

论著·临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2022.10.010
网络首发 https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20220222.1143.005.html(2022-02-22)

血清肌酐和肾小球滤过率与代谢综合征患病率 相关性的横断面研究*

杨 珊¹, 李 红^{1,2△}, 庄惠君¹, 韩 娜¹, 杨雨星¹, 张 巧¹, 彭年春¹, 胡 颖¹, 时立新¹

(1. 贵州医科大学附属医院内分泌代谢病科, 贵阳 550001; 2. 上海交通大学医院, 上海 200025)

[摘要] **目的** 对贵阳市某社区 40 岁以上健康居民进行调查, 将血清肌酐按五分数分为 5 组, 探讨各组代谢综合征(MS)患病率是否存在差异, 评估能否用肾小球滤过率(eGFR)临界值及时发现 MS 高危人群。**方法** 对贵阳市城区某社区 40 岁以上的 10 140 名居民进行随访, 最终 7 912 人纳入研究, 男性 2 137 人, 女性 5 775 人, 按照性别将血清肌酐水平按五分位数分为 5 组, 血清肌酐的临界值男性分别为: 第一组 $<70.5\ \mu\text{mol/L}$, 第二组 $70.5\sim<76.7\ \mu\text{mol/L}$, 第三组 $76.7\sim<83.8\ \mu\text{mol/L}$, 第四组 $83.8\sim<92.1\ \mu\text{mol/L}$; 第五组 $\geq 92.1\ \mu\text{mol/L}$; 女性分别为: 第一组 $\leq 56.6\ \mu\text{mol/L}$, 第二组 $56.6\sim<61.6\ \mu\text{mol/L}$, 第三组 $61.6\sim<65.6\ \mu\text{mol/L}$, 第四组 $65.6\sim<69.8\ \mu\text{mol/L}$, 第五组 $\geq 69.8\ \mu\text{mol/L}$, 卡方检验分析各组 MS 患病率, 受试者工作特征(ROC)曲线求 eGFR 的最佳临界值。**结果** 5 组男性居民 MS 的患病率分别为 26.0%、26.1%、26.3%、24.2%、31.5%, 各组 MS 患病率差异无统计学意义($P>0.05$); 5 组女性居民 MS 的患病率分别为 44.2%、42.3%、41.4%、45.8%、48.0%, 第三组与第五组 MS 患病率差异有统计学意义($P<0.05$)。ROC 曲线分析结果显示, eGFR 预测 MS 患病率的 ROC 曲线下面积(AUC)男性为 0.696, 女性为 0.609, eGFR 预测 MS 的最佳临界值男性为 85.30 mL/min, 女性为 77.86 mL/min。**结论** 血清肌酐水平在正常范围内时, eGFR 与 MS 患病率是相关的, eGFR 有望作为早期发现 MS 的指标之一。

[关键词] 肌酐; 肾小球滤过率; 代谢综合征; 患病率
[中图法分类号] R589.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2022)10-1670-05

A cross-sectional study of serum creatinine and glomerular filtration rate with prevalence rate of metabolic syndrome

YANG Shan¹, LI Hong^{1,2△}, ZHUANG Huijun¹, HAN Na¹, YANG Yuxing¹,
ZHANG Qiao¹, PENG Nianchun¹, HU Ying¹, SHI Lixin¹

(1. Department of Endocrinology and Metabolism, Affiliated Hospital of Guizhou Medical University, Guiyang, Guizhou 550001, China; 2. Shanghai Jiaotong University Hospital, Shanghai 200025, China)

[Abstract] **Objective** To conduct the survey on healthy residents over 40 years old in a community of Guiyang City, to investigate whether existing difference in the prevalence rate of metabolic syndrome (MS) among 5 groups by quintile grouping according to the serum creatinine value, meanwhile to evaluate whether using the critical value of glomerular filtration rate (eGFR) to timely find the high risk population of MS among the subjects with normal serum creatinine value. **Methods** A total of 10 140 residents over 40 years old in an urban community of Guiyang City were followed up, and finally 7 912 residents were included in this study, including 2 137 males and 5 775 females. The serum creatinine concentration was divided into 5 groups according to the gender by quintile; the critical values of serum creatinine value for males were the group 1: $<70.5\ \mu\text{mol/L}$, the group 2: $70.5\sim<76.7\ \mu\text{mol/L}$, the group 3: $76.7\sim<83.8\ \mu\text{mol/L}$, the group 4: $83.8\sim<92.1\ \mu\text{mol/L}$ and the group 5: $\geq 92.1\ \mu\text{mol/L}$; in females: the group 1: $\leq 56.5\ \mu\text{mol/L}$, the group 2: $56.6\sim<61.6\ \mu\text{mol/L}$, the group 3: $61.6\sim<65.6\ \mu\text{mol/L}$, the group 4: $65.6\sim<69.8\ \mu\text{mol/L}$ and the group 5: $\geq 69.8\ \mu\text{mol/L}$.

* 基金项目: 国家重点研发计划重大慢性非传染性疾病防控研究重点专项(2017YFC1310704); 科技部国家重点研发计划精准医学专项(2016YFC0901203)。 作者简介: 杨珊(1993—), 住院医师, 硕士, 主要从事代谢综合征方向研究。 △ 通信作者, E-mail: lee-helen@sjtu.edu.cn。

The Chi-square test was used to analyze the prevalence rate of MS in each group, and receiver operating characteristic (ROC) curve was used to calculate the optimal critical value of eGFR. **Results** The prevalence rates of MS in 5 groups of males were 26.0%, 26.1%, 26.3%, 24.2% and 31.5%, respectively, and there was no statistical significance among groups ($P>0.05$). The prevalence rates of MS in the 5 groups of females were 44.2%, 42.3%, 41.4%, 45.8% and 48.0% respectively, and there was statistically significant difference in the MS prevalence rate between the third group and the fifth group ($P<0.05$). The ROC curve analysis results showed that the area under the ROC curve (AUC) value of eGFR in predicting the prevalence rate of MS was 0.696 for males and 0.609 for females. The optimal cut-off value for eGFR in predicting MS was 85.30 mL/min for males and 77.86 mL/min for females. **Conclusion** When serum creatinine value is within the normal range, eGFR is correlated with the prevalence rate of MS, and eGFR may be expected to serve one of the indicators for the early detection of MS.

[Key words] creatinine; glomerular filtration rate; metabolic syndrome; prevalence rate

代谢综合征(MS)是肥胖、高血压、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、甘油三脂(TG)及糖代谢异常等多种危险因素在个体聚集的一组临床综合征^[1]。QIN等^[2]一项关于血清肌酐与2型糖尿病的队列研究显示,血清肌酐水平和2型糖尿病患病风险呈负相关关系;国外 MONAMI 等^[3]对意大利居民肾小球高滤过与MS的相关性研究表明,eGFR与MS的一些组分相关,如腰围、空腹血糖(FBG)、甘油三脂(TG)等;BEBOER等^[4]针对非洲裔美国人的研究表明,在女性研究对象中,MS严重程度对未来eGFR降低有一定影响。顾乡等^[5]对3种计算eGFR的公式进行比较,发现中老年人群的eGFR按照2009年慢性肾脏流行病学合作(CKD-EPI)提出的CKD-EPI公式更准确。本研究拟评估贵阳市城区40岁以上居民的正常血清肌酐水平及eGFR对MS患病率的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2011年参加“中国2型糖尿病患者肿瘤发生风险的流行病学研究”的贵阳市城区40岁以上居民10140人,排除数据不全者265人、血清肌酐不在正常范围者1071人、患泌尿系疾病者502人、其他危重疾病(癌症、肝硬化、心肌梗死、卒中)者338人、患甲状腺疾病者52人,共7912名居民参与研究,男2137人,女5775人。本研究获得医院伦理委员会的批准,受试者均自愿参加并签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 资料收集

由经过严格培训的本科室医师通过自拟问卷调查法对研究者进行统一调查,内容包括:姓名、性别、年龄、家族史、饮酒情况、吸烟情况、剧烈运动情况,是否患泌尿系疾病、癌症、肝硬化、心肌梗死、卒中、甲状腺疾病、服药史以及糖尿病、高血压治疗情况等;由专业人员测量身高、体重、体重指数(body mass index, BMI)、腰围。采用汞柱血压计测量受试者坐位右上

臂血压,测量3次取均值;受试者于调查前1d 20:00后禁食和暂停使用降血糖药物10h,晨起采集空腹静脉血10mL检测FBG;调查前1d 20:00后禁食,晨起采集空腹静脉血10mL检测血清肌酐、HDL-C、TG。

1.2.2 血清肌酐正常值范围

贵州医科大学附属医院检验科血清肌酐水平正常参考值范围:女性41.0~81.0 $\mu\text{mol/L}$,男性57.0~111.0 $\mu\text{mol/L}$ 。

1.2.3 血清肌酐分组方法

参考BAO等^[6]的研究,将血清肌酐水平按五分位数分为5组,男性分别为:第一组 $<70.5 \mu\text{mol/L}$,第二组 $70.5\sim<76.7 \mu\text{mol/L}$,第三组 $76.7\sim<83.8 \mu\text{mol/L}$,第四组 $83.8\sim<92.1 \mu\text{mol/L}$,第五组 $\geq 92.1 \mu\text{mol/L}$;女性分别为:第一组 $<56.6 \mu\text{mol/L}$,第二组 $56.6\sim<61.6 \mu\text{mol/L}$,第三组 $61.6\sim<65.6 \mu\text{mol/L}$,第四组 $65.6\sim<69.8 \mu\text{mol/L}$,第五组 $\geq 69.8 \mu\text{mol/L}$ 。

1.2.4 MS诊断标准

参考文献[7-8]采用2005年国际糖尿病联盟(IDF)标准^[9]:在符合中心性肥胖标准的基础上(男性腰围 $\geq 90 \text{ cm}$,女性腰围 $\geq 80 \text{ cm}$),合并以下4个指标中的任意2项,(1)TG水平升高 $\geq 1.7 \text{ mmol/L}$ (1.5 g/L),或已接受相应治疗;(2)HDL-C水平降低(男性 $<1.03 \text{ mmol/L}$ 即 0.4 g/L ,女性 $<1.29 \text{ mmol/L}$ 即 0.5 g/L),或已接受相应治疗;(3)收缩压(SBP) $\geq 130 \text{ mm Hg}$ 或舒张压(DBP) $\geq 85 \text{ mm Hg}$,或已接受相应治疗或此前已诊断为高血压;(4)FBG $\geq 5.6 \text{ mmol/L}$ (110 g/L),或已接受相应治疗或此前已诊断为2型糖尿病。

1.2.5 eGFR的计算

按2009年CKD-EPI公式^[5]计算 $\text{eGFR} = ([140 - \text{年龄}(\text{岁})] \times \text{体重}(\text{kg}) / [72 \times \text{血清肌酐}(\text{mg/dL})])$ (女性按上述公式 $\times 0.85$)。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 26.0 进行统计分析,非正态分布的计量资料以 $M(Q1,Q3)$ 表示,比较采用 Kruskal-Wallis H 检验;正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,比较采用单因素分析;计数资料以频数或百分率表示,比较采用 χ^2 检验;受试者工作特征(ROC)曲线分析诊断效能。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 一般情况

女性各组研究对象年龄、BMI、腰围、SBP、DBP、FBG、HDL-C、TG、eGFR、服用降压药人数差异有统计学意义($P<0.05$),见表 1。男性各组研究对象年龄、SBP、FBG、HDL-C、TG、eGFR 差异有统计学意义($P<0.05$);男性各组研究对象腰围、DBP、BMI、服用降压药人数差异无统计学意义($P>0.05$),见表 2。

2.2 各组 MS 患病率比较

男性各组研究对象 MS 患病率比较差异无统计学意义($P>0.05$);女性第三组 MS 患病率明显低于

第五组,差异有统计学意义($P<0.05$),见图 1。

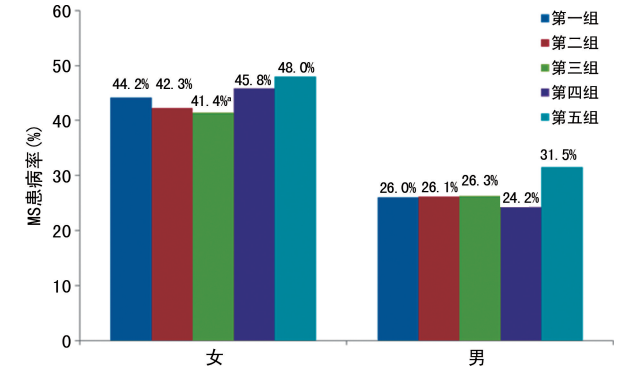


图 1 男性、女性居民 MS 患病率

2.3 eGFR 预测患 MS 的临界值

ROC 曲线下面积男性为 0.696,eGFR 的临界值为 85.3 mL/min,灵敏度为 0.618,特异度为 0.685,ROC 曲线下面积女性为 0.609,eGFR 的临界值为 77.86 mL/min,灵敏度为 0.567,特异度为 0.591,见表 3。

表 1 女性居民一般特征[$M(P_{25},P_{75})$]

项目	第一组	第二组	第三组	第四组	第五组	P
例数[n(%)]	1 158(20.05)	1 167(20.21)	1 154(19.98)	1 154(19.98)	1 142(19.77)	
年龄(岁)	55(50,61)	55(50,61)	56(51,61)	57(53,63)	60(55,66)	<0.001
BMI(kg/m ²)	23.33(21.34,25.57)	23.37(21.36,25.80)	23.61(21.64,25.99)	23.79(21.88,25.94)	23.97(21.86,25.99)	<0.001
腰围(cm)	82.50(76.50,87.70)	83.00(77.00,89.00)	83.00(78.00,88.50)	83.00(78.00,89.50)	83.50(78.00,90.00)	0.006
SBP(mm Hg)	115.00(105.00,128.67)	115.67(106.00,129.42)	116.67(105.33,129.67)	119.00(107.67,134.67)	119.33(107.33,133.67)	<0.001
DBP(mm Hg)	74.67(68.00,82.00)	74.33(68.00,82.00)	75.00(68.33,82.33)	75.67(69.00,83.67)	75.00(69.00,82.67)	0.032
FBG(mmol/L)	5.66(5.36,6.13)	5.66(5.39,6.04)	5.68(5.37,6.11)	5.77(5.41,6.29)	5.82(5.46,6.34)	<0.001
HDL-C(mmol/L)	1.07(0.85,1.30)	1.28(1.07,1.52)	1.37(1.15,1.58)	1.36(1.18,1.58)	1.38(1.17,1.61)	<0.001
TG(mmol/L)	1.18(0.83,1.61)	1.39(1.01,1.87)	1.47(1.08,2.05)	1.55(1.11,2.13)	1.62(1.17,2.24)	<0.001
eGRF(mL/min)	95.64(83.58,108.01)	82.32(72.87,92.27)	76.73(68.46,86.27)	71.17(63.29,80.49)	63.32(55.98,71.96)	<0.001
服用降压药[n(%)]	124(10.71)	136(11.65)	133(11.53)	174(15.08)	192(16.81)	<0.001

表 2 男性居民一般特征[$M(P_{25},P_{75})$]

项目	第一组	第二组	第三组	第四组	第五组	P
例数[n(%)]	435(20.36)	421(19.70)	430(20.12)	426(19.93)	425(19.89)	
年龄(岁)	59(53,65)	60(54,66)	60(55,65)	61(56,66)	62(56,68.25)	<0.001
BMI($\bar{x}\pm s$,kg/m ²)	24.10±3.17	24.11±3.18	24.36±3.27	24.38±3.12	24.60±3.08	0.121
腰围(cm)	86.00(80.00,91.05)	85.80(80.00,92.00)	87.00(81.00,92.00)	86.00(81.00,90.65)	87.20(81.00,92.00)	0.265
SBP(mm Hg)	124.33(114.00,136.67)	123.33(111.33,138.83)	123.00(112.00,136.67)	123.33(113.00,136.50)	128.50(116.67,141.00)	0.001
DBP(mm Hg)	78.83(71.00,86.33)	77.67(71.67,86.00)	77.67(70.58,86.33)	78.33(71.67,85.33)	79.33(72.92,88.42)	0.200
FBG(mmol/L)	5.87(5.46,6.41)	5.97(5.52,6.60)	5.87(5.50,6.37)	5.98(5.54,6.66)	6.02(5.60,6.72)	0.009
HDL-C(mmol/L)	1.01(0.82,1.21)	1.13(0.95,1.35)	1.15(1.1,1.35)	1.18(1.00,1.40)	1.15(0.98,1.34)	<0.001
TG(mmol/L)	1.24(0.91,1.81)	1.35(0.98,1.96)	1.48(1.10,2.06)	1.51(1.07,2.44)	1.66(1.17,2.48)	<0.001
eGRF(mL/min)	98.61(86.19,111.63)	87.2(75.85,97.87)	80.11(71.12,91.19)	72.99(64.50,84.02)	64.25(55.57,74.32)	<0.001
服用降压药[n(%)]	53(12.18)	48(11.40)	58(13.49)	52(12.21)	80(18.82)	0.012

表 3 eGFR 检测 MS 患病率的灵敏度及特异度

组别	AUC	标准误差	P	95%CI	灵敏度	特异度	临界值	约登指数
男性	0.696	0.013	<0.001	0.671~0.721	0.618	0.685	85.30	0.303
女性	0.609	0.007	<0.001	0.595~0.624	0.567	0.591	77.86	0.158

3 讨 论

MS 目前已经成为全球公共卫生问题,有研究发现 MS 与心血管疾病^[10]、肺癌^[11]、子宫肌瘤^[12]、骨质疏松^[13]等相关,故积极干预 MS 危险组分尤为重要。

eGFR 预测 MS 的可能机制是 MS 的所有组分与 eGFR 轻度下降相关^[14]。研究发现当血脂异常时,脂质可以聚集在肾小球中,从而刺激肾小球系膜细胞增生、系膜基质过度增生,导致肾小球硬化,升高肾小球内压,eGFR 降低^[15];TG 可能通过促炎、致动脉粥样硬化作用导致肾功能障碍^[16];长期处于高血压状态,会引起肾小球肾单位数目减少,残存的肾小球囊内压升高,持续高灌注、高滤过促使肾小球进一步发生硬化,引起 eGFR 改变。

本研究发现,女性研究对象的年龄、BMI、腰围、SBP、DBP、FBG、HDL-C、TG、eGFR 与血清肌酐相关,男性研究对象的年龄、SBP、FBG、HDL-C、TG、eGFR 与血清肌酐相关。WANG 等^[17]的研究证实血压、血糖、TG、HDL-C 与血清肌酐之间具有相关性^[17]。本次研究对象为中老年人,血清肌酐水平受多种因素的影响,如年龄、血脂异常、血糖异常、吸烟、饮酒、体育活动等。李翠芬等^[18]对北京地区 45~74 岁人群血清肌酐水平分布特征及影响因素的研究发现,男、女血清肌酐水平存在差异,但是总体来说,随着年龄的增加,血清肌酐水平升高。YOSHIDA 等^[19]发现血清肌酐水平可能是空腹血糖受损的发病因素,与本研究结果一致。

本研究结果发现,各组男性居民 MS 患病率无差异,女性居民 MS 患病率第五组高于第三组,第五组研究对象的一般特征如年龄、BMI、SBP、DBP、FBG、HDL-C、TG、服用降压药人数均高于第三组,eGFR 明显低于第三组。WANG 等^[17]研究发现血清肌酐水平较高者患 MS 的风险更高,女性研究对象血清肌酐水平与 MS 的相关性较男性研究对象强。本文的研究结果与 WANG 等^[17]一致,一方面 WANG 等^[17]的研究对象年龄与本研究对象年龄相近,另一方面,贵阳社区居民女性中位年龄为 57 岁,正处于绝经状态,这可能是各组男性 MS 患病率无差异的原因。HU 等^[20]对日本 31 343 例无糖尿病的男性工人进行随访研究,研究人群年龄 20~64 岁,根据血清肌酐水平分为 4 组,第一组<0.7 mg/dL,第二组 0.7~<0.8 mg/dL,第三组 0.8~<0.9 mg/dL,第四组 0.9~<1.2 mg/dL,采用 Cox 比列危险回归分析来估计血清

肌酐水平与糖尿病的危险比(HR),第一组糖尿病 HR 值较大,这一结果提示血清肌酐水平较低可作为糖尿病患病风险增加的指标,与本研究结果存在差异,考虑与本研究男性研究对象中位年龄接近 60 岁有关。

MONAMI 等^[3]关于 eGFR 和 MS 的研究表明,eGFR 与 MS 的一些组分相关,如腰围、FBG、TG 等,考虑 eGFR 可作为患 MS 的一个新的指标。本研究发现 eGFR 与 MS 相关,eGFR 预测 MS 的最佳临界值男性为 85.30 mL/min,女性为 77.86 mL/min。临床工作中,可以通过 eGFR 临界值来预测高危人群患 MS 的概率,积极干预 MS 相关危险组分,降低 MS 患病率,达到预防 MS 的作用。

本研究是基于 40 岁以上人群的大样本研究,故具有良好的代表性,较为全面地分析了血清肌酐水平对 MS 患病率的影响。但本研究也存在潜在的局限性,包括:(1)本研究虽然严格地排除了影响血清肌酐水平的因素,但无法完全排除一些表明健康参与者潜在疾病和治疗对目前研究结果影响;(2)目前 eGFR 的测定方法包括直接测量法和间接测量法,研究表明,直接测量法更为准确,本研究通过间接测量法检测 eGFR,可能存在不可避免的差异;(3)研究地点在中国西南部欠发达地区,饮食习惯、生活作息与发达地区存在明显不同;(4)本研究未能排除血管紧张素Ⅱ受体阻滞剂(ARB)和血管紧张素Ⅱ转换酶抑制剂(ACEI)类降压药对 eGRF 的潜在影响。

综上所述,eGFR 与 MS 存在关联性,eGFR 有望成为预测 MS 的一个新的临床指标。

参考文献

[1] CAMERON A J, SHAW J E, ZIMMET P Z. The metabolic syndrome: prevalence in worldwide populations [J]. Endocrinol Metab Clin North Am,2004,33(2):351-375.

[2] QIN P, LOU Y M, CAO L, et al. Dose-response associations between serum creatinine and type 2 diabetes mellitus risk:a Chinese cohort study and meta-analysis of cohort studies[J]. J Diabet,2020,12(8):594-604.

[3] MONAMI M, PALA L, BARDINI G, et al. Glomerular hyperfiltration and metabolic syn-

- drome; results from the FIREnze-BAGno A Ri-
poli (FIBAR) Study[J]. *Acta Diabetol*, 2009, 46
(3):191-196.
- [4] BEBOER M D, FILIPP S L, MUSANI S K, et al. Metabolic syndrome severity and risk of CKD and Worsened GFR: The Jackson Heart Study[J]. *Kidney Blood Press Res*, 2018, 43 (2):555-567.
- [5] 顾乡, 方向华. 三种 GFR 计算公式在中老年人群中心血管事件预测价值的比较[J]. *中国中西医结合肾病杂志*, 2018, 19(11):974-978.
- [6] BAO X, GU Y, ZHANG Q, et al. Low serum creatinine predicts risk for type 2 diabetes[J]. *Diabetes Metab Res Rev*, 2018, 34(6):3011.
- [7] 李虹漫, 李红, 时立新, 等. 贵阳市城区 40 岁以上女性初产年龄与代谢综合征相关性的横断面研究[J]. *重庆医学*, 2020, 49(7):1167-1171.
- [8] 李红, 刘兰荣, 时立新, 等. 贵阳市城区 40~79 岁代谢综合征人群发生心血管事件和各种死亡风险的前瞻性队列研究[J]. *中华内分泌代谢杂志*, 2019, 35(9):743-744.
- [9] 宋秀霞, 纪立农. 国际糖尿病联盟(IDF)代谢综合征全球共识定义(2005)[J]. *中华糖尿病杂志*, 2005, 13(3):178-180.
- [10] OKADA R, YASUDA Y, TSUSHIT K, et al. The number of metabolic syndrome components is a good risk indicator for both early- and late-stage kidney damage[J]. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 2014, 24(3):277-285.
- [11] SIN S, LEE C H, CHOI S M, et al. Metabolic syndrome and risk of lung cancer; an analysis of korean national health insurance corporation database[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2020, 105 (11):596.
- [12] 纪晓菁, 王巍. 非绝经期女性子宫肌瘤与代谢综合征相关指标相关性分析[J]. *华南预防医学*, 2020, 46(5):551-553.
- [13] 郝晶. 绝经后女性代谢综合征与骨质疏松症的相关性研究[J]. *中国研究型医院*, 2019, 6(5):43-47.
- [14] QIU Y, ZHAO Q, GU Y, et al. Association of metabolic syndrome and its components with decreased estimated glomerular filtration rate in adults[J]. *Ann Nutr Metab*, 2019, 75(3):168-178.
- [15] SCHAEFFNER E S, KURTH T, CURHAN G C, et al. Cholesterol and the risk of renal dysfunction in apparently healthy men[J]. *J Am Soc Nephrol*, 2003, 14(8):2084-2091.
- [16] LEE H S. Mechanisms and consequences of hypertriglyceridemia and cellular lipid accumulation in chronic kidney disease and metabolic syndrome[J]. *Histol Histopathol*, 2011, 26:1599-1610.
- [17] WANG J, LI X, HAN X, et al. Serum creatinine levels and risk of metabolic syndrome in a middle-aged and older Chinese population[J]. *Clin Chim Acta*, 2015, 440:177-182.
- [18] 李翠芬, 赵冬, 王薇, 等. 北京地区 45~74 岁人群血清肌酐分布特征及其影响因素[J]. *心肺血管病杂志*, 2005, 24(3):129-131.
- [19] YOSHIDA N, MIYAKE T, YAMAMOTO S, et al. The serum creatinine level might be associated with the onset of impaired fasting glucose; a community-based longitudinal cohort health checkup study[J]. *Intern Med*, 2019, 58 (4):505-510.
- [20] HU H, NAKAGAWA T, HONDA T, et al. Low serum creatinine and risk of diabetes; the Japan epidemiology collaboration on occupational health study[J]. *J Diab Invest*, 2019, 10 (5):1209-1214.

(收稿日期:2021-09-21 修回日期:2022-02-23)