

# 集体养老人群中微量白蛋白尿与 24 h 尿钠、尿钾及钠钾比相关性研究

段培芬<sup>1</sup>, 郝嘉琪<sup>2</sup>, 原建慧<sup>1</sup>, 冯向先<sup>1</sup>

1. 长治医学院公共卫生与预防医学系, 山西 长治 046000; 2. 长治医学院第二临床学院

**摘要:**目的 了解集体养老人群 24 h 尿钠、尿钾、钠钾比与微量白蛋白尿(microalbuminuria, MAU)的关系。方法 采用随机整群抽样方法于 2017 年 9 月至 2017 年 11 月在山西省东南部地区 16 家养老机构进行问卷调查、体格检查、血液及 24 h 尿液标本收集。采用多因素非条件 logistic 回归分析 24 h 尿钠、尿钾、钠钾比与微量白蛋白尿的相关性。结果 本次纳入研究对象 502 人, 平均年龄为  $65.77 \pm 8.54$  岁, 男性 467 人(93.03%), 24 小时尿钠、尿钾、钠钾比分别为  $(193.02 \pm 87.64)$  mmol、 $(27.95 \pm 15.02)$  mmol、 $(7.44 \pm 2.62)$ , MAU 者 33 人(6.57%); 多因素 logistic 回归分析显示: 较高的 24 h 尿钠与钠钾比水平(Q4)与最低水平(Q1)相比, MAU 的发生风险增加( $OR = 4.026, 95\% CI: 1.045 \sim 15.515$ ;  $OR = 4.043, 95\% CI: 1.252 \sim 13.057$ )。结论 MAU 的发生与 24 h 尿钠、钠钾比呈正相关, 而与 24 h 尿钾无关。

**关键词:** 24 h 尿钠; 24 h 尿钾; 钠钾比; 微量白蛋白尿

中图分类号: R195.4 文献标志码: A 文章编号: 1003-8507(2024)06-1094-05

DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202311041

## A study on the correlation between microalbuminuria and 24 h urine sodium, urine potassium and the ratio of sodium to potassium among people in elderly care facilities

DUAN Pei-fen\*, HAO Jia-qi, YUAN Jian-hui, FENG Xiang-xian

\* Department of Preventive Medicine, Changzhi Medical College, Changzhi, Shanxi 046000, China

**Abstract: Objective** To investigate the relationship between 24-hour urinary sodium, urinary potassium, sodium-potassium ratio and microalbuminuria among people in elderly care institutions. **Methods** Questionnaire survey, physical examination, blood and 24 h urine samples collection were carried out in the elderly people of 16 elderly care institutions in southeastern Shanxi from September 2017 to November 2017, which were selected using the random cluster sampling method. A multivariate logistic regression model was used to analyze the association between 24 h urinary sodium excretion, urinary potassium excretion, sodium-potassium ratio and MAU. **Results** A total of 502 subjects including 467 males (93.03%) and 33 MAU (6.57%) were included in this study (average age:  $65.77 \pm 8.54$  years old). The 24 h urinary sodium excretion was  $(193.02 \pm 87.64)$  mmol, urinary potassium excretion was  $(27.95 \pm 15.02)$  mmol, and the sodium-potassium ratio was  $(7.44 \pm 2.62)$ , respectively. Multivariate logistic regression analysis showed that group with the highest urinary sodium excretion and the sodium-potassium ratio (Q4) compared to the lowest group (Q1) was associated with an increased risk of MAU ( $OR = 4.026, 95\% CI: 1.045 \sim 15.515$ ;  $OR = 4.043, 95\% CI: 1.252 \sim 13.057$ ). **Conclusion** The 24-hour urinary sodium and sodium-potassium ratio are positively associated with the prevalence of MAU, while 24-hour urinary potassium is not related to the prevalence of MAU.

**Keywords:** 24-hour urine sodium; 24-hour urine potassium; Sodium-potassium ratio; Microalbuminuria

微量白蛋白尿(microalbuminuria, MAU)即尿中出现微量的白蛋白,是指由各种原因引起的肾小球滤过功能下降导致白蛋白滤出增多,而肾小管重吸收功能受损或代偿不足导致的蛋白尿增多的现象,是心血管

疾病肾功能改变的早期指征<sup>[1-2]</sup>,其诊断标准为尿微量白蛋白/肌酐为 30~300 mg/g,或定量分析中 8 h 尿微量白蛋白为 20~200  $\mu\text{g}/\text{min}$ ,或 24 h 尿微量白蛋白排出量为 30~300 mg 之间<sup>[3]</sup>。其中基于 24 h 尿液的尿微量白蛋白排泄测定法是诊断 MAU 的金标准<sup>[4]</sup>。已有研究表明高钠低钾饮食会增加慢性肾损伤的发生风险,意味着可能导致 MAU<sup>[5]</sup>。目前,人群中的钠钾摄入情况评估主要通过 24 h 尿液中钠、钾

基金项目:国家重点研发计划项目(2016YFC1300200-3)

作者简介:段培芬(1980—),女,硕士,副教授,研究方向:慢性病流行病学

通信作者:冯向先, E-mail: xfeng66@163.com

排泄量来进行估算<sup>[6]</sup>。关于 24 小时尿钠、尿钾及钠钾比与 MAU 关系的研究较少且主要以临床患者为研究对象,结果不一<sup>[7-10]</sup>,在一般人群中研究较少。本研究以养老机构为研究现场,探讨集体养老机构人群中 24 h 尿钠、尿钾及钠钾比与微量白蛋白尿的关系。

## 1 对象与方法

**1.1 研究对象** 采用随机整群抽样的方法于 2017 年 9 月—11 月选取山西省东南部地区 16 家养老机构 45~95 岁人群作为研究对象。研究经北京大学生物医学伦理委员会审查批准(审批号:IRB00001052-17079),所有研究对象均签署知情同意书。

### 1.2 研究内容与方法

**1.2.1 问卷调查** 统一培训调查员后对研究对象进行面对面问卷调查。调查内容主要包括一般人口学特征、身体健康状况、生活行为方式、疾病史、用药史及药品名称、剂量等。

**1.2.2 体格检查** 采用校准的身高计和体重仪测量身高和体重;使用欧姆龙电子血压计(HEM-7136)进行血压测量,受试者取坐位,统一右上臂,连续测量 3 次取平均值,时间间隔为 30 秒。

**1.2.3 血尿液标本收集及检测<sup>[11]</sup>** 调查当天采集空腹(12 小时)血液样本,静置 30 分钟后现场离心提取血清标本;并为调查对象发放尿桶、讲解 24 小时尿样收集过程及注意事项,次日将所留 24 小时尿液称重后并混匀提取尿液标本。血尿液标本冷链转运至北京中心实验室进行检测。采用离子电极法测定血清及尿电解质相关指标;采用酶法测定肌酐;采用免

疫比浊法测定尿微量白蛋白。

**1.3 相关定义** (1)高血压:收缩压 $\geq 140$  mmHg 或舒张压 $\geq 90$  mmHg,或在 2 周内服用抗高血压药物;(2)糖尿病:空腹血糖 $\geq 126$  mg/dl(7.0 mmol/L)或自行报告糖尿病史;(3)BMI = 体重(kg)/身高<sup>2</sup>(m<sup>2</sup>);(4)尿样合格:24 小时尿量 $> 500$  ml 且留尿时间为 22~26 h;(5)MAU:24 小时尿微量白蛋白为 30~300 mg。

**1.4 统计学方法** 采用 SPSS 22.0 软件进行统计分析。计量资料在正态分布下用 $\bar{x} \pm s$  进行统计描述,组间比较采用 *t* 检验;偏态分布下用  $M(P_{25}, P_{75})$  进行描述,组间比较采用秩和检验;计数资料用  $[n(\%)]$  表示,采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 确切概率法进行组间比较,等级资料采用 *Z* 检验。将研究对象的 24 小时尿钠、尿钾以及钠钾比按其四分位数分成 Q1~Q4 组,以是否 MAU(0 = 否,1 = 是)为因变量,建立多因素非条件 logistic 回归模型,均以 24 小时尿钠、尿钾以及钠钾比 Q1 组作为参照,调整相关因素后分别分析尿钠、尿钾以及钠钾比与 MAU 的关系,检验水准  $\alpha = 0.05$ 。

## 2 结果

**2.1 一般情况** 本次研究纳入研究对象 502 人,平均年龄为  $65.77 \pm 8.54$  岁,其中男性 467 人(93.03%),文化程度以小学及以下为主(78.49%),24 小时尿钠、尿钾、钠钾比分别为  $(193.02 \pm 87.64)$  mmol、 $(27.95 \pm 15.02)$  mmol、 $(7.44 \pm 2.62)$ ,MAU 者 33 人(6.57%),MAU 组与非 MAU 组一般情况见表 1。

表 1 研究对象一般情况描述

Table 1 Description of general characteristics of the subjects

变量	MAU 组( $n = 33$ )	非 MAU 组( $n = 469$ )	$t/\chi^2/Z$ 值	<i>P</i> 值
年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	68.61 $\pm$ 7.35	65.57 $\pm$ 8.59	1.978	0.048
男性 [ $n(\%)$ ]	29(87.88)	438(93.39)	0.719	0.396
吸烟 [ $n(\%)$ ]	14(42.42)	222(47.33)	0.298	0.585
饮酒 [ $n(\%)$ ]	5(15.15)	69(14.71)	0.005	0.945
经常锻炼身体 [ $n(\%)$ ]	20(60.61)	335(71.43)	1.744	0.187
糖尿病 [ $n(\%)$ ]	5(15.15)	18(3.84)	6.624	0.010
脑卒中 [ $n(\%)$ ]	13(39.39)	122(26.01)	2.808	0.094
冠心病 [ $n(\%)$ ]	7(21.21)	51(10.87)	2.292	0.130
肾脏疾病 [ $n(\%)$ ]	3(9.09)	17(3.62)	1.191	0.275
肿瘤 [ $n(\%)$ ]	2(6.06)	6(1.28)	-	0.091
COPD [ $n(\%)$ ]	2(6.06)	7(1.49)	-	0.113
高血压 [ $n(\%)$ ]	27(81.82)	303(64.61)	4.055	0.044
BMI [ $M(P_{25}, P_{75})$ , kg/m <sup>2</sup> ]	24.18(23.42, 25.98)	24.18(22.07, 26.02)	-1.083	0.279
收缩压 [ $M(P_{25}, P_{75})$ , mmHg]	138.67(130.33, 138.67)	136.33(122.00, 149.17)	-1.595	0.111
舒张压 [ $M(P_{25}, P_{75})$ , mmHg]	82.67(79.33, 90.67)	82.33(74.33, 90.17)	-1.009	0.313
尿钠 [ $M(P_{25}, P_{75})$ , mmol]	203.18(159.07, 273.86)	184.84(131.41, 237.24)	-1.554	0.120
尿钾 [ $M(P_{25}, P_{75})$ , mmol]	26.21(17.02, 33.84)	25.20(18.45, 34.95)	-0.323	0.746
钠钾比 [ $M(P_{25}, P_{75})$ ]	7.43(6.13, 9.98)	7.13(5.60, 8.91)	-1.504	0.133

(续表)

变量	MAU 组( <i>n</i> = 33)	非 MAU 组( <i>n</i> = 469)	<i>t</i> / $\chi^2$ / <i>Z</i> 值	<i>P</i> 值
总胆固醇 [ <i>M</i> ( <i>P</i> <sub>25</sub> , <i>P</i> <sub>75</sub> ), mmol/L]	4.73(3.88, 5.45)	4.29(3.84, 4.98)	-1.380	0.168
甘油三酯 [ <i>M</i> ( <i>P</i> <sub>25</sub> , <i>P</i> <sub>75</sub> ), mmol/L]	1.49(1.12, 2.04)	1.24(0.91, 1.70)	-2.519	0.012
高密度脂蛋白 [ <i>M</i> ( <i>P</i> <sub>25</sub> , <i>P</i> <sub>75</sub> ), mmol/L]	1.04(0.90, 1.18)	1.08(0.95, 1.23)	-1.090	0.276
低密度脂蛋白 [ <i>M</i> ( <i>P</i> <sub>25</sub> , <i>P</i> <sub>75</sub> ), mmol/L]	2.84(2.29, 3.30)	2.56(2.18, 3.07)	-1.787	0.074
空腹血糖 [ <i>M</i> ( <i>P</i> <sub>25</sub> , <i>P</i> <sub>75</sub> ), mmol/L]	5.41(4.94, 5.84)	5.02(4.73, 5.43)	-2.221	0.026

注: - 代表 Fisher 确切概率法。

**2.2 24 小时尿钠与 MAU 的关系** 从 Q1 ~ Q4, MAU 检出率依次为 4.0% (5/125)、6.35% (8/126)、7.14% (9/126)、8.8% (11/125), 差异无统计学意义 ( $Z = -1.531, P = 0.126$ ); 以 MAU 为因变量, 24 小时尿钠四分位数为自变量, 建立 logistic 回归模型, 对性

别与年龄进行调整后, 模型 1 显示: 尿钠与 MAU 的发生风险无关 ( $P = 0.051$ ), 在模型 1 基础上进一步调整吸烟、饮酒、锻炼身体、尿钾等因素后。模型 2 显示: 与 Q1 组相比, Q4 组发生 MAU 的风险增加 ( $OR = 4.026, 95\% CI: 1.045 \sim 15.515$ )。见表 2。

表 2 24 小时尿钠与 MAU 关联的 logistic 回归分析

Table 2 Logistic regression analysis of 24h urinary sodium and MAU

自变量	$\beta$	<i>S</i> <sub><math>\beta</math></sub>	Wald $\chi^2$ 值	<i>P</i> 值	OR(95% CI)
模型 1					
Q1 ( $\leq 134.08$ )					1.000
Q2 (134.09 ~ 186.35)	0.661	0.600	1.212	0.271	1.936(0.597 ~ 6.276)
Q3 (186.36 ~ 239.79)	0.836	0.591	2.004	0.157	2.308(0.725 ~ 7.350)
Q4 ( $> 239.79$ )	1.131	0.580	3.798	0.051	3.098(0.994 ~ 9.660)
模型 2					
Q1 ( $\leq 134.08$ )					1.000
Q2 (134.09 ~ 186.35)	0.687	0.622	1.220	0.269	1.988(0.587 ~ 6.727)
Q3 (186.36 ~ 239.79)	1.052	0.642	2.686	0.101	2.865(0.814 ~ 10.085)
Q4 ( $> 239.79$ )	1.393	0.688	1.096	0.043	4.026(1.045 ~ 15.515)

注: 模型 1 调整了年龄、性别; 模型 2 在模型 1 基础上调整了吸烟、饮酒、锻炼身体、糖尿病、高血压、尿钾。

**2.3 24 小时尿钾与 MAU 的关系** 24 小时尿钾 Q1 ~ Q4 组 MAU 检出率依次为 8.0% (10/125)、6.30% (8/127)、6.4% (8/125)、5.6% (7/125), 差异无统计

学意义 ( $Z = -0.715, P = 0.475$ ); 模型 1、2 均显示: 尿钾与 MAU 的发生无关联 ( $P = 0.593; P = 0.547$ ) (表 3)。

表 3 24 小时尿钾与 MAU 关联的 logistic 回归分析

Table 3 Logistic regression analysis of 24h urinary potassium and MAU

自变量	$\beta$	<i>S</i> <sub><math>\beta</math></sub>	Wald $\chi^2$ 值	<i>P</i> 值	OR(95% CI)
模型 1					
Q1 ( $\leq 18.30$ )					1.000
Q2 (18.31 ~ 25.24)	-0.246	0.505	0.237	0.626	0.782(0.290 ~ 2.105)
Q3 (25.25 ~ 34.65)	-0.201	0.497	0.164	0.686	0.818(0.308 ~ 2.168)
Q4 ( $> 34.65$ )	-0.278	0.519	0.286	0.593	0.757(0.274 ~ 2.095)
模型 2					
Q1 ( $\leq 18.30$ )					1.000
Q2 (18.31 ~ 25.24)	-0.248	0.514	0.233	0.629	0.780(0.285 ~ 2.136)
Q3 (25.25 ~ 34.65)	-0.292	0.507	0.333	0.564	0.746(0.277 ~ 2.015)
Q4 ( $> 34.65$ )	-0.317	0.526	0.363	0.547	0.728(0.260 ~ 2.041)

注: 模型 1 调整了年龄、性别; 模型 2 在模型 1 基础上调整了吸烟、饮酒、锻炼身体、糖尿病、高血压、尿钠。

**2.4 钠钾比与 MAU 的关系** Q1 ~ Q4 组 MAU 检出率分别为 3.20% (4/125)、4.72% (6/127)、7.14% (9/126)、11.29% (14/124), 差异有统计学意义 ( $Z = -2.684, P = 0.007$ ); 对性别与年龄进行调整后, 模

型 1 显示: 与 Q1 组相比, Q4 组发生 MAU 的风险增加 ( $OR = 4.194, 95\% CI: 1.322 \sim 13.305$ ), 模型 2 显示: 与 Q1 组相比, Q4 组发生 MAU 的风险增加 ( $OR = 4.043, 95\% CI: 1.252 \sim 13.057$ )。见表 4。

表 4 24 h 尿钠钾比与 MAU 关联的 logistic 回归分析

Table 4 Logistic regression analysis of 24h urinary sodium - potassium ratio and MAU

自变量	$\beta$	$S_{\beta}$	Wald $\chi^2$ 值	P 值	OR(95% CI)
模型 1					
Q1 ( $\leq 5.73$ )					1.000
Q2 (5.74 ~ 7.13)	0.464	0.663	0.491	0.483	1.591 (0.434 ~ 5.834)
Q3 (7.14 ~ 8.94)	0.835	0.618	1.821	0.177	2.304 (0.686 ~ 7.743)
Q4 ( $> 8.94$ )	1.434	0.589	5.924	0.015	4.194 (1.322 ~ 13.305)
模型 2					
Q1 ( $\leq 5.73$ )					1.000
Q2 (5.74 ~ 7.13)	0.430	0.670	0.413	0.520	1.538 (0.414 ~ 5.717)
Q3 (7.15 ~ 8.94)	0.767	0.627	1.496	0.221	2.153 (0.630 ~ 7.353)
Q4 ( $> 8.94$ )	1.397	0.598	5.455	0.020	4.043 (1.252 ~ 13.057)

注:模型 1 调整了年龄、性别;模型 2 在模型 1 基础上调整了吸烟、饮酒、锻炼身体、糖尿病、高血压。

### 3 讨论

本次研究通过 24 h 尿液这一金标准来检测尿钾、尿钠、钠钾比及微量白蛋白,结果显示机构养老人群中微量白蛋白尿检出率为 6.57%,略低于徐建伟<sup>[1]</sup>在中国六省的检出结果。对相关因素进行调整后发现较高 24 h 尿钠、钠钾比水平增加 MAU 发生风险;尿钾水平与 MAU 发生无关。

关于尿钠、尿钾及钠钾比与 MAU 的关联性国内外研究较少且结果不完全一致。本研究显示与 24 h 尿钠 Q1 组人群相比较,Q4 组人群 MAU 的发生风险增加 ( $OR = 4.026, 95\% CI: 1.045 \sim 15.515$ ),可能与钠对血管壁的不良影响有关。国内两项<sup>[6-7]</sup>针对普通人群中 24 h 尿钠与 MAU 关联性研究的结果均显示较高的 24 h 尿钠水平可增加 MAU 的发生风险 ( $OR = 2.74, 95\% CI: 1.80 \sim 4.16$ ;  $OR = 1.586, 95\% CI: 1.359 \sim 3.597$ );一项整群随机对照试验中发现减少膳食钠的摄入可显著降低 MAU 的发生<sup>[8]</sup>;一项针对韩国人群的研究结果显示 24 h 尿钠 Q4 组与 Q1 组相比,MAU 的发生风险增加。而刘欢等则<sup>[9-10]</sup>认为尿钠与 MAU 无关。

本次研究表明调整相关因素后 24 h 尿钾与 MAU 发生无关。Sun 等<sup>[12-13]</sup>亦认为 24 h 尿钾与 MAU 无关,与本研究结果一致;但孟婷婷<sup>[14]</sup>在高血压患者人群中研究中发现较高尿钾水平与 MAU 发生存在弱关联 ( $OR = 0.987, 95\% CI: 0.978 \sim 0.996$ ),国外亦有研究结果显示 24 h 尿钾与微量白蛋白尿发生有关<sup>[15-16]</sup>。有动物实验表明<sup>[17]</sup>,低钾与肾损害有关,增加钾的摄入可通过改善肾功能进而降低血管阻力,增加 eGFR,发挥其保护作用。造成研究结果的不一致可能与本地区钾摄入较低有关,亦可能与研究对象选择、尿样收集及检测方法不同有关。

有研究显示,尿钠钾比更能预测肾功能<sup>[18]</sup>。本次研究显示 24 h 尿钠钾比 Q4 组人群 MAU 的发生风

险较 Q1 组人群高 ( $OR = 4.043, 95\% CI: 1.252 \sim 13.057$ )。一项前瞻性队列研究显示<sup>[19]</sup>钠钾比是肾功能下降的预测因子;另一项队列研究亦发现<sup>[5]</sup>高 Na/K 比增加 CKD 发病风险;但来自山东和浙江的一般人群研究结果显示钠钾比与 MAU 无关<sup>[20-21]</sup>。

尽管本研究采用了标准化的设计,但依然存在一定的局限性。首先,受养老机构特殊性质影响,本次研究对象主要以男性为主,不能全面反映一般人群 24 h 尿钠、尿钾及钠钾比与 MAU 的关联;其次,虽然本次研究采用了 24 h 尿液这一金标准进行指标检测,但由于只收集了单个 24 h 尿液标本,致使研究结果可能出现偏性;再次,虽然考虑到混杂因素对研究结果的影响,但本次研究只对部分可能混杂因素进行了调整,其结果依然可能存在混杂偏倚;最后,本研究是横断面调查结果且样本量不是很大,无法判断其因果关系,因此需要在大样本、前瞻性研究设计中进一步加以验证。

综上所述,本次研究结果表明 24 h 尿钠、钠钾比会增加 MAU 的发生风险,而 24 h 尿钾则与 MAU 的发生无关,应倡导高钾低钠饮食,预防早期肾功能损伤。

**利益冲突声明** 本研究不存在任何利益冲突

### 参考文献

- [1] 徐建伟,刘敏,王思琦,等.中国 6 省 18 ~ 75 岁人群微量白蛋白尿检出情况及影响因素[J].中华疾病控制杂志,2021,25(10): 1164 - 1168.  
Xu JW, Liu M, Wang SQ, et al. Prevalence and influencing factors of microalbuminuria among general population aged from 18 to 75 years old in 6 provinces of China [J]. Chinese Journal of Disease Control & Prevention, 2021, 25(10): 1164 - 1168.
- [2] 张宇清.微量白蛋白尿在高血压患者心血管风险评估中的价值[J].中华高血压杂志,2019,27(6):585 - 590.  
Zhang YQ. Value of microalbuminuria in cardiovascular risk assessment in patients with hypertension [J]. Chinese Journal of Hypertension, 2019, 27(6): 585 - 590.

- [3] 喜杨,孙宁玲. 中国高血压患者微量白蛋白尿的检出率及影响因素[J]. 中华高血压杂志,2021,29(10):965-971.  
Xi Y, Sun NL. Detection rate and influencing factors of microalbuminuria in Chinese hypertensive patients[J]. Chinese Journal of Hypertension, 2021, 29(10): 965-971.
- [4] 徐建伟,刘敏,白雅敏,等. 18~69 岁人群微量白蛋白尿与体重指数的相关性研究[J]. 现代预防医学,2019,46(14):2538-2541.  
Xu JW, Liu M, Bai YM, et al. Association between microalbuminuria and body mass index among Chinese people aged from 18 to 69 years old[J]. Modern Preventive Medicine, 2019, 46(14): 2538-2541.
- [5] Deriaz D, Guessous I, Vollenweider P, et al. Estimated 24-h urinary Sodium and sodium-to-potassium ratio are predictors of kidney function decline in a population-based study[J]. Journal of Hypertension, 2019, 37(9): 1853-1860.
- [6] 潘宁宁,陶旭轲,刘敏,等. 24 h 尿钠、尿钾及钠钾比与微量白蛋白尿的关联分析[J]. 中华疾病控制杂志,2023,27(4):443-447, 475.  
Pan NN, Tao XK, Liu M, et al. Association between 24 h urinary Sodium excretion, urinary Potassium excretion, sodium-potassium ratio and microalbuminuria[J]. Chinese Journal of Disease Control & Prevention, 2023, 27(4): 443-447, 475.
- [7] 徐建伟,吴静,陈晓荣,等. 18~69 岁普通人群 24 h 尿钠与微量白蛋白尿的关联分析[J]. 中华预防医学杂志,2019,53(5):459-463.  
Xu JW, Wu J, Chen XR, et al. Association between 24 h urinary Sodium excretion and microalbuminuria among Chinese People aged from 18 to 69 years old [J]. Chinese Journal of Preventive Medicine, 2019, 53(5): 459-463.
- [8] Jardine MJ, Li N, Ninomiya T, et al. Dietary Sodium reduction reduces albuminuria; a cluster randomized trial [J]. Journal of Renal Nutrition: the Official Journal of the Council on Renal Nutrition of the National Kidney Foundation, 2019, 29(4): 276-284.
- [9] Han SY, Hong JW, Noh JH, et al. Association of the estimated 24-h urinary Sodium excretion with albuminuria in adult Koreans: the 2011 Korea National Health and Nutrition Examination Survey [J]. PLOS One, 2014, 9(10): e109073.
- [10] 刘欢,钟健,何洪波,等. 原发性高血压 24 h 尿钠与微量白蛋白尿关系研究[J]. 中国实用内科杂志,2014,34(4):387-390.  
Liu H, Zhong J, He HB, et al. Relationship between urinary Sodium excretion and microalbuminuria in essential hypertension [J]. Chinese Journal of Practical Internal Medicine, 2014, 34(4): 387-390.
- [11] Yuan YF, Jin AM, Neal B, et al. Salt substitution and salt-supply restriction for lowering blood pressure in elderly care facilities: a cluster-randomized trial[J]. Nature Medicine, 2023, 29(4): 973-981.
- [12] Sun YW, Zhang PH, Li Y, et al. Association of Sodium, Potassium and Sodium-to-Potassium ratio with urine albumin excretion among the general Chinese population [J]. Nutrients, 2021, 13(10): 3456.
- [13] Joo YS, Kim HW, Jhee JH, et al. Urinary Sodium-to-Potassium ratio and incident chronic kidney disease: results from the Korean genome and epidemiology study [J]. Mayo Clinic Proceedings. Mayo Clinic, 2022, 97(12): 2259-2270.
- [14] 孟婷婷,徐新娟,陈玉岚,等. 原发性高血压患者尿微量白蛋白/肌酐与尿钠、尿钾的相关性[J]. 中华高血压杂志,2016,24(5):435-439.  
Meng TT, Xu XJ, Chen YL, et al. Relationship between urinary albumin to creatinine ratio and urine sodium as well as urine potassium in patients with essential hypertension [J]. Chinese Journal of Hypertension, 2016, 24(5): 435-439.
- [15] Ogata S, Akashi Y, Sakusabe T, et al. A multiple 24-hour urine collection study indicates that kidney function decline is related to urinary Sodium and Potassium excretion in patients with chronic kidney disease[J]. Kidney International, 2022, 101(1): 164-173.
- [16] Elfassy T, Zhang L, Raij L, et al. Results of the CARDIA study suggest that higher dietary potassium may be kidney protective[J]. Kidney International, 2020,98(1):187-194.
- [17] Araki S, Haneda M, Koya D, et al. Urinary Potassium excretion and renal and cardiovascular complications in patients with type 2 diabetes and normal renal function [J]. Clinical Journal of the American Society of Nephrology: CJASN, 2015, 10(12): 2152-2158.
- [18] Perez V, Chang ET. Sodium-to-potassium ratio and blood pressure, hypertension, and related factors [J]. Advances in Nutrition, 2014, 5(6): 712-741.
- [19] Swift SL, Drexler Y, Sotres-Alvarez D, et al. Associations of Sodium and Potassium intake with chronic kidney disease in a prospective cohort study: findings from the Hispanic Community Health Study/Study of Latinos, 2008-2017 [J]. BMC Nephrology, 2022, 23(1): 133.
- [20] Xu CX, Du XF, Fang L, et al. Association of 24-h urinary Sodium excretion with microalbuminuria in a Chinese population [J]. Scientific Reports, 2023, 13(1): 1044.
- [21] Yan LX, Guo XL, Wang HC, et al. Population-based association between urinary excretion of Sodium, Potassium and its ratio with albuminuria in Chinese [J]. Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition, 2016, 25(4): 785-797.

收稿日期:2023-11-02