

甘油三酯葡萄糖乘积指数与肾结石的相关性研究

熊紫君¹, 何应梅¹, 袁平¹, 何福逵¹, 余可斐², 刘冰¹

1. 湖北医药学院公共卫生与健康学院, 湖北 十堰 442000; 2. 十堰市太和医院·湖北医药学院附属医院, 湖北 十堰 442000

摘要:目的 探讨甘油三酯葡萄糖乘积指数(triglyceride glucose, TyG)与肾结石的相关性。方法 基于 2022 年湖北某建筑公司职工年度体检数据, 依据有无肾结石, 将研究对象分为肾结石组($n=854$)和非肾结石组($n=1\ 636$)。运用描述统计、 χ^2 检验、多因素 logistic 回归分析, 评估 TyG 指数与肾结石风险的相关性。结果 共纳入 2 490 例研究对象, 肾结石组年龄、身体质量指数(body mass index, BMI)、TyG 指数、尿酸、总胆固醇、甘油三酯、低密度脂蛋白、舒张压、空腹血糖水平均高于非肾结石组($P<0.05$)。多因素 logistic 回归分析显示, TyG 指数第 2、3、4 四分位组肾结石患病风险分别是第 1 四分位组的 1.071 倍($OR=1.071$, $95\%CI:0.822 \sim 1.394$, $P<0.612$)、1.174 倍($OR=1.174$, $95\%CI:0.886 \sim 1.556$, $P<0.263$)和 1.851 倍($OR=1.851$, $95\%CI:1.342 \sim 2.553$, $P<0.001$), TyG 指数越高肾结石患病风险越大($\chi^2=37.146$, $P<0.001$), 提示 TyG 指数是肾结石发生的危险因素, 并存在明显的线性关系。亚组分析表明, 在超重肥胖人群($OR=1.494$, $95\%CI:1.245 \sim 1.794$, $P<0.001$)及高脂血症人群($OR=2.047$, $95\%CI:1.606 \sim 2.61$, $P<0.001$)中, TyG 指数与肾结石风险仍呈正相关($P<0.05$)。结论 较高的 TyG 指数与肾结石的患病风险增加有关, 早期干预胰岛素抵抗(insulin resistance, IR)可能有助于改善或降低肾结石发病风险。

关键词: 甘油三酯葡萄糖乘积指数; 肾结石; 胰岛素抵抗

中图分类号: R692.4 文献标志码: A 文章编号: 1003-8507(2024)21-4022-05

DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202406136

Study on the correlation between triglyceride glucose product index and kidney stones

XIONG Zi-jun*, HE Ying-mei, YUAN Ping, HE Fu-kui, YU Ke-fei, LIU Bing

*School of Public Health and Health, Hubei University of Medicine, Shiyan, Hubei 442000, China

Abstract: Objective To investigate the correlation between the triglyceride glucose product index (TyG) and kidney stones. **Methods** Based on the annual health check-up data of employees from a construction company in Hubei in 2022, subjects were divided into kidney stone group ($n=854$) and non-kidney stone group ($n=1\ 636$) according to the presence of kidney stones. Descriptive statistics, chi-square tests, and multivariable logistic regression analyses were employed to assess the correlation between the TyG index and the risk of kidney stones. **Results** A total of 2 490 subjects were included in the study. The kidney stone group had higher levels of age, body mass index (BMI), TyG index, uric acid, total cholesterol, triglycerides, low-density lipoprotein, diastolic blood pressure, and fasting blood glucose compared to the non-kidney stone group ($P < 0.05$). Multivariable logistic regression analysis indicated that the risk of kidney stones for the 2nd, 3rd, and 4th quartiles of the TyG index was 1.071 times ($OR=1.071$, $95\%CI: 0.822-1.394$, $P < 0.612$), 1.174 times ($OR=1.174$, $95\%CI: 0.886-1.556$, $P < 0.263$), and 1.851 times ($OR=1.851$, $95\%CI: 1.342-2.553$, $P < 0.001$) that of the first quartile, respectively. Higher TyG index levels were associated with an increased risk of kidney stones ($\chi^2=37.146$, $P < 0.001$), indicating that the TyG index was a risk factor for the occurrence of kidney stones with a significant linear relationship. Subgroup analysis revealed that in overweight and obese populations ($OR=1.494$, $95\%CI: 1.245-1.794$, $P < 0.001$) and in populations with hyperlipidemia ($OR=2.047$, $95\%CI: 1.606-2.61$, $P < 0.001$), the TyG index remained positively correlated with the risk of kidney stones ($P < 0.05$). **Conclusion** A higher TyG index is associated with an increased risk of kidney stones, and early intervention in insulin resistance may help improve or reduce the incidence risk of kidney stones.

Keywords: Triglyceride glucose product index; Kidney stones; Insulin resistance

肾结石作为一种常见的泌尿系统疾病,其形成原

因是尿液中的矿物质成分过饱和,导致晶体在肾脏内沉积^[1]。这种病理状态不仅可能引起尿路梗阻,严重情况下还可能损害肾功能^[1]。近年来,肾结石全球患病率为 1.9% ~ 17.6%,呈上升趋势,对经济和公共卫生体系造成沉重负担^[2]。肾结石的风险因素众多,包

作者简介:熊紫君(1989—),女,硕士,主管护师,研究方向:生物信息学、疾病预防与控制

通信作者:余可斐, E-mail: 985328864@163.com; 刘冰, E-mail: sy-llb@126.com; 余可斐与刘冰为共同通信作者

括遗传、环境因素、饮食习惯、生活方式以及某些疾病,如肥胖、代谢综合征和糖尿病等^[3-4]。肾结石与代谢性疾病有共同的病理基础——胰岛素抵抗(insulin resistance, IR),IR 已被证实可能影响肾脏的氨生成和尿液浓度,进而可能促进肾结石的形成^[5]。甘油三酯-葡萄糖指数(triglyceride glucose, TyG)是近几年兴起的用于评估 IR 的新型指标,与传统的稳态模型评估(homeostasis model assessment of insulin resistance, HOMA-IR)相比,在临床实践中更易获取,且已有证据表明 TyG 指数与多种代谢性疾病相关^[6]。然而,TyG 指数与肾结石之间关系的研究在亚洲人群中报道较少^[7-9]。鉴于此,本研究利用 2022 年湖北某三甲医院的体检数据,探讨 TyG 指数与肾结石风险之间的关联,旨在为早期防治肾结石提供新思路。

1 资料与方法

1.1 研究人群 本研究选取了 2022 年于湖北某三甲医院进行体检的某建筑公司的职工为研究对象。纳入标准:(1)≥18 岁;(2)参加并完成体检,主要相关分析指标齐全;(3)接受双肾、输尿管及膀胱超声和腹部平片等辅助检查。排除标准:(1)妊娠期女性;(2)重要数据缺失;(3)患有严重肾功能不全,肾衰竭,尿毒症,肾脏切除术后、肝功能不全,恶性肿瘤等疾病的人群。本研究共收集 2 516 份体检报告,经纳入标准排除后,最终纳入 2 490 名合格参与者的体检数据,见图 1。本研究通过了湖北医药学院伦理审查委员会批准(审批号:2019-TH-101)。

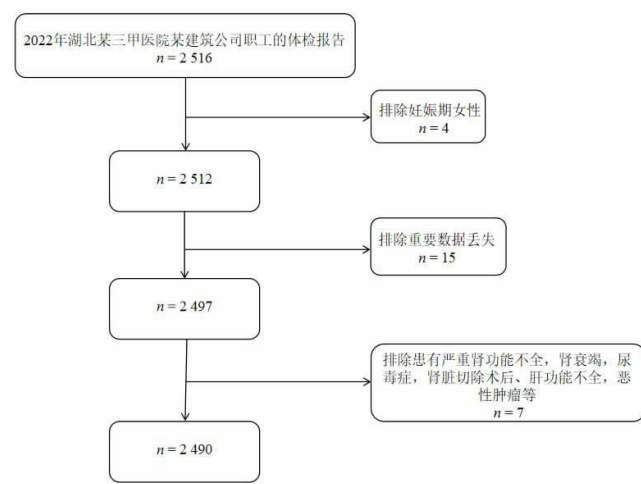


图 1 纳入排除标准流程图

Figure 1 Flowchart of the sample inclusion and exclusion

1.2 诊断标准 收集研究对象的体检资料,包括年龄、性别、身体质量指数(BMI)、收缩压(systolic blood pressure, SBP)、舒张压(diastolic blood pressure, DBP)、尿酸(uric acid, UA)、甘油三酯(triglyceride, TG)、空腹

血糖(fasting plasma glucose, FPG)、甘油三酯-葡萄糖(TyG)、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)。TyG 指数由 $\ln[\text{甘油三酯}(\text{mg/dL}) \times \text{空腹葡萄糖}(\text{mg/dL})/2]$ 计算获得^[6]。

将 $\text{BMI} \geq 24.0 \text{ kg/m}^2$ 定义为超重肥胖, $\text{BMI} < 24.0 \text{ kg/m}^2$ 定义为非超重肥胖^[10]。将 $\text{DBP} \geq 90 \text{ mm Hg}$ 和(或) $\text{SBP} \geq 140 \text{ mm Hg}$ 或既往有高血压病史的定义为高血压^[11]。将 $\text{FPG} \geq 7.0 \text{ mmol/L}$ 或有糖尿病既往病史的定义为糖尿病^[12]。将 $\text{TG} > 2.26 \text{ mmol/L}$, $\text{TC} \geq 6.22 \text{ mmol/L}$, $\text{HDL-C} < 1.04 \text{ mmol/L}$, $\text{LDL-C} > 4.14 \text{ mmol/L}$ 任意一项指标超过指南定义界限或既往史有高脂血症定义为高脂血症^[13]。将尿酸 $\geq 420 \mu\text{mol/L}$ 或既往有高尿酸血症病史的定义为高尿酸血症^[14]。采用彩色多普勒超声仪,由五年以上年资的执业医师对研究对象进行肾结石检查,并由副高及以上职称的专业人员审核后出具检查报告,单侧肾脏结构内有一处结石即可诊断为肾结石^[15-16]。

1.3 统计分析 统计学分析运用 SPSS 26.0 和 R 4.3.3 处理,检验水准 $\alpha=0.05$ 。计量资料为正态分布的用(均数 \pm 标准差)表示,组间比较采用方差分析;不符合正态分布的计量资料用 $[M(P_{25}, P_{75})]$ 进行描述,组间比较使用 Mann-Whitney U 秩和检验。计数资料用例和百分比表示,组间比较使用 χ^2 检验。应用二元 logistic 回归模型分析 TyG 指数与肾结石患病风险的相关性。采用多因素分析调整混杂因素,将 TyG 指数分为四等分组赋值后,将各组的组中值纳入 logistic 回归模型进行线性趋势检验,结果用 OR 、 $95\%CI$ 表示。此外,采用四个节点的限制性立方样条曲线进一步可视化预测 TyG 指数与肾结石风险的关系。亚组分析按照性别、年龄、BMI、高血压、高尿酸、高脂血症和糖尿病进行分层,采用多因素回归分析,并加入交互项,检验亚组间关联的异质性,结果用 OR 、 $95\%CI$ 和 P 表示并绘制森林图。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 肾结石患病的一般资料及生化指标比较 本研究共纳入 2 490 受试者,其中 854 人被检出患有肾结石,占受试者总数的 34.3%。肾结石组中,男性 820 人,占 96%,女性 34 人,占 4%。比较两组数据发现,肾结石组年龄、BMI、TyG 指数、UA、TC、LDL-C、HDL-C、TG、FBG、SBP、DBP 水平均高于非肾结石组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。两组收缩压差异无统计学意义($P=0.91$)。见表 1。

2.2 不同 TyG 指数水平肾结石患病率比较 将研究

人群按照 TyG 指数的四分位数进行分组, 各组 TyG 指数分别为: Q1 组为 7.27 ~ 8.48, Q2 组为 8.48 ~ 8.95, Q3 组为 8.95 ~ 9.50, Q4 组为 9.50 ~ 12.60。四组 TyG 指数患病率分别为: Q1 组为 18.5%、Q2 组为 24.2%、Q3 组为 27.0%、Q4 组为 30.2%。 χ^2 检验显示不同 TyG 分组人群肾结石患病率差异有统计学意义组 ($\chi^2=37.146, P<0.001$), 见表 2。

表 1 肾结石组和非肾结石组的一般资料比较
[$n(\%), (\bar{x} \pm s), M(P_{25}, P_{75})$]

Table 1 Comparison of general characteristics in kidney stone group and non-kidney stone group [$n(\%), (\bar{x} \pm s), M(P_{25}, P_{75})$]

项目	肾结石组 ($n=854$)	非肾结石组 ($n=1\ 636$)	P 值
男性	820 (96)	1 436 (87.8)	<0.001
女性	34 (4)	200 (12.2)	0.853
年龄(岁)	44 (33, 52)	38 (29, 49)	<0.001
BMI (kg/m^2)	26.16 \pm 3.55	25.43 \pm 3.87	<0.001
TyG 指数	9.15 \pm 0.76	8.98 \pm 0.81	<0.001
UA ($\mu\text{mol}/\text{L}$)	420.02 \pm 92.45	401.81 \pm 98.28	<0.001
TC (mmol/L)	5.04 \pm 0.99	4.96 \pm 1.05	0.044
LDL-C (mmol/L)	3.14 \pm 0.89	2.92 \pm 0.82	<0.001
HDL-C (mmol/L)	1.20 (1.02, 1.42)	1.27 (1.08, 1.54)	<0.001
TG (mmol/L)	1.99 (1.29, 3.01)	1.69 (1.10, 2.66)	<0.001
FBG (mmol/L)	5.38 (4.91, 6.11)	5.22 (4.81, 5.74)	<0.001
SBP (mm Hg)	134.16 \pm 21.22	132.61 \pm 22.13	0.091
DBP (mm Hg)	84.00 (74.00, 95.00)	81.00 (72.00, 93.00)	0.003

注: BMI 为体重指数; TyG 为甘油三酯 - 葡萄糖; UA 为尿酸; TC 为总胆固醇; LDL-C 为低密度脂蛋白胆固醇; HDL-C 为高密度脂蛋白胆固醇; TG 为三酰甘油; FBG 为空腹血糖; SBP 为收缩压; DBP 为舒张压。

2.3 TyG 指数与肾结石的回归分析 将 TyG 指数作为自变量, 肾结石作为因变量, 其他指标作为控制变量, 采用 logistic 回归模型, 对 TyG 指数与肾结石患病的关系进行分析。将 TyG 指数 Q1 组作为参照, 经三次模型校正后, Q2、Q3 和 Q4 组肾结石患病风险分别是 Q1 组的 1.071 倍 (95% CI: 0.822 ~ 1.394, $P < 0.612$)、1.174 倍 (95% CI: 0.886 ~ 1.556, $P < 0.263$) 和

1.851 倍 (95% CI: 1.342 ~ 2.553, $P < 0.001$), 模型 1 和模型 3 显示肾结石患病风险随 TyG 指数四分位数增加而增加 (趋势性检验 $P < 0.001$)。见表 3。图 2 中限制性立方样条图 (restricted cubic spline, RCS) 进一步验证 TyG 指数与肾结石患病风险之间的关系是线性的 (P for non-linearity = 0.215)。

表 2 不同 TyG 指数水平肾结石组和非肾结石组患病率比较
[$n(\%)$]

Table 2 The prevalence rates of kidney stones and non-kidney stones with different TyG index levels [$n(\%)$]

亚组	非肾结石组 ($n=1\ 636$)	肾结石组 ($n=854$)	χ^2 值	P 值
TyG 指数			37.146	<0.001
Q1	458 (28.0)	158 (18.5)		
Q2	419 (25.6)	207 (24.2)		
Q3	396 (24.2)	231 (27.0)		
Q4	363 (22.2)	258 (30.2)		

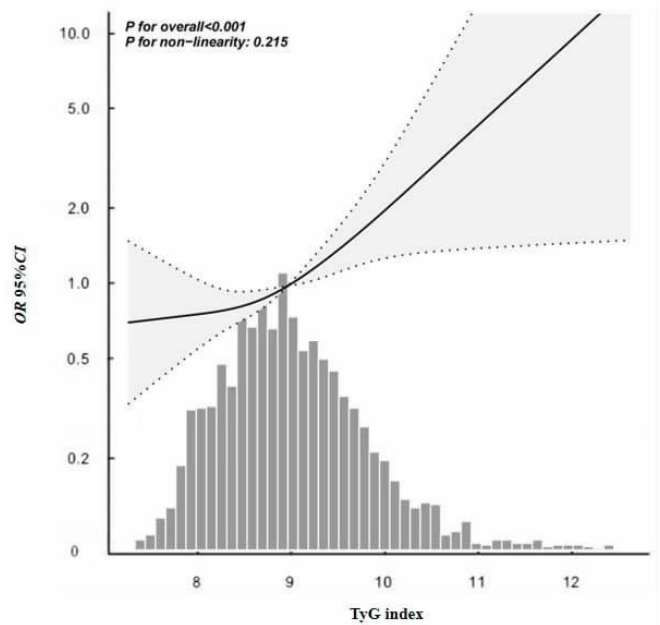


图 2 TyG 指数与肾结石患病风险的 RCS 曲线

Figure 2 The restricted cubic spline of the TyG index and the prevalence rates of kidney stones

表 3 TyG 指数与肾结石患病的相关性

Table 3 Association between TyG index and the prevalence rates of kidney stones

TyG 指数四分位区间	模型 1		模型 2		模型 3	
	OR 值(95%CI)	P 值	OR 值(95%CI)	P 值	OR 值(95%CI)	P 值
Q1 (7.27, 8.48)	1		1		1	
Q2 (8.48, 8.95)	1.432 (1.120 ~ 1.831)	0.004	1.213 (0.942 ~ 1.562)	0.134	1.071 (0.822 ~ 1.394)	0.612
Q3 (8.95, 9.50)	1.691 (1.326 ~ 2.156)	<0.001	1.342 (1.042 ~ 1.729)	0.023	1.174 (0.886 ~ 1.556)	0.263
Q4 (9.50, 12.60)	2.060 (1.619 ~ 2.622)	<0.001	1.560 (1.206 ~ 2.018)	0.001	1.851 (1.342 ~ 2.553)	<0.001
趋势检验 P 值	0.014		0.125		<0.001	

注: 将 TyG 指数按四分位数分成 Q1、Q2、Q3、Q4 四组; 模型 1 未调整协变量, 单因素分析; 模型 2 校正年龄、性别; 模型 3 在模型 2 的基础上校正 UA、TC、SBP、DBP、HDL-C、LDL-C。

2.4 TyG 指数和肾结石相关性的亚组分析 进一步

根据受试者的性别、年龄、超重肥胖、高血压、高尿酸、

高脂血症和糖尿病分层进行细致的亚组分析。如图 3 所示,不同表型人群中,TyG 相关的肾结石患病风险在 BMI、高脂血症和高血压组间存在明显差异(交互 $P < 0.05$),不特定人群的患病风险较高。BMI 分层分析显示,BMI $\geq 24 \text{ kg/m}^2$ ($OR=1.494, 95\% CI: 1.245 \sim 1.794, P < 0.001$)的超重肥胖人群患 TyG 指数相关肾结石的风险明显高于 BMI $< 24 \text{ kg/m}^2$ ($OR=1.293, 95\% CI: 0.624 \sim 2.678, P=0.489$)的非超重肥胖人群。高脂血症($OR=2.047, 95\% CI: 1.606 \sim 2.61, P < 0.001$)的人群患 TyG 指数相关肾结石的风险明显高于非高脂血症($OR=1.613, 95\% CI: 0.412 \sim 6.315, P=0.492$)的人群。亚组分析结果揭示,超重肥胖和高脂血症人群肾结石患病风险更高,差异具有统计学意义($P < 0.05$),而在高血压亚组中没有发现异质性。

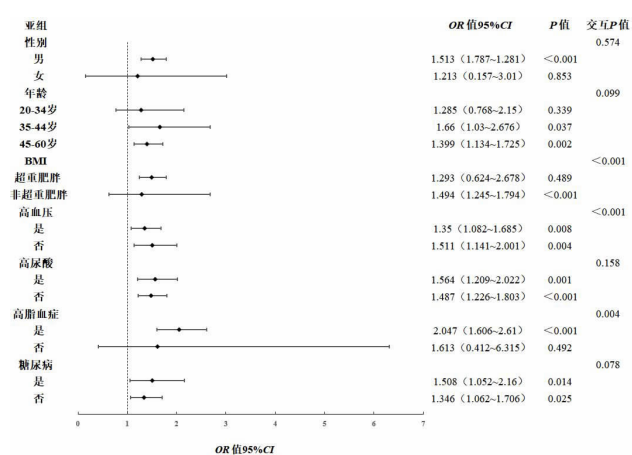


图 3 亚组分析 TyG 指数和肾结石的相关性

Figure 3 Subgroup analysis the correlation between TyG Index and Kidney Stones

3 讨论

肾结石作为一种普遍的健康问题,其患病率在全球范围内不断上升,对公共卫生构成了重大挑战。尽管临床上可以通过药物、手术、体外冲击波碎石等方式治疗肾结石,但结石去除后复发率仍高达 10%^[2-3]。因此,肾结石预防应在一般人群中广泛开展,以减少肾结石患病带来的生理和经济负担。

以往的流行病学研究显示,肥胖、高血压、糖尿病、高脂血症等与肾结石患病风险呈显著相关性。Lee 等^[17]学者发现,肥胖会促进肾结石的形成。肾结石在高血压患者中更为常见,可能与较高的尿酸排泄量有关,且高血压患者的尿酸排泄量随着血压的升高而增加^[18]。2 型糖尿病的严重程度与肾结石存在正向相关,这可能是由于 IR 会影响尿 pH 值和氨、钙在肾脏的代谢^[4]。Huang 等人^[19]的研究发现高甘油三酯血症、低高密度脂蛋白胆固醇血症,以及较高的总胆固醇与高

密度脂蛋白比值会增加肾结石的患病风险。

本研究还分析了 TyG 指数与肾结石患病在各亚组中的差异性。在 BMI 分层中,BMI $\geq 24 \text{ kg/m}^2$ 的超重肥胖人群患 TyG 指数相关肾结石的风险明显高于非超重肥胖的人群。Meta 分析显示,BMI 每增加 5 个单位与肾结石患病风险增加 21% 相关^[20]。在高血脂亚组中,高血脂人群较非高血脂人群有更高的患病风险,与 Huang、Shojaei-Zarghani 等^[5, 19]学者的研究一致。然而,本研究人群中,对血压正常人群而言,TyG 指数对肾结石的影响较高血压人群更高,与既往研究不一致^[7-8],查看数据构成发现肾结石组和非肾结石组高血压患病率差距不大,这可能与研究人群性别比例及职业特征有关。亚组分析结果表明,超重肥胖和高脂血症的个体,TyG 指数与肾结石风险的正相关关系更为显著。对于这些高危群体,早期识别和干预 IR 可能对预防肾结石具有重要意义。

IR 是许多代谢性疾病共同的病理基础,且 IR 的严重程度与肾脏不良结局呈正相关^[21]。尽管机制仍不清楚,但仍有研究试图解释两者之间存在的关联。有研究认为,IR 导致近端肾小管的氨排泄减少,而氨排泄量低与尿酸性增加和尿酸结石发病较高有关^[22-23]; IR 还可能降低尿枸橼酸盐排泄,导致低枸橼尿症和高钙尿症,是钙结石病的危险因素^[23]。Cupisti 等^[23]学者的研究显示,高胰岛素抵抗患者的尿枸橼酸盐排泄减少,且低枸橼酸患者的 IR 比正常枸橼酸钙结石形成者更严重,其机制可能与枸橼酸盐代谢,肾小管钠离子、钾离子和氢离子转运的变化有关。TyG 指数作为 IR 的一个可靠指标,其与肾结石风险的正相关关系可能反映了 IR 对肾脏代谢功能的影响,包括影响尿中钙、草酸、尿酸的排泄,从而增加肾结石的患病风险。

本研究存在一些局限性。首先,样本量较小,男性居多,且人群职业特征单一,可能会影响结果的外推性。其次,本研究未包含吸烟、饮酒、生活习惯、个人用药史、肾结石类型等变量,回归模型预测的精确性可能受到影响。最后,由于本研究采用横断面研究设计,无法获得 TyG 与肾结石之间的因果关系,仍需要进一步的大规模前瞻性研究来阐明这种关系的确切因果关系。综上所述,本研究揭示了 TyG 指数与肾结石的相关关系,较高的 TyG 指数与肾结石的患病风险增加有关,可为肾结石的早期干预提供有效信息,进而为肾结石的预防和治疗提供临床依据与参考。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

- [1] Walter K. Kidney stones[J]. JAMA: the Journal of the American Medical Association, 2022, 328(9): 898.

- [2] Aiumtrakul N, Thongprayoon C, Suppadungsuk S, et al. Global trends in kidney stone awareness: a time series analysis from 2004–2023[J]. *Clin Pract*, 2024, 14(3): 915–927.
- [3] Ye ZY, Wu CJ, Xiong Y, et al. Obesity, metabolic dysfunction, and risk of kidney stone disease: a National cross-sectional study [J]. *Aging Male*, 2023, 26(1): 2195932.
- [4] Almuhanha NR, Alhussain AM, Aldamanhori RB, et al. Association of chronic hyperglycemia with the risk of urolithiasis [J]. *Cureus*, 2023, 15(10): e47385.
- [5] Shojaei-Zarghani S, Safarpour AR, Askari H, et al. Metabolic syndrome and nephrolithiasis; a cross sectional population-based study on the baseline data of the Persian kavar cohort study [J]. *Urology*, 2023, 173: 61–67.
- [6] Tahapary DL, Pratisthita LB, Fitri NA, et al. Challenges in the diagnosis of insulin resistance: Focusing on the role of HOMA-IR and Triglyceride/glucose index [J]. *Diabetes & Metabolic Syndrome*, 2022, 16(8): 102581.
- [7] Jiang H, Li LL, Liu J, et al. Triglyceride-Glucose index as a novel biomarker in the occurrence of kidney stones: a Cross-Sectional Population-Based study [J]. *International Journal of General Medicine*, 2021, 14: 6233–6244.
- [8] Qin Z, Zhao JJ, Geng JW, et al. Higher Triglyceride-Glucose index is associated with increased likelihood of kidney stones [J]. *Frontiers in Endocrinology*, 2021, 12: 774567.
- [9] 郑生旗, 花天池, 殷桂草, 等. 甘油三酯葡萄糖指数与男性肾结石风险的关联 [J]. *北京大学学报: 医学版*, 2024, 56(4): 610–616.
Zheng SQ, Hua TC, Yin GC, et al. Association between the triglyceride-glucose index and the incidence of nephrolithiasis in male individuals [J]. *Journal of Peking University. Health Sciences*, 2024, 56(4): 610–616.(In Chinese)
- [10] Ni W, Liu W, Zhao Z, et al. Body mass index and mortality in Chinese older adults –New evidence from a large prospective cohort in China [J]. *Journal of Nutrition Health & Aging*, 2022, 26(6): 628–636.
- [11] Unger T, Borghi C, Charchar F, et al. 2020 international society of hypertension global hypertension practice guidelines [J]. *Journal of Hypertension*, 2020, 38(6): 982–1004.
- [12] 《中国老年型糖尿病防治临床指南》编写组. 中国老年 2 型糖尿病防治临床指南(2022 年版)[J]. *中国糖尿病杂志*, 2022, 30(1): 2–51.
Compilation Group of Clinical Guidelines for prevention and treatment of senile diabetes in China. Chinese clinical guidelines for the prevention and treatment of type 2 diabetes mellitus in the elderly(2022)[J]. *Chinese Journal of Diabetes*, 2022, 30(1): 2–51.(In Chinese)
- [13] 中国成人血脂异常防治指南修订联合委员会. 中国成人血脂异常防治指南 (2016 年修订版)[J]. *中华健康管理学杂志*, 2017, 11(1): 7–28.
Chinese Joint Committee for the Revision of guidelines for the prevention and treatment of dyslipidemia in adults. 2016 Chinese guideline for the management of dyslipidemia in adults [J]. *Chinese Journal of Health Management*, 2017, 11(1): 7–28.(In Chinese)
- [14] 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.
Division of Endocrinology, Chinese Medical Association. Guideline for the diagnosis and management of hyperuricemia and gout in China (2019)[J]. *Chinese Journal of Endocrinology and Metabolism*, 2020, 36(1): 1–13.(In Chinese)
- [15] Thongprayoon C, Krambeck AE, Rule AD. Determining the true burden of kidney stone disease[J]. *Nature Reviews Nephrology*, 2020, 16(12): 736–746.
- [16] Frassetto L, Kohlstadt I. Treatment and prevention of kidney stones: an update[J]. *American Family Physician*, 2011, 84(11): 1234–1242.
- [17] Lee MR, Ke HL, Huang JC, et al. Obesity-related indices and its association with kidney stone disease: a cross-sectional and longitudinal cohort study[J]. *Urolithiasis*, 2022, 50(1): 55–63.
- [18] Losito A, Nunzi EG, Covarelli C, et al. Increased acid excretion in kidney stone formers with essential hypertension [J]. *Nephrology, Dialysis, Transplantation: Official Publication of the European Dialysis and Transplant Association – European Renal Association*, 2009, 24(1): 137–141.
- [19] Hung JA, Li CH, Geng JH, et al. Dyslipidemia increases the risk of incident kidney stone disease in a large Taiwanese population Follow-Up study[J]. *Nutrients*, 2022, 14(7): 245–248.
- [20] Lovegrove CE, Be?evi? J, Wiberg A, et al. Central adiposity increases risk of kidney stone disease through effects on serum Calcium concentrations [J]. *Journal of the American Society of Nephrology*, 2023, 34(12): 1991–2011.
- [21] Yang S, Kwak S, Song YH, et al. Association of longitudinal trajectories of insulin resistance with adverse renal outcomes [J]. *Diabetes Care*, 2022, 45(5): 1268–1275.
- [22] Cameron MA, Maalouf NM, Adams-Huet B, et al. Urine composition in type 2 diabetes: predisposition to uric acid nephrolithiasis [J]. *Journal of the American Society of Nephrology*, 2006, 17(5): 1422–1428.
- [23] Cupisti A, Meola M, D'Alessandro C, et al. Insulin resistance and low urinary citrate excretion in Calcium stone formers [J]. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 2007, 61(1): 86–90.

收稿日期: 2024–06–11