



男性海员的尿钠、尿钾和尿钠/钾比值与血压水平的关联

戚玲艳, 苏海, 史云芸, 丁萍

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.16439/j.issn.1673-7245.2025-0181>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

原发性高血压患者上皮钠通道1 γ 亚单位 (SCNN1G) 基因多态性与尿钠排泄及血压之间的关系

中华高血压杂志. 2025, 33(10): 966-973 <https://doi.org/10.16439/j.issn.1673-7245.2025-0011>

在高血压患者中采用尿钾/血钾平方比值及卧立位试验筛查原发性醛固酮增多症及进行分型诊断的临床价值

中华高血压杂志. 2025, 33(5): 472-477 <https://doi.org/10.16439/j.issn.1673-7245.2023-0375>

贵州省部分地区高血压患者的钠盐摄入现状及其对血压的影响

中华高血压杂志. 2025, 33(11): 1043-1050 <https://doi.org/10.16439/j.issn.1673-7245.2025-0110>

南非立法限钠对尿钠及血压的影响

中华高血压杂志. 2025, 33(4): 399-399 <https://doi.org/10.16439/j.issn.1673-7245.2025-0011>

云南部分地区原发性高血压患者盐摄入量与血压的相关性

中华高血压杂志. 2023, 31(10): 967-970 <https://doi.org/10.16439/j.issn.1673-7245.2023.10.013>

不同血压水平成人颈动脉粥样硬化的影响因素

中华高血压杂志. 2025, 33(6): 560-567 <https://doi.org/10.16439/j.issn.1673-7245.2024-0331>



关注微信公众号，获得更多资讯信息

男性海员的尿钠、尿钾和尿钠/钾比值 与血压水平的关联

戚玲艳¹, 苏海², 史云芸¹, 丁萍¹

1. 浙江省宁波市康复医院体检中心, 浙江 宁波 315100; 2. 南昌大学第二附属医院心内科

摘要: **目的** 分析海员的尿钠、尿钾以及钠/钾比值与血压水平的关联性。**方法** 收集 2025 年 2 月至 2025 年 7 月浙江省宁波市康复医院体检中心体检的 715 例海员资料。诊室卧位血压为自动化动脉硬化检测仪测量的双臂血压, 选择收缩压更高的一侧上臂为参考臂。采集一般资料、清晨空腹点尿的尿钠和尿钾的浓度, 计算尿钠/钾比值。采用 Pearson 相关性分析和多因素线性分析探讨清晨空腹点尿的尿钠及尿钾的浓度、尿钠/钾比值与参考臂血压水平的关联。**结果** 研究对象的平均年龄为 (43.66 ± 12.70) 岁, 参考臂血压为 $(130.29 \pm 14.44)/(85.52 \pm 11.21)$ mmHg, 尿钠为 (134.96 ± 55.77) mmol/L, 尿钾为 (55.44 ± 28.17) mmol/L, 尿钠/钾比值为 3.05 ± 1.94 。相关性分析显示, 尿钠与参考臂血压相关性无统计学意义 ($P > 0.05$), 但尿钾与收缩压 ($r = -0.133, P < 0.001$) 和舒张压均呈负相关 ($r = -0.148, P < 0.001$); 尿钠/钾比值与收缩压 ($r = 0.134, P < 0.001$) 和舒张压 ($r = 0.114, P = 0.002$) 均呈正相关。多因素回归分析结果显示, 尿钾和尿钠/钾比值是收缩压和舒张压的相关因素 ($P < 0.001$)。**结论** 清晨空腹点尿的尿钾和尿钠/钾比值与参考臂的血压具有相关性, 海员应在控制钠盐摄入的情况下增加钾盐摄入。

关键词: 血压; 尿钠; 尿钾; 海员

Relationship of urinary sodium, potassium, and sodium-to-potassium ratio with blood pressure levels in male mariners

QI Lingyan¹, SU Hai², SHI Yunyun¹, DING Ping¹

1. Department of Physical Examination, Ningbo Rehabilitation Hospital, Ningbo, Zhejiang 315100, China; 2. Department of Cardiology, The Second Affiliated Hospital of Nanchang University

Abstract: **Objective** To analyze the association of urinary sodium, urinary potassium, and the sodium-to-potassium ratio with blood pressure levels among seafarers. **Methods** Data from 715 seafarers undergoing physical examinations at the Physical Examination Center of Ningbo Rehabilitation Hospital, Zhejiang Province, from February 2025 to July 2025 were collected. Clinic supine blood pressure was measured using an automated arteriosclerosis detector on both arms, with the arm showing the higher systolic pressure selected as the reference arm. General information, as well as the concentrations of urinary sodium and urinary potassium from morning fasting spot urine samples, were collected, and the urinary sodium-to-potassium ratio was calculated. Pearson correlation analysis and multiple linear regression analysis were used to explore the association of morning fasting spot urinary sodium and potassium concentrations and the urinary sodium-to-potassium ratio with reference arm blood pressure levels. **Results** The mean age of the subjects was (43.66 ± 12.70) years. The reference arm blood pressure was $(130.29 \pm 14.44)/(85.52 \pm 11.21)$ mmHg, urinary sodium was (134.96 ± 55.77) mmol/L, urinary potassium was (55.44 ± 28.17) mmol/L, and the urinary sodium-to-potassium ratio was 3.05 ± 1.94 . Correlation analysis showed no statistically significant association between urinary sodium and reference arm blood pressure ($P > 0.05$). However, urinary potassium was negatively correlated with both systolic blood pressure ($r = -0.133, P < 0.001$) and diastolic blood pressure ($r = -0.148, P < 0.001$). The urinary sodium-to-potassium ratio was positively correlated with both systolic blood pressure ($r = 0.134, P < 0.001$) and diastolic blood pressure ($r = 0.114, P = 0.002$). Multiple regression analysis results indicated that urinary potassium and the urinary sodium-to-potassium ratio were associated with both systolic and diastolic blood pressure ($P < 0.001$). **Conclusion** Morning fasting spot urinary potassium and the urinary sodium-to-potassium ratio are correlated with reference arm blood pressure. Seafarers should increase potassium intake while restricting sodium salt intake.

Keywords: blood pressure; urinary sodium; urinary potassium; seafarers

海员的工作具有特殊性,工作、生活远离大陆,精神压力大、睡眠节律紊乱、活动范围受限、饮食上缺乏新鲜蔬菜水果等,使其工作生活环境难以达到基本健康与安全标准^[1-4]。这些因素可能通过增强交感神经兴奋性、激活肾素-血管紧张素系统等影响血压。众多研究数据表明,海员高血压发病率较高。越南、丹麦各一项关于海员的研究显示,高血压患病率分别为32.9%和44.7%^[1,3]。中国的一项研究表明,海员高血压患病率为34.7%,年龄越大、工龄越长、体重指数(body mass index, BMI)越高,高血压患病率越高^[5]。研究显示,摄入钠盐更多的人,动脉压更高^[6]。一项综合性分析表明,高钠摄入导致心血管疾病发生率显著增加^[7]。然而,也有研究显示,钠盐摄入量对血压的影响存在个体差异^[8-9]。

近年来,高血压的关注点聚焦于钾的摄入。研究表明,在高血压和高钠摄入的参与者中,补钾降压效果更明显^[10]。因此,了解高血压患者的盐摄入状况并采取针对性的限盐补钾措施,对于高血压的防控具有重要意义。目前,评估人体钠、钾摄入量的方法多用尿钠和尿钾来替代^[11]。尿钠作为钠摄入的客观指标,24 h尿液测定法是评估个体钠、钾摄入量的“金标准”。但采集24 h尿液标本繁琐,有些研究显示,清晨空腹点尿的尿钠和尿钾与24 h尿测定的结果具有相关性,可以替代24 h尿测定^[12-13]。本研究分析男性海员(主要为浙江东部沿海地区的海员)体检的资料,观察在海洋上生活和工作条件下,尿钠、尿钾以及尿钠/钾比值与血压的关系,以便针对性地防治高血压,保障海员身体健康。

1 对象与方法

1.1 对象 选取2025年2月至7月在宁波市康复医院体检中心体检的男性海员的体检资料。纳入标准:①从事海员工作2年及以上男性海员;②在甲板或机舱工作;③年龄18~65岁;④取得海员健康证。排除标准:①下肢有深静脉血栓;②频发心律失常;③袖带捆绑部位皮肤破损者;④正在静脉注射、输血、血液透析行静脉分流者;⑤体检资料不完整者。

本研究已获得宁波市康复医院伦理委员会批准(2025年科研013)。由于研究属于回顾性的观察性研究,不涉及患者个人信息和后续诊疗,对受试者利益无损害,故未签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 一般人口学指标 记录体检者的年龄、性别,采集患者既往吸烟史、饮酒史、高血压史及其他疾病史,由经过培训的医务人员以标准方法测量身高、体重、腰围,计算BMI: $BMI = \text{体重}/\text{身高}^2 (\text{kg}/\text{m}^2)$ 。

1.2.2 血压测量 采用自动化动脉硬化分析仪(DSA-1000)测量四肢血压。在测量期间禁止移动及说话,受试者静躺5 min,待心电图、心音图信号稳定后,由操作者点击“检测开始”按钮,仪器将自动同步对四肢袖带进行二次加压,整个过程需8~10 min,测量结束后自动提供四肢血压。

根据指南,将收缩压高的一侧上臂定为参考臂,如收缩压一致,则以舒张压高的一侧作为参考臂^[14]。高血压的诊断标准:①收缩压 ≥ 140 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)和/或舒张压 ≥ 90 mmHg;②既往有高血压史,无论是否接受药物治疗。

1.2.3 血液生化指标的检测 采集清晨空腹静脉血,应用美国贝克曼库尔特AU5800全自动生化分析仪检测电解质、肾功能、血糖等指标。

1.2.4 尿电解质的检测 留取早晨(08:00—10:00)空腹中段尿液样本(5~10 mL),使用清晨空腹点尿的尿样(spot urine)采用离子选择电极法检测钠、钾排泄量,计算尿钠/钾比值。

1.3 统计学方法 采用SPSS 27.0软件进行数据分析。正态分布计量资料以均值 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示;不符合正态分布的计量资料以中位数(P_{25}, P_{75})表示。计数资料用例(%)表示。采用相关性分析探讨尿钠、尿钾及尿钠/钾比值与血压的相关性。以参考臂收缩压和舒张压为因变量,采用多因素线性回归分析探讨尿钠、尿钾、尿钠/钾比值与参考臂收缩压和舒张压的相关性。所有统计分析中,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

选取2025年2月至7月在宁波市康复医院体检中心体检的男性海员1 925例的体检资料,排除年龄 < 18 岁45例,从事海员工作未满2年79例,体检不合格未取得海员健康证57例,缺少自动化动脉硬化检测仪测量的双臂血压值935例,缺少尿电解质检验结果资料94例,最终纳入715例海员进行分析。

2.1 海员一般资料 共纳入715例男性海员的资料,平均年龄(43.66 ± 12.70)岁, BMI为 $25.01(23.03, 27.28) \text{ kg}/\text{m}^2$,腰围为 $88(83, 94) \text{ cm}$,参考臂血压为(130.29 ± 14.44)/(85.52 ± 11.21) mmHg,尿钠为(134.96 ± 55.77) mmol/L,尿钾为(55.44 ± 28.17) mmol/L,尿钠/钾比值为 3.05 ± 1.94 ,血糖为 $5.38(5.06, 5.87) \text{ mmol}/\text{L}$,尿酸为 $373(324, 425) \mu\text{mol}/\text{L}$,肌酐为 $76(69, 83) \mu\text{mol}/\text{L}$,尿素为 $4.94(4.12, 5.80) \mu\text{mol}/\text{L}$ 。有310例(43.36%)诊断为高血压,其中72例(23.23%)有高血压用药史。83例(11.61%)有高血压家族史;有502例(70.21%)有吸烟史;有311(43.50%)有饮酒史。

2.2 尿钠、尿钾及尿钠/钾比值与参考臂血压的相关性分析 尿钠与参考臂收缩压和舒张压无明显相关性($P>0.05$);但尿钾与参考臂收缩压和舒张压呈负相关(均 $P<0.001$);尿钠/钾比值与参考臂收缩压和舒张压呈正相关(均 $P<0.01$)。见表 1。臂间血压差与尿钠、尿钾及尿钠/钾均无相关性($P>0.05$)。

2.3 尿钠、尿钾及尿钠/钾比值与参考臂血压的关系的多因素线性回归分析 结果显示,校正年龄、吸烟、饮酒、高血压家族史、BMI、腰围、血糖、尿酸、肌酐、尿素水平后,尿钾是参考臂收缩压和舒张压的相关因素($P<0.001$),尿钠/钾比值是参考臂收缩压和舒张压的

相关因素($P<0.001$),尿钠与参考臂的收缩压和舒张压均无相关性。见表 2。

表 1 尿钠、尿钾、尿钠/钾与参考臂血压的相关性($n=715$)

Table 1 Correlation of urinary sodium, potassium, sodium-to-potassium ratio with reference-arm blood pressure				
变量		尿钠	尿钾	尿钠/钾比值
参考臂收缩压	r 值	-0.019	-0.133	0.134
	P 值	0.604	<0.001	<0.001
参考臂舒张压	r 值	-0.014	-0.148	0.114
	P 值	0.705	<0.001	0.002

表 2 尿钠、尿钾及尿钠/钾比值和参考臂血压水平的关系的多因素线性回归分析($n=715$)

Table 2 Multivariate linear regression analysis of urinary sodium, urinary potassium, and urinary sodium-to-potassium ratio in relation to reference-arm blood pressure

因变量	模型	自变量	B	SE	β	95%CI	t 值	P 值
参考臂收缩压	1	尿钠	-0.002	0.009	-0.007	-0.020 ~ 0.017	-0.198	0.843
		尿钾	-0.063	0.018	-0.124	-0.099 ~ -0.027	-3.448	<0.001
		尿钠/钾比值	1.043	0.266	0.140	0.521 ~ 1.566	3.921	<0.001
	2	尿钠	-0.002	0.009	-0.008	-0.020 ~ 0.016	-0.217	0.828
		尿钾	-0.065	0.017	-0.127	-0.099 ~ -0.031	-3.760	<0.001
		尿钠/钾比值	1.032	0.254	0.139	0.534 ~ 1.531	4.064	<0.001
参考臂舒张压	1	尿钠	0.002	0.007	0.008	-0.012 ~ 0.015	0.233	0.816
		尿钾	-0.054	0.014	-0.138	-0.080 ~ -0.027	-3.965	<0.001
		尿钠/钾比值	0.729	0.197	0.129	0.341 ~ 1.116	3.693	<0.001
	2	尿钠	0.001	0.007	0.006	-0.012 ~ 0.014	0.187	0.851
		尿钾	-0.055	0.013	-0.141	-0.080 ~ -0.030	-4.372	<0.001
		尿钠/钾比值	0.700	0.185	0.124	0.336 ~ 1.064	3.778	<0.001

注:模型1调整年龄;模型2在模型1的基础上调整吸烟、饮酒、高血压家族史、血糖、腰围、体重指数、尿酸、肌酐、尿素。

3 讨 论

本研究发现,海员清晨空腹点尿钠与参考臂血压相关性无统计学意义。已知钠摄入量高是高血压的危险因素,约 93%的膳食钠经尿液排泄^[15]。本研究海员清晨空腹点尿的尿钠平均浓度为(134.96±55.77)mmol/L,显著低于郭瑞等^[16]报道的中国普通成年人群水平[(152.89±76.84) mmol/L],但却高于 Higo 等^[17]研究的日本成年人的尿钠水平[(128±63) mmol/L]。这一方面可反映“中国盐行动”等国家减盐举措的潜在成效,另一方面也说明,还需进一步加快减盐干预的进程。清晨空腹点尿的尿钠浓度与参考臂血压之间无相关性的发现,与既往的研究结果不相符^[18]。有 2 种可能解释:(1)虽然在群体中基于清晨空腹点尿的尿钠可在一定程度上反映全天钠摄入量,但对于个体来说,用晨尿估算钠摄入量可能有一定的偏差;(2)本组海员可能有较为健康的生活方式(低盐饮食)。

本研究发现,尿钾浓度与参考臂血压水平呈负相关。本研究中清晨空腹点尿的尿钾浓度为(55.44±28.17)mmol/L,高于中国山东居民的调查水平

[(45.01±28.26)mmol/L]^[16],也高于国外成年人点尿的钾浓度[(49±31)mmol/L]^[17],提示本研究中海员的钾的摄入量较高。单因素和多因素的分析结果显示,尿钾浓度与参考臂的血压水平呈负相关性,这与既往相关研究结果一致^[19-20]。在血压调节机制中,钾离子参与了体内的钠/钾平衡调节过程。膳食钾通过抑制钠吸收、促进钠排泄、降低盐敏感性和促进血管舒张来降低血压^[9,21]。Filippini 等^[10]在一项关于钾与高血压的荟萃分析中得出结论,钾排泄量和血压水平差异之间呈 U 型关系,维持钾排泄量在 90~120 mmol/d 范围内可以降低血压,超过阈值时甚至有可能引起血压升高。

更为重要的发现是,尿钠/钾比值与参考臂血压水平呈正相关。本研究结果的清晨空腹点尿的钠/钾比值为 3.05±1.94,低于国内一项包含 6 个省份普通人群的研究中的 24 h 尿钠/钾比值(5.0±2.1)^[22],也低于浙江省 5 个县点尿钠/钾比值(4.73±2.99)^[23],而与日本成年人点尿的尿钠/钾比值水平相近(3.22±1.92)^[17],但这个比例高于国外 6 个前瞻性队列的成年人群的 24 h 尿钠/钾比值[2.2(1.8, 2.9)]^[24]。这可能与航海条

件的改善有关,能够摄入更多的新鲜水果蔬菜。由于尿钠/钾比值不受尿肌酐的影响,尿钠/钾比值可以作为评价饮食钠/钾平衡状况的指标。其他国家的多项研究显示,尿钠/钾比值与高血压和心血管疾病风险的正相关性比单独尿钠或尿钾排泄更高^[25-26]。Cook^[27]、Iwahori等^[28]的证据表明,尿钠/钾比值的最佳目标值为1左右,并建议维持在2以下,按此建议,本研究钠/钾比值仍然较高。为此,应更多关注海员膳食中的钠钾平衡,使用低钠盐富钾盐是一个值得推广的方案。

本研究有诸多不足之处:(1)本研究测量的是卧位血压,其结果不能完全等同于坐位血压;(2)本研究的尿钠、尿钾及尿钠/钾是基于清晨空腹点尿的测定;(3)本研究数据来自海员的体检资料,故没有记录详细的用药信息。尽管本研究存在局限,但本研究首次在特殊职业环境的海员群体中,揭示了点尿钠、尿钾和尿钠/钾比值与血压的关联模式,为深入开展海员高血压风险监测与早期干预提供实用线索。

结论:在成年男性海员中,参考臂的收缩压和舒张压与清晨空腹点尿的尿钾水平呈负相关,并与尿钠/钾比值呈正相关。

利益冲突声明 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 戚玲艳、苏海负责研究设计;戚玲艳、史云芸负责数据收集、数据分析;戚玲艳负责文章初稿书写;戚玲艳、苏海、丁萍负责文章的审阅与修改

参考文献

- [1] Tu M, Jepsen JR. Hypertension among Danish seafarers[J]. *Int Marit Health*, 2016, 67(4): 196-204.
- [2] Nittari G, Tomassoni D, Canio MD, et al. Overweight among seafarers working on board merchant ships[J]. *BMC Public Health*, 2019, 19(1): 45.
- [3] Van TN, Bao NN, Truong SN, et al. Prevalence of arterial hypertension in Vietnamese seafarers aboard merchant vessels: a cross-sectional study[J]. *Int Marit Health*, 2023, 74(3): 153-160.
- [4] Baygi F, Mohammadi-Nasrabadi F, Zyriax B, et al. Global overview of dietary outcomes and dietary intake assessment methods in maritime settings: a systematic review[J]. *BMC Public Health*, 2021, 21(1): 1579.
- [5] 张学艳, 俞敏, 顾娟, 等. 中国海员高血压流行现状及影响因素研究[J]. *东南大学学报(医学版)*, 2016, 35(4): 583-585.
- [6] Dahl LK, Love RA. Evidence for relationship between sodium (chloride) intake and human essential hypertension[J]. *AMA Arch Intern Med*, 1954, 94(4): 525-531.
- [7] Wang YJ, Yeh TL, Shih MC, et al. Dietary sodium intake and risk of cardiovascular disease: a systematic review and dose-response meta-analysis[J]. *Nutrients*, 2020, 12(10): 2934.
- [8] Kawasaki T, Delea CS, Bartter FC, et al. The effect of high-sodium and low-sodium intakes on blood pressure and other related variables in human subjects with idiopathic hypertension[J]. *Am J Med*, 1978, 64(2): 193-198.
- [9] Liu Y, Shi M, Dolan J, et al. Sodium sensitivity of blood pressure in Chinese populations[J]. *J Hum Hypertens*, 2020, 34(2): 94-107.
- [10] Filippini T, Naska A, Kasdagli M, et al. Potassium intake and blood pressure: a dose-response meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *J Am Heart Assoc*, 2020, 9(12): e015719.
- [11] Brown IJ, Tzoulaki I, Candeias V, et al. Salt intakes around the world: implications for public health[J]. *Int J Epidemiol*, 2009, 38(3): 791-813.
- [12] Kawano Y, Tsuchihashi T, Matsuura H, et al. Report of the working group for dietary salt reduction of the Japanese Society of Hypertension: (2) assessment of salt intake in the management of hypertension[J]. *Hypertens Res*, 2007, 30(10): 887-893.
- [13] Xu J, Zhang J, Liu M, et al. Estimating 24-hour sodium excretion from spot urine samples in Chinese adults: can spot urine substitute 24-hour urine samples?[J]. *Nutrients*, 2020, 12(3): 798.
- [14] 中国高血压防治指南修订委员会, 高血压联盟(中国), 中国医疗保健国际交流促进会高血压病学分会, 等. 中国高血压防治指南(2024年修订版)[J]. *中华高血压杂志(中英文)*, 2024, 32(7): 603-700.
- [15] Lucko AM, Doktorchik C, Woodward M, et al. Percentage of ingested sodium excreted in 24-hour urine collections: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Clin Hypertens (Greenwich)*, 2018, 20(9): 1220-1229.
- [16] 郭瑞, 张丙银, 徐春晓, 等. 山东省居民尿钠钾水平及其与血压的相关性研究[J]. *中华疾病控制杂志*, 2024, 28(8): 929-936.
- [17] Higo Y, Nagashima S, Tabara Y, et al. Association of the spot urine sodium-to-potassium ratio with blood pressure is independent of urinary Na and K levels: the Nagahama study[J]. *Hypertens Res*, 2019, 42(10): 1624-1630.
- [18] Gupta DK, Lewis CE, Varady KA, et al. Effect of dietary sodium on blood pressure: a crossover trial[J]. *JAMA*, 2023, 330(23): 2258-2266.
- [19] Yamori M, Njelekela M, Mtabaji J, et al. Hypertension, periodontal disease, and potassium intake in nonsmoking, nondrinker African women on no medication[J]. *Int J Hypertens*, 2011, 2011: 695719.
- [20] Iqbal S, Klammer N, Ekmekcioglu C. The effect of electrolytes on blood pressure: a brief summary of meta-analyses[J]. *Nutrients*, 2019, 11(6): 1362.
- [21] Ellison DH, Welling P. Insights into salt handling and blood pressure[J]. *N Engl J Med*, 2021, 385(21): 1981-1993.
- [22] Sun Y, Zhang P, 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.
- [23] Xu J, Du X, Bai Y, et al. Assessment and validation of spot urine in estimating the 24-h urinary sodium, potassium, and sodium/potassium ratio in Chinese adults[J]. *J Hum Hypertens*, 2020, 34(2): 184-192.
- [24] Ma Y, He FJ, Sun Q, et al. 24-hour urinary sodium and potassium excretion and cardiovascular risk[J]. *N Engl J Med*, 2022, 386(3): 252-263.
- [25] Tabara Y. The spot urine sodium-to-potassium ratio as a marker of hypertension risk[J]. *Hypertens Res*, 2022, 45(5): 924-925.
- [26] Yoon Y, Son M. Association between blood pressure control in hypertension and urine sodium to potassium ratio: from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (2016-2021)[J]. *PLoS One*, 2024, 19(11): e0314531.
- [27] Cook NR, Obarzanek E, Cutler JA, et al. Joint effects of sodium and potassium intake on subsequent cardiovascular disease: the trials of hypertension prevention follow-up study[J]. *Arch Intern Med*, 2009, 169(1): 32-40.
- [28] Iwahori T, Miura K, Ueshima H, et al. Urinary sodium-to-potassium ratio and intake of sodium and potassium among men and women from multiethnic general populations: the INTERSALT study[J]. *Hypertens Res*, 2019, 42(10): 1590-1598.

收稿日期: 2025-06-23

修回日期: 2026-01-15

录用日期: 2026-01-23

责任编辑: 刘莉