

论著·临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2023.15.013

网络首发 [https://kns.cnki.net/kcms2/detail/50.1097.R.20230517.1713.006.html\(2023-05-18\)](https://kns.cnki.net/kcms2/detail/50.1097.R.20230517.1713.006.html(2023-05-18))

## 胰岛素抵抗代谢评分与高血压的相关性研究

李婧, 李小凤, 余湘尤, 刘玲娇<sup>△</sup>

(陕西省人民医院内分泌科, 西安 710068)

**[摘要]** 目的 探讨胰岛素抵抗代谢评分(METS-IR)与高血压之间的相关性。方法 筛选 2019 年 1—6 月该院体检的 40 岁及以上受试者共 2 811 例作为研究对象, 其中 1 736 例患有高血压(高血压组), 1 075 例无高血压(对照组)。所有患者进行病史采集、体格检查及实验室检查。采用 logistic 回归分析不同 METS-IR 水平与高血压之间的关系。结果 高血压组的年龄、腰围、体重指数(BMI)、甘油三酯(TG)、总胆固醇(TC)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、糖化血红蛋白、空腹血糖、氨基转移酶水平、METS-IR 均高于对照组, HDL-C 水平低于对照组, 差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。男性高血压的患病率更高。采用多因素 logistic 回归分析, 在校正相关混杂因素后, METS-IR 最高和最低四分位比较, 高血压组患病风险增加 97% (比值比=1.97, 95% 置信区间: 1.08~3.58,  $P = 0.027$ )。分层分析显示, 在不同特点的患者中, METS-IR 与高血压均呈正相关。结论 METS-IR 与高血压明显相关, METS-IR 未来可考虑作为高血压一级预防和管理监测指标。

**[关键词]** 高血压; 胰岛素抵抗; 胰岛素抵抗代谢评分; 中老年人; 正相关

**[中图分类号]** R554.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2023)15-2310-05

## Correlation between insulin resistance and metabolic score with hypertension

LI Jing, LI Xiaofeng, YU Xiangyou, LIU Lingjiao<sup>△</sup>

(Department of Endocrinology, People's Hospital of Shaanxi Province, Xi'an, Shaanxi 710068, China)

**[Abstract]** **Objective** To investigate the relationship between the metabolic score for insulin resistance (METS-IR) and hypertension. **Methods** A total of 2 811 subjects aged 40 and over who underwent physical examinations at the hospital from January to June 2019 were selected as research participants. Among them, 1 736 had hypertension (hypertension group) and 1 075 did not have hypertension (control group). All patients underwent medical history collection, physical examination, and laboratory tests. Logistic regression was used to analyze the relationship between different levels of METS-IR and hypertension. **Results** The age, waist circumference, BMI, TG, TC, LDL-C, glycosylated hemoglobin, fasting blood glucose, transaminase level, and METS-IR in the hypertension group were all higher than those in the control group. Additionally, HDL-C was lower in the hypertension group compared to the control group. These differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). Men had a higher prevalence of hypertension. Multivariate logistic regression analysis was used to compare the highest and lowest quartiles of METS-IR, after adjusting for relevant confounding factors. The risk of hypertension increased by 97% (odds ratio=1.97, 95% CI: 1.08-3.58,  $P = 0.027$ ). Stratified analysis showed that METS-IR was positively associated with hypertension in patients with varying characteristics. **Conclusion** METS-IR is significantly related to hypertension, and it can be considered as a monitoring indicator for the primary prevention and management of hypertension in the future.

**[Key words]** hypertension; insulin resistance; insulin resistance metabolic score; middle-aged and elderly people; positive correlation

高血压和 2 型糖尿病经常发生在同一个体, 已成为全球疾病负担的主要危险因素。胰岛素抵抗 (insulin resistance, IR) 被认为是 2 型糖尿病和高血压共同的病理生理基础<sup>[1]</sup>。研究结果显示, 高血压患者中存

在高胰岛素血症<sup>[2]</sup>。大量证据表明, IR 在高血压的发展中起着至关重要的作用<sup>[3]</sup>。因此, 早期准确地识别 IR 对于实施高血压的预防策略和及时处理具有重要的临床意义。胰岛素抵抗是指组织中胰岛素反应减

弱,是糖脂代谢的一个重要机制<sup>[4]</sup>。IR 对高血压病理生理学的影响也被广泛研究<sup>[5]</sup>。目前,评价 IR 的“金标准”是高胰岛素正常血糖钳夹试验<sup>[6]</sup>。然而,这种评估 IR 的方法耗时、昂贵、复杂,而且需要大量的劳动力,不适合于临床常规使用。非胰岛素型 IR 评分的发展为检测 IR 提供了一种更简单、更方便的方法,尤其是在初级卫生保健院中。胰岛素抵抗代谢评分(metabolic score for insulin resistance, METS-IR)是最近被提出的 1 项指标,与高胰岛素正常血糖钳夹试验的相关性强于其他非胰岛素型 IR 评分<sup>[7]</sup>。本研究旨在分析 METS-IR 与血压的相关性,为临床提供参考,现报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2019 年 1—6 月在本院参加体检的 40 岁及以上体检者共 2 942 例。排除未监测血压,高血压病史不详,身高、体重、甘油三酯(triglyceride, TG)、空腹血糖(fasting plasma glucose, FBG)、高密度脂蛋白胆固醇数值缺失的 131 例,最终共 2 811 例纳入研究。所有受试者对本研究知情并签署知情同意书。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 病史采集

体检登记时收集人口学资料,询问高血压疾病史及用药史。

#### 1.2.2 体格检查

受试者接受常规体检。(1)身高、体重:采用电子身高体重仪测量身高、体重。测量身高时,受检者脱去衣帽,双脚平放于地面,脚后跟并紧,直立,双肩放平,双目正视前方,头部保持水平,背部直立靠量杆,面向外侧。调查人员手扶滑测板向下滑动,直到底面与颅顶点相接触,读取屏幕所示数值。以 cm 为单位,测量精确到 0.1 cm。(2)腰围(waist circumference, WC):使用柔软卷尺测量腰围。测量腰围时,受检者直立,腹部放松,双臂下垂,双脚合并,测量时应平缓呼吸,不要收腹屏气。腰围的测量应紧贴受试者皮肤,测量精确到 0.5 cm。(3)血压:在受试者静坐 5 min 后,取其非优势臂测量 3 次,每次间隔至少 1 min,取 3 次均值纳入分析。体重指数(body mass index, BMI)=体重/身高<sup>2</sup>。

#### 1.2.3 生化检测

留取空腹血样,进行相关生化检测,自动生化检测仪酶法测定肝功能、血总胆固醇(total cholesterol, TC)、低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol, LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein cholesterol, HDL-C)、TG。采用葡萄糖激酶方法检测 FBG。METS-IR =  $\ln[(2 \times \text{FBG} + \text{TG}) \times \text{BMI}] / \ln(\text{HDL-C})$ <sup>[7]</sup>。

### 1.2.4 高血压诊断

高血压定义为两次测量的平均收缩压(systolic blood pressure, SBP)  $\geq 140$  mmHg;舒张压(diastolic blood pressure, DBP)  $\geq 90$  mmHg;目前使用降压药;参与者报告有高血压史<sup>[8]</sup>。

### 1.3 统计学处理

采用 SPSS 27.0 和 R 1.6 统计学软件进行数据分析。正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,组间比较采用 *t* 检验;非正态分布的计量资料以  $M(Q1, Q3)$  表示,组间比较采用 Mann-Whitney 秩和检验。计数资料以频数或百分比表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验。采用单因素和多因素 logistic 回归分析研究 METS-IR 与高血压的相关性。采用 3 种模型:模型 1,未调整混杂因素;模型 2,根据年龄、性别、BMI 进行调整;模型 3,根据年龄、性别、BMI、WC、丙氨酸氨基转移酶(ALT)、天门冬氨酸氨基转移酶(AST)、 $\gamma$ -谷氨酰转氨酶(GGT)、TG、TC、LDL-C、HDL-C、糖化血红蛋白(HbA1C)水平进行调整。为确定修饰和交互作用,本研究在年龄( $<65$  岁或  $\geq 65$  岁)、性别(女性或男性)、BMI( $<24$  kg/m<sup>2</sup> 或  $\geq 24$  kg/m<sup>2</sup>)亚组中进行分层分析以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 受试者一般资料比较

2 811 例受试者中,高血压患者 1 736 例(高血压组),患病率为 61.76%。高血压组受试者的年龄、腰围、BMI、TG、TC、LDL-C、HbA1C、FBG、氨基转移酶水平和 METS-IR 均高于对照组, HDL-C 水平低于对照组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。男性高血压的患病率更高,见表 1。

### 2.2 高血压患病风险的单因素

以是否患高血压为因变量(赋值:否=0,是=1),以年龄、性别、BMI、WC、ALT、AST、 $\gamma$ -GGT、TG、TC、LDL-C、HDL-C、HbA1C、FBG、METS-IR 为自变量进行单因素分析,结果显示,年龄增高、高 BMI、高 WC、高氨基转移酶水平、高 TG、高 TC、高 LDL-C、高 HbA1C、高 FBG、高 METS-IR 是高血压的危险因素。高 HDL-C 是高血压的保护因素,与男性比较,女性是高血压患病的保护因素,见表 2。

### 2.3 不同 MRTS-IR 水平对高血压患病风险的多因素分析

以是否患高血压为因变量(赋值:否=0,是=1),以 METS-IR 为自变量,以年龄、性别、BMI、WC、ALT、AST、 $\gamma$ -GGT、TG、TC、LDL-C、HDL-C、HbA1C 为协变量,进行多因素分析。结果显示,调整了混杂因素后,以 METS-IR 置信 Q 区间 Q1 作为参照, Q4 的高血压患病风险增高( $OR = 1.97, 95\% CI: 1.08 \sim 3.58, P = 0.027$ ),见表 3。

表 1 受试者一般资料比较

项目	合计(n=2 811)	对照组(n=1 075)	高血压组(n=1 736)	t <sup>a</sup>	P <sup>a</sup>
年龄( $\bar{x}\pm s$ ,岁)	57.9±10.0	54.7±9.3	59.9±9.9	-13.85	<0.001
性别[n(%)]				-	-
男	1 228(43.7)	443(36.1)	785(63.9)	-	-
女	1 583(56.3)	632(39.9)	951(60.1)	-	-
WC( $\bar{x}\pm s$ ,cm)	81.6±8.9	78.9±8.1	83.2±9.0	-12.77	<0.001
BMI( $\bar{x}\pm s$ ,kg/m <sup>2</sup> )	25.4±3.2	24.4±2.8	26.0±3.3	-13.15	<0.001
SBP( $\bar{x}\pm s$ ,mmHg)	143.6±19.8	126.2±8.8	154.3±16.8	-28.13	<0.001
DBP( $\bar{x}\pm s$ ,mmHg)	84.0±10.7	77.3±7.0	88.1±10.4	-10.82	<0.001
TG[M(Q1,Q3),mmol/L]	1.3(1.0,1.8)	1.2(0.8,1.6)	1.4(1.0,2.0)	9.08	<0.001
TC( $\bar{x}\pm s$ ,mmol/L)	5.4±1.1	5.2±1.0	5.5±1.1	-6.47	<0.001
HDL-C( $\bar{x}\pm s$ ,mmol/L)	1.37±0.34	1.39±0.34	1.36±0.34	2.15	0.031
LDL-C( $\bar{x}\pm s$ ,mmol/L)	3.1±0.9	3.0±0.8	3.2±0.9	-5.71	<0.001
HbA1c( $\bar{x}\pm s$ ,%)	5.8±0.9	5.7±0.8	5.9±1.0	-5.68	<0.001
FBG( $\bar{x}\pm s$ ,mmol/L)	5.6±1.6	5.3±1.3	5.8±1.8	-7.83	<0.001
ALT[M(Q1,Q3),U/L]	19.9(15.2,27.4)	18.3(14.2,25.3)	20.8(15.9,28.7)	6.69	<0.001
AST[M(Q1,Q3),U/L]	23.0(19.9,27.4)	22.4(19.1,26.1)	23.5(20.1,28.3)	5.92	<0.001
γ-GGT[M(Q1,Q3),U/L]	22.0(15.0,37.0)	19.0(13.0,30.0)	24.5(16.0,41.0)	10.42	<0.001
METS-IR( $\bar{x}\pm s$ )	37.7±6.9	35.6±6.1	39.0±7.1	-12.98	<0.001

<sup>a</sup>:对照组与高血压组比较;-:无此项。

表 2 高血压患病风险的单因素 logistic 回归分析

变量	OR	95%CI	P
年龄(岁)	1.06	1.05~1.07	<0.001
性别	0.85	0.73~0.99	0.037
WC(cm)	1.06	1.05~1.07	<0.001
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	1.18	1.15~1.21	<0.001
SBP(mmHg)	1.25	1.23~1.27	<0.001
DBP(mmHg)	1.15	1.13~1.16	<0.001
TG(mmol/L)	1.36	1.25~1.49	<0.001
TC(mmol/L)	1.29	1.20~1.40	<0.001
HDL(mmol/L)	0.78	0.63~0.98	0.032
LDL(mmol/L)	1.30	1.19~1.42	<0.001
HbA1c(%)	1.35	1.21~1.51	<0.001
FBG(mmol/L)	1.30	1.21~1.40	<0.001
ALT(U/L)	1.01	1.01~1.02	<0.001
AST(U/L)	1.02	1.01~1.03	<0.001
GGT(U/L)	1.01	1.01~1.01	<0.001
METS-IR <sup>a</sup>	1.08	1.07~1.09	<0.001

OR:比值比;95%CI:95%置信区间;<sup>a</sup>:METS-IR 作为连续变量进行统计分析。

2.4 METS-IR 与高血压相关性的分层分析

根据年龄、性别、BMI 对人群进行分层,进一步验证 METS-IR 与高血压的相关性。结果显示,不同性别、年龄层及 BMI 人群中,METS-IR 均与高血压呈正相关,各个分组均不存在交互作用,见图 1。

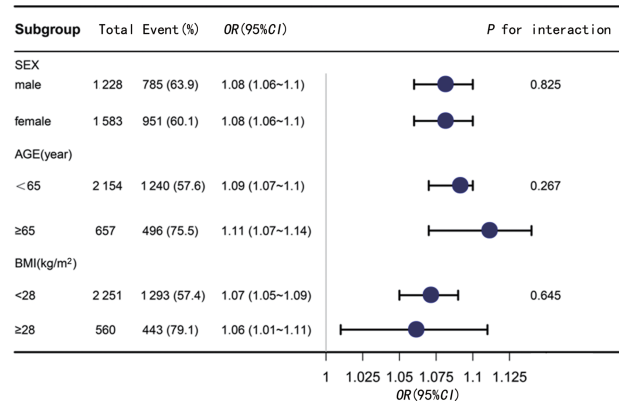


图 1 METS-IR 与高血压患病风险的亚组分析

表 3 METS-IR 与高血压患病风险的多因素 logistic 回归分析

置信 Q 区	模型 1		模型 2		模型 3	
	OR(95%CI)	P	OR(95%CI)	P	OR(95%CI)	P
Q1	1 <sup>a</sup>		1 <sup>a</sup>		1 <sup>a</sup>	
Q2	1.40(1.13~1.72)	<0.001	1.11(0.86~1.44)	0.409	1.09(0.81~1.48)	0.562
Q3	2.21(1.78~2.74)	<0.001	1.47(1.09~2.00)	0.012	1.42(0.93~2.15)	0.095
Q4	3.92(3.11~4.94)	<0.001	2.20(1.47~3.29)	<0.001	1.97(1.08~3.58)	0.027

<sup>a</sup>:参考值。

3 讨 论

本研究纳入 2 811 例中老年体检人群,其中高血

压患者 1 736 例,高血压患病率为 61.76%。多因素 logistic 回归分析控制了相关协变量后,METS-IR 仍

与高血压呈正相关。根据年龄、性别和 BMI 进行的亚组分析结果一致, METS-IR 在性别中存在交互作用, 女性 METS-IR 与高血压的相关性更强。

到目前为止, 与 METS-IR 相关性的研究较少。FAN 等<sup>[9]</sup>在正常血糖的受试者中, 比较了 3 种非胰岛素型 IR 评分与高血压前期的相关性, 发现只有 METS-IR 与高血压前期相关, 而三酰甘油葡萄糖指数(triglycerides-glucose index, TyG)、TG/HDL-C 与高血压前期不相关。BELLO-CHAVOLLA 等<sup>[10]</sup>报道 METS-IR 与动脉僵硬度密切相关, 结合 Framingham 高血压风险预测模型可预测高血压的发展, 此外, METS-IR 优于其他先前证实的非胰岛素型 IR 指标, 如 TG/HDL-C 和胰岛素抵抗指数。作为一种新的 IR 指标, METS-IR 有望成为高血压的预测指标, 并对已有的高血压风险预测模型进行补充。本研究发现, 在校正了年龄、性别、BMI、WC 等协变量后, METS-IR 与高血压相关。这与上述研究结果相似。

研究表明, 在正常体重(BMI 为  $18.5 \sim < 24.0 \text{ kg/m}^2$ ) 的中国成年人中, METS-IR 与高血压密切相关, 而在 BMI 升高( $\geq 24.0 \text{ kg/m}^2$ ) 的中国成年人中则与高血压无关。METS-IR 的公式包括 BMI, BMI 是公认的高血压预测指标, 其通过各种过程影响血压。肥胖伴随着高血压患病率的上升, 相反, 积极减肥可以明显缓解高血压<sup>[11]</sup>。研究发现, 在不同的 BMI 类型( $< 28.0 \text{ kg/m}^2$  和  $\geq 28.0 \text{ kg/m}^2$ ) 中, METS-IR 与高血压均相关, 这可能与纳入人群的年龄差异有关。HAN 等<sup>[12]</sup>的研究结果显示, 在血糖水平正常的日本人群中, 不同 BMI 类型( $< 25.0 \text{ kg/m}^2$  和  $\geq 25.0 \text{ kg/m}^2$ ) 的 METS-IR 均与高血压相关, 但仍需要更多的研究明确在不同 BMI 患者人群 METS-IR 与高血压的相关性<sup>[13-14]</sup>。在本研究中, 不同性别、年龄层、METS-IR 均与高血压的高患病风险相关。

某些病理生理学数据支持 METS-IR、动脉硬化和高血压之间的相关性。高胰岛素血症、高血糖、血脂异常、高血压和促炎状态都与 IR 有关, 内皮细胞水平(内皮细胞和血管平滑肌细胞)胰岛素信号传导中断也会导致胰岛素抵抗, 这些因素导致了动脉僵硬和动脉压升高<sup>[15]</sup>。交感神经系统激活, 外周血管阻力和心输出量增加, 导致全身血压升高, 这是 IR 和动脉高血压相关联的理论<sup>[16]</sup>。胰岛素抵抗可以激活肾素-血管紧张素-醛固酮系统, 进而导致肾小管  $\text{Na}^+$  重吸收和血压改变<sup>[17]</sup>。内皮功能障碍和一氧化氮合酶活性降低也是由胰岛素信号传导受损引起, 其会导致全身血管收缩<sup>[18]</sup>。

本研究仍存在某些局限性, 例如本研究为横断面研究, 无法确定因果关系。尽管已经调整了潜在的混杂因素, 但由于原始数据的局限性, 仍有关键因素无法分析, 如遗传因素、饮食和生活方式等。综上所述,

中老年患者 METS-IR 水平与高血压相关, METS-IR 未来可作为高血压一级预防和管理的监测指标。

## 参考文献

- [1] GBD 2017 Risk Factor Collaborators. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017 [J]. *Lancet*, 2018, 392(10159):1923-1994.
- [2] WELBORN T, BRECKENRIDGE A, RUBINSTEIN A, et al. Serum-insulin in essential hypertension and in peripheral vascular disease [J]. *Lancet*, 1966, 1(7451):1336-1337.
- [3] TSIMIHODIMOS V, GONZALEZ-VILLALPANDO C, MEIGS J, et al. Hypertension and diabetes mellitus: coprediction and time trajectories [J]. *Hypertension*, 2018, 71(3):422-428.
- [4] ORMAZABAL V, NAIR S, ELFEKY O, et al. Association between insulin resistance and the development of cardiovascular disease [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2018, 17(1):122.
- [5] MANCUSI C, IZZO R, DI GIOIA G, et al. Insulin resistance the hinge between hypertension and type 2 diabetes [J]. *High Blood Press Cardiovasc Prev*, 2020, 27(6):515-526.
- [6] MUNIYAPPA R, LEE S, CHEN H, et al. Current approaches for assessing insulin sensitivity and resistance in vivo: advantages, limitations, and appropriate usage [J]. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 2008, 294(1):15-26.
- [7] BELLO-CHAVOLLA O, ALMEDA-VALDES P, GOMEZ-VELASCO D, et al. METS-IR, a novel score to evaluate insulin sensitivity, is predictive of visceral adiposity and incident type 2 diabetes [J]. *Eur J Endocrinol*, 2018, 178(5):533-544.
- [8] LU J, LU Y, WANG X, et al. Prevalence, awareness, treatment, and control of hypertension in China: data from 1.7 million adults in a population-based screening study (China PEACE Million Persons Project) [J]. *Lancet*, 2017, 390(10112):2549-2558.
- [9] FAN J, GAO S, WANG L, et al. Association of three simple insulin resistance indexes with

- prehypertension in normoglycemic subjects[J]. *Metab Syndr Relat Disord*, 2019, 17 (7): 374-379.
- [10] BELLO-CHAVOLLA O, ANTONIO-VILLA N, VARGAS-VAZQUEZ A, et al. Prediction of incident hypertension and arterial stiffness using the non-insulin-based metabolic score for insulin resistance(METS-IR) index[J]. *J Clin Hypertens*, 2019, 21(8):1063-1070.
- [11] NURDIANTAMI Y, WATANABE K, TANAKA E, et al. Association of general and central obesity with hypertension[J]. *Clin Nutr*, 2018, 37(4):1259-1263.
- [12] HAN K, GU J, WANG Z, et al. Association between METS-IR and prehypertension or hypertension among normoglycemia subjects in Japan: a retrospective study[J]. *Front Endocrinol*, 2022, 13:851338.
- [13] PAOLI M, ZAKHARIA A, WERSTUCK G. The role of estrogen in insulin resistance: a review of clinical and preclinical data[J]. *Am J Pathol*, 2021, 191(9):1490-1498.
- [14] AL-DAGHRI N, AL-ATTAS O, JOHNSTON H, et al. Whole serum 3D LC-nESI-FTMS quantitative proteomics reveals sexual dimorphism in the milieu interieur of overweight and obese adults[J]. *J Proteome Res*, 2014, 13(11): 5094-5105.
- [15] MARKUS M, ROSPLESZCZ S, ITTERMANN T, et al. Glucose and insulin levels are associated with arterial stiffness and concentric remodeling of the heart [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2019, 18(1):145.
- [16] YARIBEYGI H, MALEKI M, BUTLER A, et al. Molecular mechanisms linking stress and insulin resistance [J]. *EXCLI J*, 2022, 21: 317-334.
- [17] SOLEIMANI M. Insulin resistance and hypertension: new insights[J]. *Kidney Int*, 2015, 87 (3):497-499.
- [18] PRONIEWSKI B, BAR A, KIERONSKA-RUDEK A, et al. Systemic administration of insulin receptor antagonist results in endothelial and perivascular adipose tissue dysfunction in mice[J]. *Cells*, 2021, 10(6):1448.

(收稿日期:2022-07-20 修回日期:2023-01-04)

(编辑:张芃捷)

(上接第 2309 页)

- X, et al. Relation of age, sex and bone mineral density to serum 25-hydroxyvitamin D levels in Chinese women and men [J]. *Orthop Surg*, 2015, 7(4):343-349.
- [27] GRIFFIN T P, WALL D, BLAKE L, et al. Higher risk of vitamin D insufficiency/deficiency for rural than urban dwellers[J]. *J Steroid Biochem Mol Biol*, 2020, 197:105547.
- [28] HAQ A, SVOBODOVA J, IMRAN S, et al. Vitamin D deficiency: a single centre analysis of patients from 136 countries[J]. *J Steroid Biochem Mol Biol*, 2016, 164:209-213.
- [29] RAI C K, SHRESTHA B, SAPKOTA J, et al. Prevalence of vitamin D deficiency among adult patients in a tertiary care hospital[J]. *J Nepal Med Assoc*, 2019, 57(218):226-228.
- [30] 郎爱强, 孙启增, 何伟, 等. 云南省某医院骨科门诊患者血清维生素 D 水平检测与分析[J]. *中国骨质疏松杂志*, 2022, 28(1):66-69.
- [31] LIBON F, COURTOIS J, GOFF C, et al. Sunscreens block cutaneous vitamin D production with only a minimal effect on circulating 25-hydroxyvitamin D[J]. *Arch Osteoporos*, 2017, 12(1):66-69.
- [32] RAFIQ R, VAN SCHOOR N M, SOHL E, et al. Associations of vitamin D status and vitamin D-related polymorphisms with sex hormones in older men[J]. *J Steroid Biochem Mol Biol*, 2016, 164:11-17.
- [33] CHIN K Y, IMA-NIRWANA S, WAN N W. Vitamin D is significantly associated with total testosterone and sex hormone-binding globulin in Malaysian men [J]. *Aging Male*, 2015, 18 (3):175-179.

(收稿日期:2022-12-21 修回日期:2023-04-11)

(编辑:张芃捷)