

· 论 著 ·

# 浙江省居民膳食烟酸摄入量与代谢综合征的关联研究

贾成静<sup>1</sup>, 沈郁<sup>2</sup>, 苏丹婷<sup>2</sup>, 王蒙<sup>2</sup>, 黄李春<sup>2</sup>, 胡崇高<sup>2</sup>

1. 宁波大学医学院, 浙江 宁波 315210; 2. 浙江省疾病预防控制中心

**摘要:** **目的** 分析浙江省居民膳食烟酸摄入量与代谢综合征(MS)的关联性, 为MS的膳食干预提供参考。**方法** 采用多阶段整群随机抽样方法, 选择杭州市下城区、宁波市奉化市和温州市苍南县等10个县(市、区)≥18岁常住居民为调查对象。采用中国疾病预防控制中心制定的调查问卷收集一般情况; 测量腰围、血压、血糖和血脂等; 采用连续3天24小时膳食回顾法记录每人每天食物摄入量, 计算烟酸和能量摄入量, 并按烟酸摄入量四分位数分组( $Q_1$ 、 $Q_2$ 、 $Q_3$ 和 $Q_4$ )。采用多因素Logistic回归模型分析烟酸摄入量与MS及其组分异常风险的关联。**结果** 共调查2 438人, 检出MS 871例, 检出率为35.73%。烟酸摄入量的 $M(Q_k)$ 为11.75(5.72) mg/d。多因素Logistic回归分析结果显示, 与烟酸摄入量 $Q_1$ 组比较,  $Q_2$ 组( $OR=0.741$ ,  $95\%CI: 0.561 \sim 0.978$ )和 $Q_4$ 组( $OR=0.679$ ,  $95\%CI: 0.487 \sim 0.947$ ) MS风险降低;  $Q_2$ 组( $OR=0.688$ ,  $95\%CI: 0.516 \sim 0.919$ )和 $Q_4$ 组( $OR=0.678$ ,  $95\%CI: 0.479 \sim 0.960$ )中心性肥胖风险降低;  $Q_4$ 组( $OR=0.721$ ,  $95\%CI: 0.536 \sim 0.969$ )高血糖风险降低。按性别分层, 与烟酸摄入量 $Q_1$ 组比较, 女性 $Q_2$ 组( $OR=0.664$ ,  $95\%CI: 0.453 \sim 0.972$ )和 $Q_3$ 组( $OR=0.646$ ,  $95\%CI: 0.432 \sim 0.965$ ) MS风险降低; 女性 $Q_2$ 组( $OR=0.667$ ,  $95\%CI: 0.460 \sim 0.967$ )和 $Q_3$ 组( $OR=0.607$ ,  $95\%CI: 0.408 \sim 0.902$ )中心性肥胖风险降低; 男性 $Q_2$ 组( $OR=1.836$ ,  $95\%CI: 1.202 \sim 2.805$ )低高密度脂蛋白胆固醇风险增加。**结论** 烟酸摄入量与MS、中心性肥胖和高血糖风险有关。

**关键词:** 烟酸; 代谢综合征; 高血糖; 中心性肥胖; 膳食摄入

中图分类号: R195 文献标识码: A 文章编号: 2096-5087(2021)10-0973-05

## Association of dietary niacin intake with metabolic syndrome among adults in Zhejiang Province

JIA Chengjing\*, SHEN Yu, SU Danting, WANG Meng, HUANG Lichun, HU Chonggao

\*Medical School of Ningbo University, Ningbo, Zhejiang 315210, China

**Abstract: Objective** To explore the association of dietary niacin intake and metabolic syndrome (MS) and its components among adults in Zhejiang Province, so as to provide the reference for dietary intervention of MS. **Methods** Using the multi-stage cluster random sampling method, the permanent residents aged 18 years and above were selected and investigated by a questionnaire developed by China Center for Disease Control and Prevention. Their waist circumference, blood pressure, glucose and lipid were measured. The daily dietary niacin intake of each person were calculated by "24-hour dietary review for 3 consecutive days", and divided into  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$  and  $Q_4$  groups according to quartiles. The multivariate logistic regression model was used to analyze the association of niacin intake with the risks of MS and its components. **Results** Among 2 438 participants, 871 cases with MS were detected, with a detection rate of 35.73%. The multivariate logistic regression analysis showed that compared with niacin intake  $Q_1$  group,  $Q_2$  ( $OR=0.741$ ,  $95\%CI: 0.561-0.978$ ) and  $Q_4$  group ( $OR=0.679$ ,  $95\%CI: 0.487-0.947$ ) had a lower risk of MS,  $Q_2$  ( $OR=0.688$ ,  $95\%CI: 0.516-0.919$ ) and  $Q_4$  group ( $OR=0.678$ ,  $95\%CI: 0.479-0.960$ ) had a lower risk of abdominal obesity,  $Q_4$  group ( $OR=0.721$ ,  $95\%CI: 0.536-0.969$ ) had a lower risk of hyperglycemia. Further stratifying by gender, compared with niacin intake  $Q_1$  group,  $Q_2$  ( $OR=0.664$ ,  $95\%CI: 0.453-0.972$ ) and  $Q_3$  group ( $OR=0.646$ ,  $95\%CI: 0.432-0.965$ ) in women had a lower

DOI: 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2021.10.001

基金项目: 科技基础资源调查专项(2017FY101100)

作者简介: 贾成静, 硕士在读, 主要从事营养流行病学研究工作

通信作者: 胡崇高, E-mail: chghu@cdc.zj.cn

risk of MS,  $Q_2$  ( $OR=0.667$ ,  $95\%CI: 0.460-0.967$ ) and  $Q_3$  group ( $OR=0.607$ ,  $95\%CI: 0.408-0.902$ ) had a lower risk of abdominal obesity;  $Q_2$  group ( $OR=1.836$ ,  $95\%CI: 1.202-2.805$ ) in men had a higher risk of low high-density lipoprotein cholesterol. **Conclusion** Niacin intake is associated with an increased risk of MS, abdominal obesity and hyperglycemia.

**Keywords:** niacin; metabolic syndrome; hyperglycemia; abdominal obesity; dietary intake

代谢综合征 (metabolic syndrome, MS) 是一组复杂的代谢紊乱症候群, 包括中心性肥胖、血脂异常、高血压和高血糖等<sup>[1-2]</sup>。我国成年人 MS 患病率为 33.9%, 60 岁及以上老年人 MS 患病率为 58.1%<sup>[3-4]</sup>。烟酸属于 B 族水溶性维生素, 经消化道吸收转化为烟酰胺, 在细胞能量代谢中起到关键作用<sup>[5]</sup>。烟酸缺乏可增加活性氧化剂产生, 增强炎症反应, 促进脂肪生成, 导致肥胖<sup>[6]</sup>。适量烟酸摄入能降低血脂水平<sup>[7]</sup>, 具有抗炎和改善血管内皮功能的作用<sup>[8]</sup>; 过量可能会导致糖尿病、肝脏损害和消化性溃疡等疾病<sup>[9-10]</sup>。本研究基于 2015 年“中国成人慢性病与营养监测”调查项目浙江省监测资料, 选取浙江省 18 岁及以上常住居民为调查对象, 分析居民膳食烟酸摄入量与 MS 及其组分的关联, 为 MS 的膳食干预策略提供参考。

## 1 对象与方法

**1.1 对象** 基于 2015 年“中国成人慢性病与营养监测”调查项目, 以浙江省死因监测系统的监测县 (市、区) 为基础, 根据地域和城乡因素分层, 选择杭州市下城区、宁波市奉化市、温州市苍南县、嘉兴市海宁市、嘉兴市桐乡市、绍兴市柯桥区、金华市婺城区、衢州市常山县、台州市三门县和丽水市遂昌县为监测点。采用多阶段整群随机抽样方法, 每个监测点采用系统抽样方法抽取 3 个乡镇 (街道), 每个乡镇 (街道) 采用系统抽样方法抽取 2 个行政村 (居委会), 每个行政村 (居委会) 采用简单随机抽样方法抽取 1 个村民/居民小组 ( $\geq 60$  户家庭), 每个村民/居民小组随机抽取 45 户, 以全部  $\geq 18$  岁常住居民 (调查前 12 个月内在监测地区居住 6 个月及以上的中国籍居民, 不包含居住在功能区中的居民) 为调查对象。

### 1.2 方法

**1.2.1 问卷调查** 采用中国疾病预防控制中心制定的调查问卷, 由统一培训的调查人员面对面调查, 内容包括年龄、性别、文化程度、婚姻状况、家族史、吸烟情况、饮酒情况和锻炼时间等。吸烟指调查时存在吸烟行为。饮酒指调查前 12 个月内存在饮酒行为。家族史指亲属 (祖父/外祖父、祖母/外祖母、父亲、母亲、兄弟姐妹) 患有高血压、糖尿病或冠心病。

锻炼时间指 1 天内累计进行中高等强度锻炼或娱乐活动 (如快步走、打太极拳、跑步和游泳等) 的时间。采用连续 3 天 24 小时膳食回顾法记录调查对象每人每天食物摄入量, 根据《中国食物成分表》<sup>[11]</sup> 计算每人每天膳食烟酸和能量摄入量, 并将烟酸摄入量按四分位数分为 4 组:  $Q_1 < P_{25}$ ;  $P_{25} \leq Q_2 < P_{50}$ ;  $P_{50} \leq Q_3 < P_{75}$ ;  $P_{75} \leq Q_4$ 。

**1.2.2 体格检查** 根据 WS/T 424—2013《人群健康监测人体测量方法》<sup>[12]</sup> 测量身高、体重、腰围和血压。测量时要求调查对象脱去鞋、帽和外衣, 身高测量采用金属立柱式身高计, 结果精确到 0.1 cm; 体重测量采用电子体重秤, 结果精确到 0.1 kg。体质指数 (BMI) = 体重 (kg) / [身高 (m)]<sup>2</sup>。腰围测量采用腰围尺绕腰部 1 周, 以腋中线肋弓下缘和髂嵴连线中点的水平位置为测量点, 读数时目光与腰围尺刻度在同一水平面上, 结果精确到 0.1 cm。血压测量采用电子血压计, 测量前安静休息 5 min, 共测量 3 次, 每次测量间隔 1 min, 取平均值, 结果精确到 1 mm Hg。

**1.2.3 实验室检测** 采集调查对象空腹静脉血 8 mL, 检测空腹血糖 (FPG)、总胆固醇 (TC)、三酰甘油 (TG)、高密度脂蛋白胆固醇 (HDL-C) 和低密度脂蛋白胆固醇 (LDL-C)。

**1.3 定义** 根据美国国家胆固醇教育计划成人治疗组第三次指南 (NCEP-ATP III) 标准<sup>[13]</sup>, 具备 3 项及以上可诊断为 MS: (1) 中心性肥胖, 男性腰围  $\geq 90$  cm, 女性  $\geq 80$  cm; (2) 高 TG,  $TG \geq 1.70$  mmol/L 或进行调脂治疗; (3) 低 HDL-C, 男性  $HDL-C < 1.03$  mmol/L, 女性  $HDL-C < 1.30$  mmol/L, 或进行调脂治疗; (4) 高血压, 血压  $\geq 130/85$  mm Hg 或进行降压治疗; (5) 高血糖,  $FPG \geq 5.56$  mmol/L 或进行降糖治疗。

**1.4 统计分析** 采用 SPSS 26.0 软件统计分析。定量资料服从正态分布的采用均数  $\pm$  标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 描述, 组间比较采用  $t$  检验; 不服从正态分布的采用中位数和四分位数间距 [ $M (Q_R)$ ] 描述, 组间比较采用 Wilcoxon 秩和检验。定性资料采用相对数描述, 组间比较采用  $\chi^2$  检验。膳食烟酸摄入量与 MS 及其组分的关联分析采用多因素 Logistic 回归模型。检验水准  $\alpha=0.05$ 。

## 2 结果

2.1 基本情况 共纳入调查对象 2 438 人, 年龄为 18~93 岁, 平均 (56.35±14.68) 岁。男性 1 171 人, 占 48.03%; 女性 1 267 人, 占 51.97%。文化程度以小学以下为主, 1 075 人占 44.09%。已婚/同居 2 217 人, 占 90.94%。吸烟 574 人, 占 23.54%。饮酒 778 人, 占 31.91%。有高血压家族史 738 人, 占 30.27%; 有糖尿病家族史 162 人, 占 6.64%; 有冠心病家族史 96 人, 占 3.94%。BMI 为 (23.45±3.24) kg/m<sup>2</sup>; 能量摄入量为 (404.18±131.47) kJ/d; 烟酸摄入量为 11.75 (5.72) mg/d; 锻炼时间为 45 (30) min/d; TC 水平为 (4.77±0.95) mmol/L。

2.2 MS 组与非 MS 组基本情况比较 检出 MS 871 例, 检出率为 35.73%。中心性肥胖 636 例, 占 26.09%; 高 TG 755 例, 占 30.97%; 低 HDL-C 1 102 例, 占 45.20%; 高血糖 1 053 例, 占 43.19%; 高血压 1 671 例, 占 68.54%。MS 组与非 MS 组的年龄、性别、文化程度、婚姻状况、BMI 和 TC 水平差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。见表 1。

2.3 膳食烟酸摄入量与 MS 及其组分的关联 分别以 MS、中心性肥胖、高 TG、低 HDL-C、高血糖和高血压为应变变量 (0=否, 1=是), 以烟酸摄入量分组为自变量, 调整年龄、性别、文化程度、婚姻状况、吸烟、饮酒、锻炼时间、BMI 和 TC, 进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示: 与烟酸摄入量  $Q_1$  组比较,  $Q_2$  组和  $Q_4$  组 MS 和中心性肥胖风险降低;  $Q_4$  组高血糖风险降低。进一步按性别分层: 与烟酸摄入量  $Q_1$  组比较, 女性  $Q_2$  组和  $Q_3$  组 MS 和中心性肥胖风险降低; 男性  $Q_2$  组低 HDL-C 风险增加。见表 2。

## 3 讨论

本研究结果显示, MS 检出率为 35.73%, 远高于 2009—2010 年浙江省 18 岁以上居民 MS 检出率 (21.57%)<sup>[14]</sup>。中心性肥胖、高 TG、低 HDL-C、高血糖和高血压的检出率分别为 26.09%、30.97%、45.20%、43.19% 和 68.54%; 与 2009—2010 年浙江省 18 岁以上居民<sup>[14]</sup> 比较, 高 TG、低 HDL-C、高血糖和高血压的检出率分别增长 4.63%、31.68%、18.08% 和 29.30%, 中心性肥胖检出率降低 16.58%。

多因素 Logistic 回归分析结果显示, 与  $Q_1$  组比较, 烟酸摄入量  $Q_2$  和  $Q_4$  组的 MS 和中心性肥胖风险降低,  $Q_4$  组的高血糖风险降低。女性  $Q_2$  和  $Q_3$  组 MS 和中心性肥胖风险降低, 男性  $Q_2$  组低 HDL-C 风险

表 1 两组调查对象的基本情况

| 项目                                    | MS 组<br>(n=871) | 非 MS 组<br>(n=1 567) | $t/\chi^2/Z$ 值 | P 值           |
|---------------------------------------|-----------------|---------------------|----------------|---------------|
| 年龄 (岁) <sup>a</sup>                   | 60.89±11.58     | 53.83±15.59         | -11.709        | <0.001        |
| 性别                                    |                 |                     | 8.591          | 0.003         |
| 男                                     | 453 (50.01)     | 718 (45.82)         |                |               |
| 女                                     | 418 (47.99)     | 849 (54.18)         |                |               |
| 文化程度                                  |                 |                     |                |               |
| 小学以下                                  | 438 (50.29)     | 637 (40.65)         | 37.328         | <0.001        |
| 小学/初中                                 | 346 (39.72)     | 643 (41.03)         |                |               |
| 高中及以上                                 | 87 (9.99)       | 287 (18.32)         |                |               |
| 婚姻状况                                  |                 |                     |                | 28.195 <0.001 |
| 未婚                                    | 8 (0.92)        | 73 (4.66)           |                |               |
| 已婚/同居                                 | 801 (91.96)     | 1 416 (90.36)       |                |               |
| 丧偶/离婚/分居                              | 62 (7.12)       | 78 (4.98)           |                |               |
| 吸烟                                    |                 |                     |                | 0.085 0.770   |
| 是                                     | 208 (23.88)     | 366 (23.36)         |                |               |
| 否                                     | 663 (76.12)     | 1 201 (76.64)       |                |               |
| 饮酒                                    |                 |                     |                | 0.031 0.860   |
| 是                                     | 276 (31.69)     | 502 (32.04)         |                |               |
| 否                                     | 595 (68.31)     | 1 065 (67.96)       |                |               |
| 高血压家族史                                |                 |                     |                | 0.001 0.975   |
| 有                                     | 264 (30.31)     | 474 (30.25)         |                |               |
| 无                                     | 607 (69.69)     | 1 093 (69.75)       |                |               |
| 糖尿病家族史                                |                 |                     |                | <0.001 0.983  |
| 有                                     | 58 (6.66)       | 104 (6.64)          |                |               |
| 无                                     | 813 (93.34)     | 1 463 (93.36)       |                |               |
| 冠心病家族史                                |                 |                     |                | 0.872 0.350   |
| 有                                     | 30 (3.44)       | 66 (4.21)           |                |               |
| 无                                     | 841 (96.56)     | 1 501 (95.79)       |                |               |
| 烟酸 (mg/d) <sup>b</sup>                | 11.82 (5.67)    | 11.73 (5.68)        | -0.553         | 0.580         |
| 锻炼时间 (min/d) <sup>b</sup>             | 42 (34)         | 45 (30)             | -0.341         | 0.733         |
| 能量 (kJ/d) <sup>a</sup>                | 408.18±138.30   | 401.95±127.51       | 1.122          | 0.262         |
| BMI (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>a</sup> | 24.73±3.25      | 22.74±3.00          | -15.208        | <0.001        |
| TC (mmol/L) <sup>a</sup>              | 5.09±1.01       | 4.58±0.87           | -13.205        | <0.001        |

注: a 表示采用  $\bar{x} \pm s$  描述, 组间比较采用  $t$  检验; b 表示采用  $M (Q_r)$  描述, 组间比较采用 Wilcoxon 秩和检验; 其他项均采用相对数描述, 组间比较采用  $\chi^2$  检验。

增加, 与既往研究结果<sup>[9]</sup> 一致。有研究认为, 烟酸摄入不足时会引起慢性炎症和氧化应激的增加, 可能与 MS 发病有关<sup>[15]</sup>。另有研究认为烟酸能够刺激食欲, 通过影响大脑神经递质代谢进而影响进食行为<sup>[16]</sup>。动物实验结果表明经烟酸治疗的糖尿病小鼠

表2 烟酸摄入量与MS及其组分关联的多因素 Logistic 回归分析

| 应变量    | 自变量            | 全人群   |       |               | 男     |       |               | 女     |       |               |
|--------|----------------|-------|-------|---------------|-------|-------|---------------|-------|-------|---------------|
|        |                | P值    | OR值   | 95%CI         | P值    | OR值   | 95%CI         | P值    | OR值   | 95%CI         |
| MS     | Q <sub>2</sub> | 0.035 | 0.741 | 0.561 ~ 0.978 | 0.512 | 1.146 | 0.762 ~ 1.723 | 0.035 | 0.664 | 0.453 ~ 0.972 |
|        | Q <sub>3</sub> | 0.250 | 0.842 | 0.628 ~ 1.129 | 0.817 | 0.950 | 0.618 ~ 1.461 | 0.033 | 0.646 | 0.432 ~ 0.965 |
|        | Q <sub>4</sub> | 0.022 | 0.679 | 0.487 ~ 0.947 | 0.553 | 0.868 | 0.543 ~ 1.386 | 0.055 | 0.651 | 0.421 ~ 1.008 |
| 中心性肥胖  | Q <sub>2</sub> | 0.011 | 0.688 | 0.516 ~ 0.919 | 0.460 | 0.812 | 0.468 ~ 1.410 | 0.033 | 0.667 | 0.460 ~ 0.967 |
|        | Q <sub>3</sub> | 0.231 | 0.832 | 0.615 ~ 1.124 | 0.158 | 0.656 | 0.365 ~ 1.178 | 0.014 | 0.607 | 0.408 ~ 0.902 |
|        | Q <sub>4</sub> | 0.029 | 0.678 | 0.479 ~ 0.960 | 0.201 | 0.660 | 0.350 ~ 1.247 | 0.166 | 0.740 | 0.484 ~ 1.132 |
| 高TG    | Q <sub>2</sub> | 0.456 | 1.110 | 0.843 ~ 1.463 | 0.618 | 0.898 | 0.589 ~ 1.370 | 0.449 | 1.156 | 0.794 ~ 1.683 |
|        | Q <sub>3</sub> | 0.487 | 1.108 | 0.829 ~ 1.482 | 0.534 | 0.870 | 0.560 ~ 1.351 | 0.967 | 1.009 | 0.679 ~ 1.499 |
|        | Q <sub>4</sub> | 0.537 | 1.108 | 0.800 ~ 1.535 | 0.686 | 0.907 | 0.563 ~ 1.460 | 0.818 | 1.052 | 0.685 ~ 1.615 |
| 低HDL-C | Q <sub>2</sub> | 0.784 | 1.042 | 0.778 ~ 1.394 | 0.005 | 1.836 | 1.202 ~ 2.805 | 0.178 | 0.751 | 0.495 ~ 1.140 |
|        | Q <sub>3</sub> | 0.345 | 1.159 | 0.853 ~ 1.574 | 0.056 | 1.525 | 0.988 ~ 2.353 | 0.401 | 0.829 | 0.535 ~ 1.284 |
|        | Q <sub>4</sub> | 0.999 | 1.000 | 0.709 ~ 1.411 | 0.121 | 1.460 | 0.905 ~ 2.355 | 0.197 | 0.728 | 0.450 ~ 1.179 |
| 高血糖    | Q <sub>2</sub> | 0.257 | 0.868 | 0.680 ~ 1.108 | 0.249 | 1.254 | 0.853 ~ 1.844 | 0.277 | 1.210 | 0.858 ~ 1.705 |
|        | Q <sub>3</sub> | 0.476 | 0.910 | 0.703 ~ 1.179 | 0.988 | 1.003 | 0.666 ~ 1.511 | 0.805 | 0.956 | 0.668 ~ 1.368 |
|        | Q <sub>4</sub> | 0.030 | 0.721 | 0.536 ~ 0.969 | 0.501 | 0.856 | 0.545 ~ 1.345 | 0.824 | 0.957 | 0.652 ~ 1.407 |
| 高血压    | Q <sub>2</sub> | 0.970 | 1.006 | 0.736 ~ 1.375 | 0.117 | 0.719 | 0.476 ~ 1.086 | 0.144 | 0.693 | 0.423 ~ 1.133 |
|        | Q <sub>3</sub> | 0.821 | 1.039 | 0.748 ~ 1.441 | 0.292 | 0.792 | 0.513 ~ 1.222 | 0.930 | 0.977 | 0.581 ~ 1.642 |
|        | Q <sub>4</sub> | 0.440 | 1.153 | 0.803 ~ 1.656 | 0.385 | 0.814 | 0.512 ~ 1.294 | 0.824 | 0.939 | 0.541 ~ 1.630 |

注: Q<sub>1</sub>为参照组。

己糖激酶活性恢复正常水平, 烟酸通过调节糖异生或糖原分解阻止生成葡萄糖, 降低血糖<sup>[17]</sup>。烟酸还可以抑制二酰基甘油酰基转移酶 2 来降低 TG 水平, 从而导致 HDL-C 水平升高<sup>[18]</sup>。

综上所述, 烟酸摄入量与 MS、中心性肥胖和高血糖存在统计学关联; 女性烟酸摄入量与 MS、中心性肥胖患病风险降低有关; 男性烟酸摄入量与低 HDL-C 风险升高有关。建议在合理膳食的基础上适量补充富含烟酸的食物, 如减少精细米面的摄入, 增加粗粮的补充, 有助于预防 MS 的发生发展。

#### 参考文献

- [1] SAKLAYEN M G. The global epidemic of the metabolic syndrome [J/OL]. *Curr Hypertens Rep*, 2018, 20 (2) [2021-07-26]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29480368>. DOI: 10.1007/s11906-018-0812-z.
- [2] 吴霞, 陆建林, 翁根龙. 老年代谢综合征患者尿酸、B 型脑钠肽和超敏 C 反应蛋白水平分析 [J]. *预防医学*, 2019, 31 (1): 59-61.
- [3] MCCracken E, Monaghan M, Sreenivasan S. Pathophysiology of the metabolic syndrome [J]. *Clin Dermatol*, 2018, 36 (1): 14-20.
- [4] LU J, WANG L, LI M, et al. Metabolic syndrome among adults in China—the 2010 China noncommunicable disease surveillance [J]. *J Clin Endocrinol Meta*, 2016, 102 (2): 2016-2477.
- [5] MAIESE K. New insights for nicotinamide: metabolic disease, autophagy, and mTOR [J]. *Front Biosci (Landmark Ed)*, 2020, 25: 1925-1973.
- [6] GUNANTI I R, MARKS G C, AL-MAMUN A, et al. Low serum vitamin B-12 and folate concentrations and low thiamin and riboflavin intakes are inversely associated with greater adiposity in Mexican American children [J]. *J Nutr*, 2014, 144 (12): 2027-2033.
- [7] TAYLOR J K, PLAISANCE E P, MAHURIN A J, et al. Paraoxonase responses to exercise and niacin therapy in men with metabolic syndrome [J]. *Redox Report*, 2014, 20 (1): 42-48.

(下转第 982 页)