistic 回归分析,结果显示:男性高尿酸血症患者中,TFQI_{FT3}、TFQI_{FT4}、TT4RI 及 TSHI

是其高尿酸血症发生的影响因素($P<0.05$);女性高尿酸血症患者中,仅 TFQI_{FT3} 是其高尿酸血症发生的影响因素($P<0.05$)。见表 3。

表 2 甲状腺功能及甲状腺激素敏感性指标与血尿酸的相关性分析

变量	<i>r</i>	<i>P</i>
TSH	0.029	0.110
FT3	0.357	<0.001
FT4	0.152	<0.001
TFQI _{FT3}	0.271	<0.001
TFQI _{FT4}	0.130	<0.001
TT4RI	0.065	<0.001
TSHI	0.103	<0.001
FT3/FT4 比值	0.153	<0.001

表 3 甲状腺激素敏感性指标与高尿酸血症的 Logistic 回归分析

项目	TFQI _{FT3}		TFQI _{FT4}	
	OR(95%CI)	<i>P</i>	OR(95%CI)	<i>P</i>
总体	1.965(1.541~2.509)	<0.001	1.489(1.169~1.900)	0.001
男性	1.855(1.391~2.479)	<0.001	1.498(1.131~1.987)	0.004
女性	1.672(1.031~2.703)	0.036	1.332(0.799~2.209)	0.270

项目	TT4RI		TSHI		FT3/FT4 比值	
	OR(95%CI)	<i>P</i>	OR(95%CI)	<i>P</i>	OR(95%CI)	<i>P</i>
总体	1.008(1.002~1.013)	0.011	1.316(1.113~1.558)	0.001	1.127(1.030~1.232)	0.009
男性	1.008(1.001~1.015)	0.018	1.337(1.099~1.629)	0.004	1.085(0.980~1.203)	0.115
女性	1.006(0.995~1.017)	0.280	1.228(0.873~1.732)	0.240	1.134(0.944~1.362)	0.178

2.4 不同性别高尿酸血症患者甲状腺激素敏感性指标比较 男性高尿酸血症患者 TFQI_{FT3}、TFQI_{FT4}、FT3/FT4 比值显著高于女性高尿酸血症患者,差异有统计学意义($P<0.05$)。不同性别高尿酸血症患者 TT4RI、TSHI 比较差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 4。

表 4 不同性别高尿酸血症患者甲状腺激素敏感性指标比较[$M(P_{25},P_{75})$ 或 $\bar{x}\pm s$]

变量	男性(<i>n</i> =716)	女性(<i>n</i> =129)	<i>P</i>
TFQI _{FT3}	0.12(−0.12,0.37)	−0.09(−0.39,0.17)	<0.001
TFQI _{FT4}	0.04(−0.20,0.29)	−0.06(−0.36,0.19)	0.004
TT4RI	29.89(21.64,41.36)	30.01(21.39,44.11)	0.816
TSHI	2.85±0.51	2.77±0.54	0.088
FT3/FT4 比值	0.29(0.26,0.31)	0.28(0.25,0.30)	0.008

3 讨 论

甲状腺激素在调节生物代谢中起着重要作用,FT4 和 TSH 在下丘脑-垂体-甲状腺轴中受到负反馈机制的调节。研究表明,即使甲状腺功能在正常范

围,亦与代谢紊乱密切相关^[8]。前期研究揭示了高尿酸血症与 FT4 和 TSH 的单一激素之间关系的不一致结果^[9-13]。一项早期研究表明,在甲状腺功能亢进和甲状腺功能正常的患者中高尿酸血症和 TSH 之间不存在显著相关性^[13]。然而,其他研究的发现与此相悖,提示 TSH 水平升高可增加高尿酸血症的罹患风险^[9]。因此,对甲状腺稳态综合指数如 TFQI_{FT3} 或 TFQI_{FT4} 的深入研究是必要的,有助于明确甲状腺激素稳态调节的机制,从而突破仅依赖单一激素的局限性^[14-15]。在此之前,已有研究发现,TFQI_{FT4}、FT3/T4 比值与高尿酸血症患病率之间存在相关性^[14-15]。

本研究 Spearman 相关性分析结果显示,血尿酸水平与 FT3、FT4、TFQI_{FT3}、TFQI_{FT4}、TT4RI、TSHI、FT3/FT4 比值呈正相关(均 $P<0.05$),与 TSH 无相关性($P>0.05$);Logistic 回归分析结果显示:男性高尿酸血症患者中,TFQI_{FT3}、TFQI_{FT4}、TT4RI 及 TSHI 是其高尿酸血症发生的影响因素($P<0.05$);女性高尿酸血症患者中,仅 TFQI_{FT3} 是其高尿酸血症发生的影响因素($P<0.05$)。TFQI_{FT3} 和高尿酸血症有关可

能是由于血清 FT3 水平的代偿性升高及 FT3 和 TSH 的生理影响。首先,血清 FT3 水平升高,主要来源于血清 FT4 通过脱碘酶转化,可被视为一种补偿和适应机制,以改善胰岛素敏感性,从而调节血尿酸水平。这一假设得到既往研究的佐证,在病程较短的亚临床甲状腺功能减退症患者中,左旋甲状腺素替代治疗可通过改善胰岛素敏感性降低血尿酸水平^[16]。这些一致的关联表明 TFQI_{FT3} 可能比 TFQI_{FT4} 对高尿酸血症具备更可靠的预测能力。TSHI 和 TT4RI 的相关性弱于 TFQI_{FT4},可能是由于 TT4RI 和 TSHI 代表 FT4 和 TSH 的极端值。FT3/FT4 比值作为一个外周组织甲状腺激素敏感性指标,FT3/FT4 比值越高意味着外周组织对甲状腺激素的敏感性越好。本研究结果显示,血尿酸水平与 FT3/FT4 比值呈正相关($P<0.05$),与既往结果一致^[17]。

综上所述,甲状腺激素敏感性指标与高尿酸血症相关,TFQI_{FT3} 可作为预测高尿酸血症的有效指标,TFQI_{FT3} 和高尿酸血症的关联性可能在不同性别中具有更广泛的适用性,TFQI_{FT4} 与高尿酸血症的关联性在不同性别中可能存在差异,这需要进一步的前瞻性队列研究来验证。

参考文献

[1] 中华医学会内分泌学分会. 中国高尿酸血症与痛风诊疗指南(2019)[J]. 中华内分泌代谢杂志,2020,36(1):1-13.

[2] 中国民族卫生协会重症代谢疾病分会,高尿酸血症相关疾病诊疗多学科共识专家组. 中国高尿酸血症相关疾病诊疗多学科专家共识(2023 年版)[J]. 中国实用内科杂志,2023,43(6):461-480.

[3] ZHANG M,ZHU X,WU J,et al. Prevalence of hyperuricemia among chinese adults; findings from two nationally representative cross-sectional surveys in 2015—2016 and 2018—2019[J]. Front Immunol,2022,12(1):791983.

[4] LACLAUSTRA M, MORENO-FRANCO B, LOU-BO-NAFONTE J M, et al. Impaired sensitivity to thyroid hormones is associated with diabetes and metabolic syndrome[J]. Diabetes Care,2019,42(2):303-310.

[5] LAI S, LI J, WANG Z, et al. Sensitivity to thyroid hormone indices are closely associated with NAFLD [J]. Front Endocrinol (Lausanne),2021,12(1):766419.

[6] JOSTEL A, RYDER W D J, SHALET S M. The use of thyroid function tests in the diagnosis of hypopituitarism: definition and evaluation of the TSH index[J]. Clin Endocrinol (Oxf),2009,71(4):529-534.

[7] ERCAN-FANG S,SCHWARTZ H L,MARIASH C N,et al. Quantitative assessment of pituitary resistance to thyroid hormone from plots of the logarithm of thyrotropin versus serum free thyroxine index[J]. J Clin Endocrinol Metab,2000,85(6):2299-2303.

[8] KIM B. Thyroid hormone as a determinant of energy expenditure and the basal metabolic rate[J]. Thyroid,2008,18(2):141-144.

[9] YANG M,CAO S. Gender and age-specific differences in the association of thyroid function and hyperuricemia in Chinese:a cross-sectional study[J]. I Int J Endocrinol,2022,2022:2168039.

[10] GIORDANO N, SANTACROCE C, MATTHI G, et al. Hyperuricemia and gout in thyroid endocrine disorders [J]. Clin Exp Rheumatol,2001,19(6):661-665.

[11] SATO A,SHIROTA T,SHINODA T,et al. Hyperuricemia in patients with hyperthyroidism due to Graves' disease[J]. Metabolism,1995,44(2):207-211.

[12] YE Y, GAI X, XIE H, et al. Association between serum free thyroxine (FT4) and uric acid levels in populations without overt thyroid dysfunction[J]. Ann Clin Lab Sci,2015,45(1):49-53.

[13] RABER W, VUKOVICH T, VIERHAPPER H. Serum uric acid concentration and thyroid-stimulating-hormone (TSH); results of screening for hyperuricaemia in 2359 consecutive patients with various degrees of thyroid dysfunction[J]. Wien Klin Wochenschr,1999,111(8):326-328.

[14] LU Y, WANG J, AN Y, et al. Impaired sensitivity to thyroid hormones is associated with hyperuricemia in a Chinese euthyroid population [J]. Front Endocrinol (Lausanne),2023,14(1):1132543.

[15] WU Z, JIANG Y, LI P, et al. Association of impaired sensitivity to thyroid hormones with hyperuricemia through obesity in the euthyroid population [J]. J Transl Med,2023,21(1):436.

[16] DESIDERI G, BOCALE R, D'AMORE A M, et al. Thyroid hormones modulate uric acid metabolism in patients with recent onset subclinical hypothyroidism by improving insulin sensitivity[J]. Intern Emerg Med,2020,15(1):67-71.

[17] 孙蔚雯,王晶,康丽惠,等. 甲状腺功能正常人群甲状腺激素抵抗与高尿酸血症的相关性[J]. 中华健康管理学杂志,2024,18(6):428-432.