

每日膳食钾摄入量与代谢综合征的相关性

权海侠¹ 闫妮²

¹扶风县人民医院内分泌科, 宝鸡 722299; ²陕西省人民医院内分泌科, 西安 710068

通信作者: 闫妮, Email: 275624756@qq.com

【摘要】 目的 分析每日膳食钾摄入量与代谢综合征(MS)的关系。**方法** 纳入2015年3月至2019年3月2248名在扶风县人民医院体检者为研究对象,使用连续3d持续24h膳食回顾法获得个人膳食钾的摄入量。同时进行体格检查和清晨空腹血样采集,根据膳食钾摄入量(mg/d)分为亚组,使用多因素logistic回归分析,探讨膳食钾摄入量与MS的相关性。**结果** 所有调查对象平均每日膳食钾摄入量为(2432.87±31.43)mg,男性显著高于女性($t=30.281$, $P=0.000$)。男性吸烟比例、饮酒比例、腰围、总胆固醇、低密度脂蛋白-胆固醇、高密度脂蛋白-胆固醇水平显著高于女性($\chi^2=467.068, 478.304$; $t=16.726, 14.844, 4.313, 5.267$, P 均 <0.05);而女性MS患病率、腹型肥胖比例、高血压、糖尿病、高甘油三酯血症、低高密度脂蛋白-胆固醇血症及甘油三酯水平显著高于男性($\chi^2=4.700, 12.005, 30.280, 5.170, 5.946, 3.543$, $t=6.116$, P 均 <0.05)。Logistic回归分析显示,男性调查对象的每日膳食钾摄入量和MS发病率间无显著相关关系($OR=1.38$, 95% $CI: 0.68 \sim 2.79$, $P=0.364$)。当女性调查对象每日膳食钾摄入量少于3600mg时,每增加1000mg/d,其MS发病风险降低12% ($OR=0.88$, 95% $CI: 0.83 \sim 0.98$, $P=0.002$)。每日膳食钾摄入量增加时,MS的5个组成因素(腹型肥胖、高血糖、高血压、高甘油三酯血症、低高密度脂蛋白-胆固醇血症)的发生均显著下降($\chi^2=75.02, 22.09, 146.00, 25.54, 14.68$, P 均 <0.05),平均每个患者所患MS组成因素个数也显著减小($F=3.119$, $P=0.000$)。**结论** 每日膳食钾摄入量与女性MS的发病风险呈负相关,高钾膳食是MS的保护因素。

【关键词】 膳食钾摄入量;代谢综合征

DOI:10.3760/cma.j.cn121383-20190905-09007

Correlation between daily dietary potassium intake and metabolic syndrome Quan Haixia¹, Yan Ni².

¹Department of Endocrinology, Fufeng County People's Hospital, Baoji 722299, China; ²Department of Endocrinology, Shanxi Provincial People's Hospital, Xi'an 710068, China

Corresponding author: Yan Ni, Email: 275624756@qq.com

【Abstract】 Objective To analyze the relationship between daily dietary potassium intake and metabolic syndrome (MS). **Methods** A total of 2248 eligible participants in the examination center of Fufeng County People's Hospital from March 2015 to March 2019 were enrolled in this survey. Individual dietary potassium intake was obtained using a continuous 3 d continuous 24 h dietary review method. Physical examination and fasting blood samples were collected at the same time, and the correlation between daily dietary potassium intake and MS was analyzed using multivariate logistic regression analysis. **Results** The average dietary potassium intake of all the respondents was (2432.87±31.43) mg/d, which was significantly higher in men than that in women ($t=30.281$, $P=0.000$). The smoking ratio, drinking ratio, waist circumference, total cholesterol, low-density lipoprotein-cholesterol and high density lipoprotein-cholesterol in men were significantly higher than those in women ($\chi^2=467.068, 478.304$; $t=16.726, 14.844, 4.313, 5.267$, all $P<0.05$). The prevalence of MS, the proportion of abdominal obesity, hypertension, diabetes, hypertriglyceridemia, low-density lipoprotein-cholesterol and triglyceride levels in women were significantly higher than those in men ($\chi^2=4.700, 12.005, 30.280, 5.170, 5.946, 3.543$; $t=6.116$, all $P<0.05$). Logistic regression analysis showed that there was no significant correlation between daily dietary potassium intake and the incidence of MS among male respondents ($OR=1.38$, 95% $CI: 0.68 \sim 2.79$, $P=0.364$). When the female subject's daily dietary potassium intake was less than 3600 mg, each increased intake of

1 000 mg/d reduced the risk of MS by 12% ($OR=0.88$, 95% CI : 0.83-0.98, $P=0.002$). When daily dietary potassium intake increased, the incidence of the five constituent factors of MS (abdominal obesity, hyperglycemia, hypertension, hypertriglyceridemia and low high-density lipoprotein-cholesterol) decreased significantly ($\chi^2=75.02, 22.09, 146.00, 25.54, 14.68$, all $P<0.05$), the number of MS constituents per patient also decreased significantly ($F=3\ 119.00$, $P=0.000$). **Conclusion** Daily dietary potassium intake is negatively correlated with the risk of MS in women, and high potassium diet is protective factor for MS.

【Key words】 Dietary potassium intake; Metabolic syndrome

DOI:10.3760/cma.j.cn121383-20190905-09007

中国疾病预防控制中心在 2017 年发布的数据显示,我国 18 岁及以上的成年人代谢综合征 (MS) 发病率为 11%, 其中城市高于农村, 男性高于女性^[1]。随着年龄的增长, MS 发病率显著提高, 调查显示, 我国 60 岁及以上人群 MS 的患病率为 58.1%^[2]。钾是细胞内最丰富的阳离子电解质, 参与机体内多种重要的生物学过程, 细胞外钾离子浓度相对较小的变化可能极大地影响细胞外稳态, 并导致多种代谢紊乱。

近年来, 国际上有关钾与高血压的研究逐渐增多, 证实提高膳食钾的摄入量有助于预防高血压等慢性病^[3-4]。另有研究显示, 膳食钾摄入量较低的成年人, 患糖尿病的风险较高^[5]。此外, 接受利尿剂治疗的腹型肥胖患者血清钾离子水平明显低于非肥胖者^[6]。韩国第 4 次国家健康和营养调查的结果显示, 成人每日膳食钾摄入量和 MS 发病风险之间存在显著负相关^[7]。但国内对相关研究鲜有报道, 因此本研究旨在明确每日膳食钾摄入量与 MS 的关系, 为 MS 的预防和治疗提供理论依据。

1 对象与方法

1.1 一般临床资料 选取 2015 年 3 月至 2019 年 3 月在扶风县人民医院体检的 2 248 名参与者为研究对象。

纳入标准: (1) 参考 2017 年版《中国 2 型糖尿病防治指南》中 MS 的诊断标准^[8]。(2) 年龄 18 ~ 65 岁。(3) 认知正常者。(4) 知情同意并配合参与研究。排除标准: (1) 近期应用可能影响钾吸收的药物。(2) 近期 (1 周内) 有严重呕吐、腹泻者。(3) 患有严重肝功能不全、肾功能不全 [估算肾小球滤过率 (eGFR) <60 ml/(min · 1.73 m²)]、急慢性感染、恶性肿瘤、甲状腺功能亢进症等影响血钾代谢和分布的疾病。(4) 血钾 <3.5 mmol/L 或 >5.5 mmol/L。(5) 资料不完整者。根据《中国居民膳食营养素参考摄入量 (2013)》推荐的 18 岁以上成人膳食钾适宜摄入量 (adequate intake, AI) 为 2 000 mg/d, 膳食钾预防非传染性慢性病的建议摄

入量 (proposed intakes for preventing non-communicable chronic diseases, PI-NCD, 简称建议摄入量, PI) 为 3 600 mg/d^[9]。

本研究经医院伦理委员会批准 (伦理审批号: 201412209), 所有调查对象在试验开始之前均已签署知情同意书。

1.2 研究方法 对调查对象进行 MS 相关危险因素的问卷调查、体格检查和清晨空腹血样采集。标准化问卷内容包括人口学特征、个人史、家族史、生活方式、饮食习惯、药物史等, 所有信息采集员均经过统一培训。吸烟的定义: 每天至少吸 1 支, 持续 1 年以上。饮酒的定义: 平均每周至少饮酒 1 次, 每次至少 100 g, 持续 1 年以上。体格检查包括: 身高、体重、腰围、血压。脱鞋摘帽后直立位测量身高, 精确至 0.1 cm; 经电子体重计测量体重, 精确至 0.1 kg; 取直立位测量腰围, 以脐与髂前上棘连线中点为准; 采用经校准的上臂式医用电子血压计测量血压, 测量至少两次取均值。采集隔夜空腹 (>8 h) 血样, 使用自动生化仪 (OLYMPUS AU640, 日本 OLYMPUS 公司) 分析肝功能、肾功能、空腹血糖、血脂 [包括总胆固醇、甘油三酯、高密度脂蛋白-胆固醇 (HDL-C)、低密度脂蛋白-胆固醇 (LDL-C)]、血清钾、钠、氯离子。

所有患者均按平时饮食习惯进食。膳食钾摄入量计算方法: 24 h 膳食回顾法: 调查对象记录连续 3 d 个人食物的所有摄入量, 包括在外就餐、功能性饮料等, 获得个体每日食物消耗数据。食物量通常用家用量具、食物模型或食物图谱进行估计。通过中国食物成分表, 计算出个体每日膳食营养素的摄入量。

根据膳食钾摄入量 (mg/d) 分为 $<1\ 500$ 、 $1\ 500 \sim 2\ 500$ 、 $2\ 500 \sim 3\ 500$ 、 $3\ 500 \sim 4\ 500$ 、 $4\ 500 \sim 5\ 500$ 和 $\geq 5\ 500$ 组, 以 $3\ 500 \sim 4\ 500$ 为对照, 分析膳食钾摄入量在低于或高于钾 PI 值时 MS 发病风险的变化, 比较女性月经状况对膳食钾摄入量与 MS 发病率间关系的影响。

根据膳食钾摄入量 (mg/d) 分为 < 1 500、1 500 ~ 2 500、2 500 ~ 3 500、3 500 ~ 4 500、4 500 ~ 5 500 和 ≥ 5 500 组, 比较膳食钾摄入量与 MS 组成因素数量的相关性。

1.3 统计学处理 应用 SPSS 22.0 软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间比较采用独立样本 t 检验。分类变量采用百分比 [$n(\%)$] 表示, 组间比较采用 χ^2 检验。采用多元 logistic 回归进行相关性分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基本临床资料 2 248 名调查对象平均年龄 (55.76 ± 6.32) 岁, 平均收缩压 (125.84 ± 21.39) mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa), 平均舒张压 (74.54 ± 11.06) mmHg, 平均血糖 (5.56 ± 1.34) mmol/L, 平均每日摄入钾 ($2 432.87 \pm 31.43$) mg, 其中男性调查对象平均每日膳食钾摄入量显著高于女性调查对象 ($P < 0.05$)。本次调查中, 73.79% (1 659/2 248) 调查对象平均每日膳食钾摄入量达到 AI 标准, 但是

77.53% (1 743/2 248) 的调查对象平均每日膳食钾摄入量不满足 PI 值。本研究以钾 PI 值为参考值研究每日膳食钾摄入量与 MS 的关系。

将 2 248 名调查对象按性别分类, 结果发现, 男性吸烟比例、饮酒比例、腰围、总胆固醇、LDL-C、HDL-C 水平显著高于女性 (P 均 < 0.05); 而女性 MS 患病率、腹型肥胖比例、高血压比例、糖尿病比例、高甘油三酯血症、低 HDL-C 血症及甘油三酯水平显著高于男性 (P 均 < 0.05), 见表 1。

2.2 不同性别膳食钾摄入量与 MS 发病风险的相关性 Logistic 回归分析显示, 男性调查对象的膳食钾摄入量与 MS 发病率无关 ($OR = 1.38$, 95% CI : 0.68 ~ 2.79, $P = 0.364$)。当女性调查对象每日膳食钾摄入量少于 3 600 mg 时, 每增加 1 000 mg/d, 其 MS 发病风险降低 12% ($OR = 0.88$, 95% CI : 0.83 ~ 0.98, $P = 0.002$)。而当女性调查对象每日膳食钾摄入量超过 3 600 mg 时, 膳食钾摄入量的增加不影响 MS 风险 ($OR = 1.12$, 95% CI : 0.99 ~ 1.28, $P = 0.435$), 图 1。

表 1 2 248 名调查对象的基本临床资料 [$\bar{x} \pm s, n(\%)$]

指标	男性 ($n = 689$)	女性 ($n = 1 559$)	t/χ^2 值	P 值
年龄	55.78 ± 6.92	55.74 ± 5.86	0.142	0.443
膳食钾摄入量 (mg/d)	$2 568.43 \pm 29.87$	$2 189.53 \pm 25.62$	30.281	0.000
吸烟史	453 (65.75)	298 (19.11)	467.068	0.000
饮酒史	528 (76.63)	424 (27.20)	478.304	0.000
MS	343 (49.78)	699 (44.84)	4.700	0.030
腹型肥胖	363 (52.68)	698 (44.77)	12.005	0.001
高血糖	228 (33.09)	584 (31.05)	5.170	0.023
高血压	546 (79.25)	1058 (67.86)	30.280	0.000
高 TG 血症	337 (48.91)	676 (43.36)	5.946	0.015
低 HDL-C 血症	273 (39.62)	553 (35.47)	3.543	0.060
MS 组成因素数量	2.36 ± 0.15	2.29 ± 0.13	11.267	0.353
体重指数 (kg/m^2)	25.70 ± 3.47	25.49 ± 3.56	1.304	0.096
腰围 (cm)	91.32 ± 9.05	84.67 ± 8.58	16.726	0.000
收缩压 (mmHg)	127.45 ± 21.73	123.92 ± 20.88	1.588	0.056
舒张压 (mmHg)	76.49 ± 10.95	74.86 ± 11.20	1.242	0.107
TC (mmol/L)	5.59 ± 1.06	4.96 ± 0.87	14.844	0.000
TG (mmol/L)	1.52 ± 1.74	1.98 ± 1.61	6.116	0.000
HDL-C (mmol/L)	1.19 ± 0.72	1.02 ± 0.68	5.267	0.000
LDL-C (mmol/L)	3.19 ± 0.92	3.02 ± 0.84	4.313	0.000
血糖 (mmol/L)	5.79 ± 1.42	5.36 ± 1.28	7.128	0.000

注: MS: 代谢综合征; TG: 甘油三酯; HDL-C: 高密度脂蛋白-胆固醇; TC: 总胆固醇; LDL-C: 低密度脂蛋白-胆固醇; 1 mmHg = 0.133 kPa

表 2 女性绝经前、后膳食钾摄入量与 MS 发病风险的 logistic 回归分析结果

膳食钾摄入量 (mg/d)	绝经前女性 ($n = 823$)			绝经后女性 ($n = 736$)		
	OR 值	95% CI	P 值	OR 值	95% CI	P 值
< 1 500	1.38	1.02 ~ 1.98	0.018	1.83	1.43 ~ 2.32	0.001
1 500 ~ 2 500	1.21	0.92 ~ 1.76	0.352	1.60	1.30 ~ 2.08	0.008
2 500 ~ 3 500	1.14	0.81 ~ 1.49	0.573	1.31	1.08 ~ 1.81	0.043
3 500 ~ 4 500	1			1		
4 500 ~ 5 500	1.19	0.87 ~ 1.69	0.529	1.22	0.96 ~ 1.75	0.524
≥ 5 500	1.22	0.94 ~ 1.83	0.310	1.28	1.03 ~ 1.79	0.518

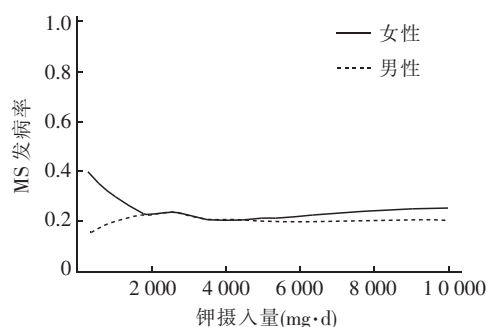


图 1 不同性别调查对象的膳食钾摄入量与 MS 发病率间的关系

2.3 女性绝经前、后膳食钾摄入量与 MS 发病风险的相关性 与绝经前女性相比,绝经后女性在膳食钾摄入量低于钾 PI 值时,随膳食钾摄入量的升高,MS 发病风险降低($P < 0.05$),在膳食钾摄入量高于 PI 值时,膳食钾摄入量的升高对发病风险的影响无统计学意义($P > 0.05$),见表 2。

2.4 膳食钾摄入量与 MS 组成因素数量比较 随着膳食钾摄入量的增加,MS 组成因素发生的数量减小,与膳食钾摄入量为 3 500 ~ 4 500 mg/d 相比,当膳食钾摄入量不足时,MS 组成因素个数显著升高($P < 0.05$),见表 3。

3 讨论

本次调查显示,2 248 名参与本次研究的调查对象平均每日膳食钾摄入量为($2\,432.87 \pm 31.43$) mg。据中国疾病预防控制中心对中国居民营养素摄入量的监测显示,2010—2012 年中国居民每日膳食钾摄入量为 1 616.9 mg/d^[10]。本研究得出参与研究的调查对象膳食钾摄入量与该数据相比略有升高,说明参与本次研究的调查对象更加注重高钾膳食。本次研究中,73.79% 的调查对象平均每日膳食钾摄入量达到 AI 标准,但 77.53% 的调查对象每日膳食钾摄入量低于 PI 值,提示因膳食钾摄入不足而罹患 MS、脑卒中等慢性病的风险依然不容忽视。

本研究发现,男性调查对象的膳食钾摄入量和 MS 发病率间无关($P > 0.05$),但女性调查对象的每日膳食钾摄入量与 MS 发病率之间密切相关。*Logistic*回归分析显示,当女性调查对象每日膳食钾摄入量少于 3 600 mg 时,每增加 1 000 mg/d,其 MS 发病风险降低 12% ($OR = 0.88$, 95% CI : 0.83 ~ 0.98, $P = 0.002$)。而当女性调查对象每日膳食钾摄入量超过 3 600 mg 时,膳食钾摄入量的增加不影响 MS 风险 ($OR = 1.12$, 95% CI : 0.99 ~ 1.28, $P = 0.435$)。在本研究中,高钾膳食是 MS 的保护因素仅在女性中得到证实。这种性别差异在一项来自韩国的关于膳食钾与 MS 间关系的研究中也有报道^[11]。可能是由于参与本研究的男性调查对象与女性相比数量较少,以及不同性别的钾摄入量的分布差异较大。本研究中,女性的钾摄入量显著低于男性。大约 85.25% 的女性调查对象的膳食钾摄入量低于 PI (3 600 mg/d),而男性调查对象则有 40% 符合 PI 标准。此外,每日膳食钾摄入量低于 AI 值 (2 000 mg/d) 在女性 (30.8%) 中远高于男性 (15.9%)。因此,为了明确造成膳食钾摄入量和 MS 发生风险之间性别特异性的确切机制,需要进一步的研究。

对于女性调查对象来说,月经状况也会对膳食钾摄入量与 MS 之间的关系产生影响,以往的研究已经证实,绝经后女性患 MS 的风险与绝经前女性相比显著增加^[12-13]。现有的研究认为,其机制可能与性激素、炎症因子、基因、肥胖、胰岛素抵抗等有关^[14]。本研究数据表明,较低的膳食钾摄入量对绝经后妇女患 MS 的风险影响更显著,因此对于绝经后女性更应该注重膳食钾的高水平摄入。

随着每日膳食钾摄入量的增加,调查对象中患腹型肥胖、高血糖、高血压、高甘油三酯血症、低 HDL-C 血症的数量显著降低(P 均 < 0.05),患有 MS 中 5 个组成因素的平均数量也显著降低($P < 0.05$)。

 表 3 膳食钾摄入量与 MS 组分个数的比较 [$n(\%)$]

膳食钾摄入量 (mg/d)	例数	腹型肥胖	高血糖	高血压	高 TG	低 HDL-C	MS 组成因素平均个数
<1 500	382	214 (56.02) ^a	139 (36.39) ^a	326 (85.34) ^a	186 (48.69) ^a	152 (39.79) ^a	2.66 ± 0.17 ^a
1 500 ~ 2 500	753	421 (55.91) ^a	258 (32.26) ^a	562 (76.43) ^a	377 (50.07) ^a	287 (38.11) ^a	2.53 ± 0.13 ^a
2 500 ~ 3 500	560	232 (41.43) ^a	183 (32.38) ^a	424 (75.71) ^a	247 (44.11) ^a	216 (38.57) ^a	2.33 ± 0.11 ^a
3 500 ~ 4 500	375	133 (35.47)	89 (23.73)	209 (55.73)	139 (37.07)	117 (31.20)	1.83 ± 0.08
4 500 ~ 5 500	115	40 (34.78)	28 (24.35)	58 (50.43) ^a	42 (36.52)	30 (26.09)	1.77 ± 0.06
≥5 500	63	21 (33.33)	15 (23.81)	25 (39.68) ^a	22 (34.92)	19 (30.16)	1.62 ± 0.06
F/χ^2 值		75.02	22.09	146.00	25.54	14.68	3 119.00
P 值		0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000

注: TG: 甘油三酯; HDL-C: 高密度脂蛋白-胆固醇; MS: 代谢综合征; 与 3 500 ~ 4 500 mg/d 相比, ^a $P < 0.05$

以往的研究已经证实,高钾膳食是高血压相关的心血管事件的保护因素^[3,4,15]。体内钾离子水平对血压产生影响的可能机制是,钾离子通过影响肾脏对钠离子的重吸收,进而影响肾素及血管紧张素的分泌。研究表明,钾缺乏还会干扰胰岛素分泌进而导致糖耐量受损^[16]。此外,不引起明显低钾血症的中度钾缺乏,可降低血浆中胰岛素浓度并诱发胰岛素抵抗,而通过钾补充剂来维持体内正常的钾离子平衡可以改善这种情况^[17]。Tal 等^[18]研究发现,在肥胖和 MS 的治疗中,除减少碳水化合物和脂肪的摄入,膳食钾的增加是以往未被发现的可以有效降低体重指数的因素。更有进一步研究报道称,钾离子通道阻断剂可用于治疗肥胖和胰岛素抵抗^[19-20]。在研究钾与脂代谢的关系时发现,慢性低钾血症可间接导致低脂联素水平,导致体内甘油三酯水平升高、HDL-C 水平降低,同时加重胰岛素敏感性,进而增加 MS 风险^[21-22]。膳食钾对 MS 的 5 个组成因素均产生显著影响,因此膳食钾摄入量可作为 MS 的预防和干预手段,对于膳食钾摄入量达不到 PI 标准的人群,及时、适量补充钾的摄入,可有效预防 MS 的发生、干预 MS 的进展。

综上所述,较高的膳食钾摄入量与女性的 MS 风险降低有关。按照《中国居民膳食营养素参考摄入量(2013)》推荐的每日膳食钾摄入量的 PI 值(3 600 mg/d)调整饮食,达到 PI 标准,可以有效地降低 MS 的发生风险,干预 MS 的进展。

参 考 文 献

- [1] 何宇纳, 赵文华, 赵丽云, 等. 中国 2010-2012 年成年人代谢综合征流行特征[J]. 中华流行病学杂志, 2017, 38(2): 212-215. DOI: 10. 376/cma. j. issn. 0254-6450. 2017. 02. 015.
- [2] Liu M, Wang J, Jiang B, et al. Increasing prevalence of metabolic syndrome in a Chinese elderly population: 2001-2010[J]. PLoS One, 2013, 8(6): e66233. DOI: 10. 1371/journal. pone. 0066233.
- [3] D'Elia L, Barba G, Cappuccio FP, et al. Potassium intake, stroke, and cardiovascular disease a meta-analysis of prospective studies[J]. J Am Coll Cardiol, 2011, 57(10): 1210-1219. DOI: 10. 1016/j. clnu. 2018. 05. 017.
- [4] Hu G, Qiao Q, Tuomilehto J, et al. Prevalence of the metabolic syndrome and its relation to all-cause and cardiovascular mortality in nondiabetic European men and women[J]. Arch Intern Med, 2004, 164(10): 1066-1076. DOI: 10. 1001/archinte. 164. 10. 1066.
- [5] Chatterjee R, Yeh HC, Shafi T, et al. Serum potassium and the racial disparity in diabetes risk: the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study[J]. Am J Clin Nutr, 2011, 93(5): 1087-1091. DOI: 10. 1007/s11606-013-2569-z.
- [6] Mariosa LS, Ribeiro-Filho FF, Batista MC, et al. Abdominal obesity is associated with potassium depletion and changes in glucose homeostasis during diuretic therapy[J]. J Clin Hypertens (Greenwich), 2008, 10(6): 443-449. DOI: 10. 1111/j. 1751-7176. 2008. 07817. x.
- [7] Shin D, Joh HK, Kim KH, et al. Benefits of potassium intake on metabolic syndrome: the fourth Korean National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES IV)[J]. Atherosclerosis, 2013, 230(1): 80-85. DOI: 10. 1016/j. atherosclerosis. 2013. 06. 025.
- [8] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南(2017 年版)[J]. 中华糖尿病杂志, 2018, 10(1): 4-67. DOI: 10. 19538/j. nk2018040108.
- [9] 程义勇. 《中国居民膳食营养素参考摄入量》2013 修订版简介[J]. 营养学报, 2014, 36(4): 313-317. DOI: 10. 13325/j. cnki. acta. nutr. sin. 2014. 04. 002.
- [10] 于冬梅, 何宇纳, 郭齐雅, 等. 2002-2012 年中国居民能量营养素摄入状况及变化趋势[J]. 卫生研究, 2016, 45(4): 527-533. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0254-6450. 2017. 02. 015.
- [11] Lee H, Lee J, Hwang SS, et al. Potassium intake and the prevalence of metabolic syndrome: the Korean National Health and Nutrition Examination Survey 2008-2010[J]. PLoS One, 2013, 8(1): e55106. DOI: 10. 1371/journal. pone. 0055106.
- [12] Lim S, Shin H, Song JH, et al. Increasing prevalence of metabolic syndrome in Korea: the Korean National Health and Nutrition Examination Survey for 1998-2007[J]. Diabetes Care, 2011, 34(6): 1323-1328. DOI: 10. 2337/dc10-2109.
- [13] Yan F, Liu J, Zhao X, et al. Association of the number of years since menopause with metabolic syndrome and insulin resistance in Chinese urban women[J]. J Womens Health (Larchmt), 2015, 24(10): 843-848. DOI: 10. 1089/jwh. 2014. 5183.
- [14] 高丽虹, 孙爱军. 绝经后代谢综合征研究进展[J]. 生殖医学杂志, 2019, 28(6): 702-706. DOI: 10. 3969/j. issn. 1004-3845. 2019. 06. 023.
- [15] Aburto NJ, Hanson S, Gutierrez H, et al. Effect of increased potassium intake on cardiovascular risk factors and disease: systematic review and meta-analyses[J]. BMJ, 2013, 346: f1378. DOI: 10. 1136/bmj. f1378.
- [16] Rowe JW, Tobin JD, Rosa RM, et al. Effect of experimental potassium deficiency on glucose and insulin metabolism[J]. Metabolism, 1980, 29(6): 498-502. DOI: 10. 1016/0026-0495(80)90074-8.
- [17] Norbiato G, Bevilacqua M, Meroni R, et al. Effects of potassium supplementation on insulin binding and insulin action in human obesity: protein-modified fast and refeeding[J]. Eur J Clin Invest, 1984, 14(6): 414-419. DOI: 10. 1111/j. 1365-2362. 1984. tb01205. x.
- [18] Tal B, Sack J, Yaron M, et al. Increment in dietary potassium predicts weight loss in the treatment of the metabolic syndrome[J]. Nutrients, 2019, 11(6). DOI: 10. 3390/nu11061256.
- [19] Upadhyay SK, Eckel-Mahan KL, Mirbolooki MR, et al. Selective Kv1.3 channel blocker as therapeutic for obesity and insulin resistance[J]. Proc Natl Acad Sci U S A, 2013, 110(24): E2239-E2248. DOI: 10. 1073/pnas. 1221206110.
- [20] Crunkhorn S. Metabolic disease: potassium channel blocker prevents obesity[J]. Nat Rev Drug Discov, 2013, 12(8): 577. DOI: 10. 1038/nrd4081.
- [21] Fallo F, Della MP, Sonino N, et al. Adiponectin and insulin sensitivity in primary aldosteronism[J]. Am J Hypertens, 2007, 20(8): 855-861. DOI: 10. 1016/j. amjhyper. 2007. 03. 012.
- [22] Norbiato G, Bevilacqua M, Meroni R, et al. Effects of potassium supplementation on insulin binding and insulin action in human obesity: protein-modified fast and refeeding[J]. Eur J Clin Invest, 1984, 14(6): 414-419. DOI: 10. 1111/j. 1365-2362. 1984. tb01205. x.

(收稿日期: 2019-09-05)
(本文编辑: 饶颖)