

# 1991—2015年我国九省（自治区）成年人膳食微量营养素摄入的变化趋势及其人口学特征

黄秋敏，王柳森，张兵，王惠君，王志宏

中国疾病预防控制中心营养与健康所，北京 100050

DOI 10.13213/j.cnki.jeom.2019.19089

## 摘要：

**[背景]** 我国居民生活方式发生了深刻的变化，居民营养素摄入状况随之改变，微量营养素摄入不足成为主要营养问题之一。

**[目的]** 本研究旨在分析我国九省（自治区）18~59岁成年人微量营养素摄入的长期变化趋势，为改善成年人膳食及指导营养干预提供依据。

**[方法]** 利用“中国健康与营养调查”1991—2015年膳食随访数据，以18~59岁的成年人作为研究对象，删除人口学信息缺失和膳食数据缺失及能量摄入异常的观测值后，共选取63 723个观测对象进行研究。采用连续“3天24小时膳食回顾法”和家庭称重记账法（食用油和调味品）收集膳食资料，借助食物成分表将食物消费量转换成能量及微量营养素摄入量。

**[结果]** 1991—2015年，调整年龄后，我国九省（自治区）18~59岁成年人硫胺素、尼克酸、钾、钠、钙、磷、镁、铁、锰、锌和铜的平均摄入量均呈下降的趋势，视黄醇、维生素E、硒的平均摄入量波动上升，核黄素无明显变化。2015年成年人视黄醇及硫胺素、核黄素、尼克酸、维生素C、维生素E、钾、钠、钙、磷、镁、铁、锰、锌、铜和硒的平均摄入量分别为682.99 μg/d（以视黄醇活性当量计）及0.85、0.75、14.49、81.13、29.87、1 555.19、4 520.84、345.03、909.84、267.67、21.64、5.54、10.29、1.66 mg/d和43.56 μg/d。男性的钙摄入量高于女性；低年龄组（18~44岁）人群视黄醇、硫胺素、尼克酸摄入量高于高年龄组（45~59岁），低年龄组维生素E、钠、钙摄入量低于高年龄组；中、高收入水平人群尼克酸、钾、磷、铁、锌、铜摄入量大于低收入人群，高收入水平人群硫胺素摄入量大于低收入水平人群，中收入水平人群维生素C摄入量高于低收入人群，核黄素、维生素E、钙、硒的平均摄入量随收入水平增加而增高；城市成年人硫胺素、核黄素、尼克酸、钾、钙、磷、镁、铁、锌、铜、硒的摄入量高于农村。视黄醇、硫胺素和维生素C摄入量小于平均需要量的成年人比例超过50%，核黄素、钙摄入不足人口比例分别超过85%、95%。

**[结论]** 我国九省（自治区）成年人微量营养素摄入不足的发生率较高，钙缺乏问题严重。建议优化膳食结构，增加富含微量营养素食物的摄入以提高微量营养素的摄入水平。

**关键词：**成年人；微量营养素；膳食；变化趋势

**Secular trends in dietary micronutrient intakes and demographic characteristics of adults in nine provinces (autonomous regions) of China from 1991 to 2015** HUANG Qiu-min, WANG Liu-sen, ZHANG Bing, WANG Hui-jun, WANG Zhi-hong (National Institute for Nutrition and Health, Chinese Center for Diseases Control and Prevention, Beijing 100050, China)

## Abstract:

**[Background]** Chinese residents have undergone profound changes in lifestyle, followed by the intake of nutrients, and the lack of micronutrient intakes has become one of the main nutritional problems.

**[Objective]** The aim of this study is to analyze the long-term trends of micronutrient intakes in adults aged 18–59 years in nine provinces (autonomous regions) of China, and to provide evidence for improving adult diet and guiding nutritional interventions.

**[Methods]** The data of China Health and Nutrition Surveys from 1991 to 2015 were used. In this study, the adults aged 18–59 years were selected as study subjects. After excluding those with missing demographic and dietary data or with abnormal energy intake, a total of 63 723 subjects were included in the study. Dietary intakes were collected by 3-day 24-hour dietary recall, and edible oil and condiment intakes were collected by weighing method. Food consumption was

## 组稿专家

王志宏（中国疾病预防控制中心营养与健康所），E-mail：wangzh@ninh.chinacdc.cn

## 基金项目

中国疾病预防控制中心和美国北卡罗来纳大学人口中心合作项目（R01-HD30880, DK056350, R01-HD38700）；国家财政项目（13103110700015005）

## 作者简介

黄秋敏（1995—），女，硕士生；  
E-mail：qmhuanx@qq.com

## 通信作者

王志宏，E-mail：wangzh@ninh.chinacdc.cn

## 伦理审批

已获取

## 利益冲突

无申报

## 收稿日期

2019-02-25

## 录用日期

2019-03-21

## 文章编号

2095-9982(2019)05-0410-08

## 中图分类号

R153

## 文献标志码

A

## ▶引用

黄秋敏，王柳森，张兵，等. 1991—2015年我国九省（自治区）成年人膳食微量营养素摄入的变化趋势及其人口学特征[J]. 环境与职业医学, 2019, 36 (5) : 410-417.

## ▶本文链接

[www.jeom.org/article/cn/10.13213/j.cnki.jeom.2019.19089](http://www.jeom.org/article/cn/10.13213/j.cnki.jeom.2019.19089)

## Funding

This study was funded.

## Correspondence to

WANG Zhi-hong, E-mail: wangzh@ninh.chinacdc.cn

## Ethics approval

Obtained

## Competing interests

None declared

## Received

2019-02-25

## Accepted

2019-03-21

## ▶To cite

HUANG Qiu-min, WANG Liu-sen, ZHANG Bing, et al. Secular trends in dietary micronutrient intakes and demographic characteristics of adults in nine provinces (autonomous regions) of China from 1991 to 2015[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2019, 36(5): 410-417.

## ▶Link to this article

[www.jeom.org/article/en/10.13213/j.cnki.jeom.2019.19089](http://www.jeom.org/article/en/10.13213/j.cnki.jeom.2019.19089)

converted into energy and various micronutrient intakes by an established food composition table.

**[Results]** From 1991 to 2015, the age-adjusted average intakes of thiamine, niacin, potassium, sodium, calcium, phosphorus, magnesium, iron, manganese, zinc, and copper in adults aged 18–59 years in nine provinces (autonomous regions) of China showed downward trends; whereas the age-adjusted average intakes of retinol, vitamin E, and selenium showed upward trends, and riboflavin intake was basically flat. In 2015, the average daily intakes of retinol, thiamine, riboflavin, niacin, vitamin C, vitamin E, potassium, sodium, calcium, phosphorus, magnesium, iron, manganese, zinc, copper, and selenium were 682.99 µg (in retinol activity equivalent), 0.85 mg, 0.75 mg, 14.49 mg, 81.13 mg, 29.87 mg, 1 555.19 mg, 4 520.84 mg, 345.03 mg, 909.84 mg, 267.67 mg, 21.64 mg, 5.54 mg, 10.29 mg, 1.66 mg, and 43.56 µg, respectively. The calcium intake of males was higher than that of females. The intakes of retinol, thiamine, and niacin in the young-age group (18–44 years) were higher than those of the old-age group (45–59 years), and the intakes of vitamin E, sodium, and calcium in the young-age group were lower than those of the old-age group. The intakes of niacin, potassium, phosphorus, iron, zinc, and copper were higher in the middle- and high-income groups than in the low-income group; the intake of thiamine was higher in the high-income group than in the low-income group; the intake of vitamin C was higher in the middle-income group than in the low-income group; the average intakes of riboflavin, vitamin E, calcium, and selenium increased with higher income level. The urban adults had higher intakes of thiamine, riboflavin, niacin, potassium, calcium, phosphorus, magnesium, iron, zinc, copper, and selenium than the rural adults. The proportions of adults with intakes of retinol, thiamine, and vitamin C less than estimated average requirements all exceeded 50% of total surveyed adults. The proportions of adults with riboflavin and calcium intakes less than corresponding estimated average requirements exceeded 85% and 95% respectively.

**[Conclusion]** The adults in nine provinces (autonomous regions) of China show highly prevalent micronutrient insufficiency, especially calcium deficiency. Therefore, it is suggested to increase food diversity and intakes of micronutrient-rich foods to increase micronutrient intakes.

**Keywords:** adult; micronutrient; diet; secular trend

微量营养素是维持人体正常生命活动所必需的物质，对人体健康和某些慢性非传染性疾病的防治有重要作用。随着中国社会、经济和文化持续发展，城镇化和老龄化加剧，中国居民食物消费数量与质量明显提高，能量摄入充足，蛋白质营养状况有所改善，但仍普遍存在微量营养素摄入不足的问题<sup>[1]</sup>。及时反映中国现阶段成年人的微量营养素摄入水平，是对其开展针对性膳食指导，以及进行相关疾病预防的重要基础，也是评价、指导居民促进营养与健康的根本。本研究拟利用“中国健康与营养调查”数据，分析成年人微量营养素摄入趋势，以及不同特征人群微量营养素摄入量分布和存在摄入不足风险比例的差异，以期评价成年人膳食微量营养素摄入状况，为改善成年人膳食和指导营养干预提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 数据来源

本研究数据来源于中国疾病预防控制中心营养与健康所和美国北卡罗来纳大学合作的“中国健康与营养调查”开放式纵向追踪研究。该项目在1989、1991、1993、1997、2000、2004、2006、2009、2011、2015年开展了共10轮随访调查，在黑龙江（1997年开始参加）、辽宁（1997年未参加）、山东、江苏、河南、湖南、湖北、广西和贵州九省（自治区）进行，2011年增加了北京、上海、重庆三个直辖市，2015年增加了陕西、云南、浙江三省；尽量追访调查对象，保持调

查户的稳定性和一致性。调查采用多阶段分层整群随机抽样，在每个省（自治区）选取2个城市和4个县，在每个选中的城市点随机选择2个街道居委会和2个郊区村，在每个选中的县选择1个县政府所在地居委会和3个自然村，在每个调查点（居委会/村）随机选取20户家庭，对调查户内的所有家庭成员进行住户调查、体格测量、膳食调查和社区调查等。为了保证历次追踪调查数据质量，该项目严格按照既定的质量控制规范执行，采用统一培训、统一调查方法和调查表格，并确定质量控制员，负责现场及调查全过程的质量控制。具体抽样方法、调查方案和质量控制措施参见文献[2-4]。该项目通过中国疾病预防控制中心营养与健康所伦理审查委员会审查（批准号：201524），所有调查对象在调查之前均签署了知情同意书。

### 1.2 研究对象

该项目1989年仅调查了18~45岁人群，因此本研究选择参加过1991—2015年间9轮研究的九省（自治区）18~59岁成年人作为调查对象。删除人口学信息缺失（年龄、性别、收入、城乡）、膳食数据缺失和每日能量摄入异常（男性：能量摄入高于25 080 kJ或低于33 441 kJ；女性：能量摄入高于16 720 kJ或低于2 508 kJ）<sup>[5]</sup>的观测值后，共有63 723个观测对象纳入分析。

### 1.3 膳食调查及微量营养素摄入评价方法

采用连续“3天24小时膳食回顾法”收集个人食物摄入量，采用家庭称重记账法收集3d的食用油和调味品消费量，将家庭食用油和调味品消费量按家庭

中个人能量消费比例分配到个人。依据《中国食物成分表》<sup>[6]</sup>进行营养成分分析,计算平均每人每日膳食中各类微量营养素摄入量,结果以平均每人每日摄入量的“均数±标准差”表述。平均需要量(estimated average requirement, EAR)指满足某一特定性别、年龄及生理状况群体中50%个体需要量的摄入水平,用于评估群体中某营养素摄入不足的发生率<sup>[7]</sup>。依据《中国居民膳食营养素参考摄入量(2013版)》<sup>[8]</sup>中微量营养素的EAR,分析成年人易于出现的视黄醇、硫胺素、核黄素、维生素C、钙和铁摄入不足风险(平均每人每日摄入量低于EAR)的人口比例特点,评价成年人膳食微量营养素摄入情况。

#### 1.4 统计学分析

应用SAS 9.2软件进行数据的整理分析。不同年份微量营养素摄入量采用协方差分析比较,结合差异

性比较结果和均数变化判断增减趋势。2015年不同人群微量营养素摄入量在性别、年龄、城乡间的比较采用Wilcoxon秩和检验,在收入水平(以收入水平的1/3为界,分为低、中、高3层)间的两两比较采用Dwass-Steel-Critchlow-Fligner秩和检验(统计量为DSCF),主要微量营养素摄入量与EAR的比较采用 $\chi^2$ 检验。各年份小于EAR人群比例的变化趋势采用Cochran-Armitage趋势检验。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

## 2 结果

### 2.1 基本信息

1991—2015年,我国九省(自治区)纳入分析的18~59岁成年人数分别为7 484、7 202、7 517、8 175、7 302、6 967、7 071、6 309、5 696名,其人口学特征分布见表1。

表1 1991—2015年我国九省(自治区)成年人的人口学特征(*n*, %)

Table 1 Demographic characteristics of adults recruited in nine provinces (autonomous regions) of China from 1991 to 2015

| 类别 (Characteristic) | 1991             | 1993             | 1997             | 2000             | 2004              | 2006              | 2009              | 2011              | 2015              |
|---------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 性别 (Gender)         |                  |                  |                  |                  |                   |                   |                   |                   |                   |
| 男 (Male)            | 3 573 (47.74)    | 3 462 (48.07)    | 3 753 (49.93)    | 4 050 (49.54)    | 3 536 (48.43)     | 3 364 (48.28)     | 3 436 (48.59)     | 2 993 (47.44)     | 2 754 (48.35)     |
| 女 (Female)          | 3 911 (52.26)    | 3 740 (51.93)    | 3 764 (50.07)    | 4 125 (50.46)    | 3 766 (51.57)     | 3 603 (51.72)     | 3 635 (51.41)     | 3 316 (52.56)     | 2 942 (51.65)     |
| 年龄(岁) (Age, years)  |                  |                  |                  |                  |                   |                   |                   |                   |                   |
| 18~44               | 5 614 (75.01)    | 5 319 (73.85)    | 5 207 (69.27)    | 5 250 (64.22)    | 4 110 (56.29)     | 3 864 (55.46)     | 3 691 (52.20)     | 3 065 (48.58)     | 2 574 (45.19)     |
| 45~59               | 1 870 (24.99)    | 1 883 (26.15)    | 2 310 (30.73)    | 2 925 (35.78)    | 3 192 (43.71)     | 3 103 (44.54)     | 3 380 (47.80)     | 3 244 (51.42)     | 3 122 (54.81)     |
| 收入水平*               |                  |                  |                  |                  |                   |                   |                   |                   |                   |
| Household income    |                  |                  |                  |                  |                   |                   |                   |                   |                   |
| 低 (Low)             | 2 495 (1 287.90) | 2 401 (1 267.35) | 2 504 (1 681.18) | 2 726 (1 780.07) | 2 433 (2 016.46)  | 2 324 (2 277.11)  | 2 358 (3 770.11)  | 2 103 (4 615.38)  | 1 898 (4 514.99)  |
| 中 (Middle)          | 2 494 (2 875.09) | 2 400 (2 959.47) | 2 508 (3 815.69) | 2 725 (4 717.95) | 2 436 (5 664.50)  | 2 319 (6 527.78)  | 2 356 (9 452.50)  | 2 105 (11 868.54) | 1 899 (15 094.34) |
| 高 (High)            | 2 495 (5 099.20) | 2 401 (6 144.93) | 2 505 (7 467.75) | 2 724 (9 441.44) | 2 433 (13 108.86) | 2 324 (15 070.14) | 2 357 (21 368.47) | 2 101 (25 151.44) | 1 899 (34 564.35) |
| 城乡 (Area)           |                  |                  |                  |                  |                   |                   |                   |                   |                   |
| 农村 (Rural)          | 5 051 (67.49)    | 5 120 (71.09)    | 5 327 (70.87)    | 5 837 (71.40)    | 5 225 (71.56)     | 4 954 (71.11)     | 4 979 (70.41)     | 4 388 (69.55)     | 4 024 (70.65)     |
| 城市 (Urban)          | 2 433 (32.51)    | 2 082 (28.91)    | 2 190 (29.13)    | 2 338 (28.60)    | 2 077 (28.44)     | 2 013 (28.89)     | 2 092 (29.59)     | 1 921 (30.45)     | 1 672 (29.35)     |
| 总计 (Total)          | 7 484 (100.00)   | 7 202 (100.00)   | 7 517 (100.00)   | 8 175 (100.00)   | 7 302 (100.00)    | 6 967 (100.00)    | 7 071 (100.00)    | 6 309 (100.00)    | 5 696 (100.00)    |

[注]\*:收入水平括号中内容为中位数收入。

[Note]: Median household income in brackets.

#### 2.2 微量营养素摄入趋势

**2.2.1 维生素** 调整年龄后,1991—2015年,我国九省(自治区)18~59岁成年人硫胺素和尼克酸的平均摄入量呈逐渐下降的趋势,视黄醇和维生素E摄入量波动上升,维生素C摄入量波动下降,核黄素摄入量无明显的变化趋势(表2)。2015年成年人视黄醇和硫胺素、核黄素、尼克酸、维生素C、维生素E的平均摄入量分别为682.99 μg/d和0.85、0.75、14.49、81.13、29.87 mg/d;与1991年相比,硫胺素、尼克酸、维生素C的平均摄入量分别降低了0.37、2.65、14.83 mg/d,视黄醇、维生素E的平均摄入量分别增加了56.88 μg/d、

6.58 mg/d(表2)。

2015年成年男、女各种维生素的平均摄入量差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。在不同年龄组,视黄醇、硫胺素、尼克酸和维生素E的平均摄入量差异有统计学意义( $Z$ 分别为2.41、1.96、3.10、-5.80, $P<0.05$ ),18~44岁年龄组成年人视黄醇、硫胺素和尼克酸平均摄入量高于45~59岁年龄组,但维生素E的平均摄入量低于后者。在不同收入水平,中、高收入成年人尼克酸的平均摄入量大于低收入水平( $DSCF$ 分别为7.98、9.25, $P<0.05$ );高收入水平硫胺素平均摄入量大于低收入水平( $DSCF=3.33$ , $P<0.05$ );中收入

水平成年人维生素C的平均摄入量略高于低收入水平( $DSCF=5.01, P<0.05$ )；核黄素( $DSCF$ 分别为14.12、4.70、9.48,  $P<0.05$ )、维生素E( $DSCF$ 分别为9.21、4.03、5.40,  $P<0.05$ )平均摄入量随收入水平增加而增加。城乡对比显示，城市成年人硫胺素、核黄素和尼克酸的平均摄入量高于农村地区( $Z$ 分别为2.25、6.90、5.48,  $P<0.05$ )，但视黄醇摄入量低于农村地区( $Z=5.31, P<0.05$ )（表3）。

**2.2.2 矿物质** 调整年龄后，1991—2015年，我国九省(自治区)18~59岁成年人钾、钠、钙、磷、镁、铁、锰、锌和铜的平均摄入量波动下降，硒的平均摄入量波动上升(表2)。2015年成年人钾、钠、钙、磷、镁、铁、锰、锌、铜和硒的平均摄入量分别为1555.19、4520.84、345.03、909.84、267.67、21.64、5.54、10.29、1.66 mg/d和43.56 μg/d；与1991年相比，钾、钠、钙、磷、镁、铁、锰、锌、铜的平均摄入量分别降低了221.12、2683.42、27.43、284.66、60.60、1.61、3.18、1.80、0.79 mg/d，硒的

平均摄入量上升了7.57 μg/d(表2)。

2015年成年男性钙的平均摄入量高于成年女性( $Z=2.39, P<0.05$ )。18~44岁年龄组成年人钠和钙的平均摄入量低于45~59岁年龄组( $Z$ 分别为-6.29、-3.34,  $P<0.05$ )。在不同收入水平，高收入水平成年人钠的平均摄入量高于中、低收入水平( $DSCF$ 分别为4.17、5.57,  $P<0.05$ )；中、高收入水平成年人钾( $DSCF$ 分别为11.09、7.86,  $P<0.05$ )、磷( $DSCF$ 分别为6.99、3.77,  $P<0.05$ )、铁( $DSCF$ 分别为7.67、5.90,  $P<0.05$ )、锌( $DSCF$ 分别为8.53、6.01,  $P<0.05$ )、铜( $DSCF$ 分别为7.99、7.86,  $P<0.05$ )的平均摄入量高于低收入水平者；钙( $DSCF$ 分别为12.59、4.22、8.79,  $P<0.05$ )、硒( $DSCF$ 分别为10.08、5.59、4.63,  $P<0.05$ )平均摄入量随收入水平增加而增加。城乡对比显示，城市成年人钾、钙、磷、镁、铁、锌、铜和硒的平均摄入量高于农村地区( $Z$ 分别为5.85、5.27、4.90、2.22、4.24、5.77、2.78、7.57,  $P<0.05$ )（表3）。

表2 1991—2015年我国九省(自治区)成年人平均每日微量营养素摄入情况( $\bar{x}\pm s$ )

Table 2 The average daily micronutrient intakes of adults in nine provinces (autonomous regions) of China from 1991 to 2015

| 微量营养素<br>Micronutrient          | 1991                       | 1993                       | 1997                       | 2000                       | 2004                        | 2006                        | 2009                       | 2011                       | 2015                      |
|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 视黄醇(μg) <sup>*</sup><br>Retinol | 626.11±9.97 <sup>ab</sup>  | 592.87±10.14 <sup>a</sup>  | 606.48±9.89 <sup>ab</sup>  | 598.75±9.47 <sup>ab</sup>  | 593.98±10.02 <sup>a</sup>   | 596.55±10.27 <sup>ab</sup>  | 630.18±10.20 <sup>ab</sup> | 642.24±10.81 <sup>bc</sup> | 682.99±11.39 <sup>c</sup> |
| 硫胺素(mg)<br>Thiamine             | 1.22±0.01 <sup>a</sup>     | 1.21±0.01 <sup>a</sup>     | 1.16±0.01                  | 1.08±0.01 <sup>b</sup>     | 1.08±0.01 <sup>b</sup>      | 1.07±0.01 <sup>b</sup>      | 1.00±0.01                  | 0.89±0.01                  | 0.85±0.01                 |
| 核黄素(mg)<br>Riboflavin           | 0.75±0.01 <sup>ad</sup>    | 0.77±0.01 <sup>abd</sup>   | 0.79±0.01 <sup>abc</sup>   | 0.78±0.01 <sup>abd</sup>   | 0.80±0.01 <sup>bc</sup>     | 0.80±0.01 <sup>bc</sup>     | 0.82±0.01 <sup>c</sup>     | 0.78±0.01 <sup>abd</sup>   | 0.75±0.01 <sup>d</sup>    |
| 尼克酸(mg)<br>Niacin               | 17.14±0.08                 | 16.72±0.08 <sup>a</sup>    | 16.58±0.08 <sup>a</sup>    | 15.78±0.07 <sup>b</sup>    | 15.60±0.08 <sup>b</sup>     | 15.21±0.08 <sup>c</sup>     | 14.99±0.08 <sup>cd</sup>   | 14.79±0.08 <sup>de</sup>   | 14.49±0.09 <sup>e</sup>   |
| 维生素C(mg)<br>Vitamin C           | 95.96±0.88 <sup>a</sup>    | 98.56±0.90 <sup>a</sup>    | 91.29±0.87 <sup>b</sup>    | 90.65±0.84 <sup>bc</sup>   | 90.17±0.89 <sup>bc</sup>    | 86.77±0.91 <sup>cd</sup>    | 84.56±0.90 <sup>d</sup>    | 79.21±0.96 <sup>e</sup>    | 81.13±1.01 <sup>de</sup>  |
| 维生素E(mg)<br>Vitamin E           | 23.29±0.26 <sup>a</sup>    | 22.9±0.27 <sup>a</sup>     | 32.18±0.26 <sup>c</sup>    | 31.99±0.25 <sup>c</sup>    | 31.99±0.26 <sup>c</sup>     | 33.02±0.27 <sup>cd</sup>    | 33.49±0.27 <sup>d</sup>    | 36.49±0.28                 | 29.87±0.30                |
| 钾(mg)<br>Potassium              | 1776.31±8.96 <sup>ad</sup> | 1793.29±9.11 <sup>ab</sup> | 1820.55±8.89 <sup>b</sup>  | 1731.28±8.51 <sup>ce</sup> | 1705.36±9.00 <sup>cde</sup> | 1771.28±9.23 <sup>ad</sup>  | 1743.37±9.17 <sup>de</sup> | 1712.56±9.72 <sup>e</sup>  | 1555.19±10.24             |
| 钠(mg)<br>Sodium                 | 7204.26±69.92 <sup>a</sup> | 6657.13±71.13 <sup>b</sup> | 6828.59±69.41 <sup>b</sup> | 6847.88±66.41 <sup>b</sup> | 5600.82±70.27 <sup>c</sup>  | 5517.35±72.04 <sup>ce</sup> | 5202.26±71.55 <sup>e</sup> | 5567.16±75.87 <sup>c</sup> | 4520.84±79.93             |
| 钙(mg)<br>Calcium                | 372.46±2.85 <sup>a</sup>   | 374.53±2.90 <sup>a</sup>   | 411.64±2.83 <sup>bce</sup> | 411.79±2.71 <sup>be</sup>  | 401.70±2.87 <sup>bcd</sup>  | 398.82±2.94 <sup>cde</sup>  | 398.18±2.92 <sup>d</sup>   | 385.01±3.09 <sup>de</sup>  | 345.03±3.26               |
| 磷(mg)<br>Phosphorus             | 1194.50±4.23               | 1168.11±4.30               | 1099.87±4.20               | 1035.06±4.01 <sup>a</sup>  | 1055.32±4.25 <sup>b</sup>   | 1040.10±4.36 <sup>ab</sup>  | 1013.38±4.33               | 960.05±4.59                | 909.84±4.83               |
| 镁(mg)<br>Magnesium              | 328.27±1.57 <sup>ab</sup>  | 329.54±1.60 <sup>ab</sup>  | 359.44±1.56                | 330.97±1.49 <sup>a</sup>   | 323.91±1.58 <sup>b</sup>    | 315.60±1.62                 | 304.27±1.61                | 292.29±1.71                | 267.67±1.80               |
| 铁(mg)<br>Iron                   | 23.25±0.12                 | 21.77±0.13 <sup>c</sup>    | 25.73±0.12                 | 24.53±0.12                 | 23.29±0.13 <sup>a</sup>     | 23.05±0.13 <sup>ab</sup>    | 22.58±0.13 <sup>b</sup>    | 21.77±0.14 <sup>c</sup>    | 21.64±0.14 <sup>c</sup>   |
| 锰(mg)<br>Manganese              | 8.72±0.06                  | 8.24±0.06                  | 7.77±0.06                  | 7.13±0.06 <sup>a</sup>     | 7.09±0.06 <sup>ab</sup>     | 6.81±0.06 <sup>bc</sup>     | 6.57±0.06 <sup>cd</sup>    | 6.69±0.07 <sup>d</sup>     | 5.54±0.07                 |
| 锌(mg)<br>Zinc                   | 12.09±0.05 <sup>a</sup>    | 11.86±0.05 <sup>bc</sup>   | 12.44±0.05                 | 11.92±0.04 <sup>ab</sup>   | 11.88±0.05 <sup>abc</sup>   | 11.71±0.05 <sup>c</sup>     | 11.34±0.05                 | 10.84±0.05                 | 10.29±0.05                |
| 铜(mg)<br>Copper                 | 2.45±0.01 <sup>a</sup>     | 2.33±0.01                  | 2.39±0.01 <sup>a</sup>     | 2.21±0.01                  | 2.13±0.01 <sup>b</sup>      | 2.12±0.01 <sup>b</sup>      | 2.03±0.01                  | 1.85±0.01                  | 1.66±0.01                 |
| 硒(μg)<br>Selenium               | 35.99±0.34 <sup>a</sup>    | 36.33±0.35 <sup>a</sup>    | 43.28±0.34 <sup>bef</sup>  | 41.89±0.32 <sup>b</sup>    | 44.92±0.34 <sup>cdf</sup>   | 45.91±0.35 <sup>cde</sup>   | 45.38±0.35 <sup>de</sup>   | 44.54±0.37 <sup>ef</sup>   | 43.56±0.39 <sup>f</sup>   |

[注] 具有不同字母者差异有统计学意义。<sup>\*</sup>：以视黄醇活性当量计。

[Note] Statistical significant differences between two groups are marked with different superscript letters. <sup>\*</sup>: In retinol activity equivalent.

表3 2015年我国九省(自治区)不同特征成年人平均每日微量营养素摄入情况( $\bar{x}\pm s$ )  
Table 3 The average daily micronutrient intake of adults grouped by demographic characteristics in nine provinces (autonomous regions) of China in 2015

| 微量营养素<br>Micronutrients | 性别 (Gender)                  |                              | 年龄 (岁) (Age, years)          |                              | 收入水平 (Household income)      |                              |                              | 城乡 (Urban and rural)         |                              |
|-------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|                         | 男 (Male)                     | 女 (Female)                   | 18~44                        | 45~59                        | 低 (Low)                      | 中 (Middle)                   | 高 (High)                     | 农村 (Rural)                   | 城市 (Urban)                   |
| 视黄醇 (μg)<br>Retinol     | 684.33±1330.66 <sup>a</sup>  | 679.02±1367.62 <sup>a</sup>  | 737.31±1478.11 <sup>a</sup>  | 635.65±1232.30 <sup>b</sup>  | 687.38±1587.17 <sup>a</sup>  | 711.37±1220.74 <sup>b</sup>  | 646.02±1206.80 <sup>b</sup>  | 686.90±1450.49 <sup>a</sup>  | 668.81±1069.42 <sup>b</sup>  |
| 硫胺素 (mg)<br>Thiamine    | 0.86±0.40 <sup>a</sup>       | 0.84±0.38 <sup>a</sup>       | 0.86±0.39 <sup>a</sup>       | 0.84±0.39 <sup>b</sup>       | 0.84±0.39 <sup>a</sup>       | 0.85±0.39 <sup>ab</sup>      | 0.86±0.39 <sup>b</sup>       | 0.84±0.39 <sup>a</sup>       | 0.87±0.39 <sup>b</sup>       |
| 核黄素 (mg)<br>Riboflavin  | 0.76±0.37 <sup>a</sup>       | 0.74±0.33 <sup>a</sup>       | 0.75±0.35 <sup>a</sup>       | 0.75±0.35 <sup>a</sup>       | 0.70±0.34 <sup>a</sup>       | 0.75±0.31 <sup>b</sup>       | 0.80±0.38 <sup>c</sup>       | 0.73±0.33 <sup>a</sup>       | 0.80±0.39 <sup>b</sup>       |
| 尼克酸 (mg)<br>Niacin      | 14.63±6.59 <sup>a</sup>      | 14.28±6.05 <sup>a</sup>      | 14.62±6.07 <sup>a</sup>      | 14.30±6.51 <sup>b</sup>      | 13.64±6.11 <sup>a</sup>      | 14.71±6.00 <sup>b</sup>      | 14.99±6.75 <sup>b</sup>      | 14.13±6.21 <sup>a</sup>      | 15.20±6.53 <sup>b</sup>      |
| 维生素C (mg)<br>Vitamin C  | 82.94±155.04 <sup>a</sup>    | 80.25±140.94 <sup>a</sup>    | 77.83±121.86 <sup>a</sup>    | 84.62±166.32 <sup>a</sup>    | 79.14±163.06 <sup>a</sup>    | 79.91±123.59 <sup>b</sup>    | 85.59±154.21 <sup>ab</sup>   | 81.21±150.07 <sup>a</sup>    | 82.37±142.66 <sup>a</sup>    |
| 维生素E (mg)<br>Vitamin E  | 30.79±26.50 <sup>a</sup>     | 29.42±22.65 <sup>a</sup>     | 28.45±23.50 <sup>a</sup>     | 31.42±25.39 <sup>b</sup>     | 27.86±23.40 <sup>a</sup>     | 29.68±21.59 <sup>b</sup>     | 32.70±28.11 <sup>c</sup>     | 30.53±26.24 <sup>a</sup>     | 29.01±20.08 <sup>a</sup>     |
| 钾 (mg)<br>Potassium     | 1579.66±815.36 <sup>a</sup>  | 1532.59±666.36 <sup>a</sup>  | 1548.15±728.03 <sup>a</sup>  | 1561.28±754.19 <sup>a</sup>  | 1471.44±711.30 <sup>a</sup>  | 1557.81±643.90 <sup>b</sup>  | 1636.75±848.54 <sup>b</sup>  | 1526.80±756.59 <sup>a</sup>  | 1624.06±702.74 <sup>b</sup>  |
| 钠 (mg)<br>Sodium        | 4594.02±5739.32 <sup>a</sup> | 4512.00±4866.83 <sup>a</sup> | 4204.24±4414.93 <sup>a</sup> | 4838.09±5926.90 <sup>b</sup> | 4348.44±4498.37 <sup>a</sup> | 4459.81±4103.97 <sup>a</sup> | 4846.61±6876.15 <sup>b</sup> | 4651.90±5989.12 <sup>a</sup> | 4310.41±3085.88 <sup>a</sup> |
| 钙 (mg)<br>Calcium       | 354.35±211.49 <sup>a</sup>   | 340.3±187.46 <sup>b</sup>    | 338.73±193.00 <sup>a</sup>   | 353.99±204.56 <sup>b</sup>   | 324.97±199.44 <sup>a</sup>   | 345.20±171.04 <sup>b</sup>   | 371.09±222.25 <sup>c</sup>   | 338.95±194.00 <sup>a</sup>   | 366.68±211.08 <sup>b</sup>   |
| 磷 (mg)<br>Phosphorus    | 922.45±359.38 <sup>a</sup>   | 896.53±310.15 <sup>a</sup>   | 908.67±336.34 <sup>a</sup>   | 909.39±334.08 <sup>a</sup>   | 886.41±340.98 <sup>a</sup>   | 904.32±311.74 <sup>b</sup>   | 936.45±349.60 <sup>b</sup>   | 896.90±333.84 <sup>a</sup>   | 938.34±336.34 <sup>b</sup>   |
| 镁 (mg)<br>Magnesium     | 271.00±129.74 <sup>a</sup>   | 265.25±112.12 <sup>a</sup>   | 265.41±122.03 <sup>a</sup>   | 270.19±120.09 <sup>a</sup>   | 266.15±125.81 <sup>a</sup>   | 264.75±107.08 <sup>a</sup>   | 273.19±128.81 <sup>a</sup>   | 266.39±122.11 <sup>a</sup>   | 271.98±118.18 <sup>b</sup>   |
| 铁 (mg)<br>Iron          | 21.93±11.14 <sup>a</sup>     | 21.33±10.51 <sup>a</sup>     | 21.61±10.94 <sup>a</sup>     | 21.64±10.73 <sup>a</sup>     | 20.60±10.46 <sup>a</sup>     | 21.87±10.59 <sup>b</sup>     | 22.40±11.32 <sup>b</sup>     | 21.30±10.71 <sup>a</sup>     | 22.40±11.06 <sup>b</sup>     |
| 锰 (mg)<br>Manganese     | 5.53±3.70 <sup>a</sup>       | 5.49±5.91 <sup>a</sup>       | 5.62±6.81 <sup>a</sup>       | 5.42±2.59 <sup>a</sup>       | 5.49±3.71 <sup>a</sup>       | 5.57±6.33 <sup>a</sup>       | 5.46±4.48 <sup>a</sup>       | 5.50±4.91 <sup>a</sup>       | 5.52±5.09 <sup>a</sup>       |
| 锌 (mg)<br>Zinc          | 10.42±4.25 <sup>a</sup>      | 10.12±3.75 <sup>a</sup>      | 10.32±4.01 <sup>a</sup>      | 10.23±3.99 <sup>a</sup>      | 9.88±3.99 <sup>a</sup>       | 10.29±3.76 <sup>b</sup>      | 10.64±4.20 <sup>b</sup>      | 10.08±3.95 <sup>a</sup>      | 10.72±4.09 <sup>b</sup>      |
| 铜 (mg)<br>Copper        | 1.70±0.90 <sup>a</sup>       | 1.63±0.80 <sup>a</sup>       | 1.65±0.88 <sup>a</sup>       | 1.67±0.82 <sup>a</sup>       | 1.59±0.85 <sup>a</sup>       | 1.67±0.83 <sup>b</sup>       | 1.73±0.86 <sup>b</sup>       | 1.64±0.81 <sup>a</sup>       | 1.72±0.93 <sup>b</sup>       |
| 硒 (μg)<br>Selenium      | 44.12±22.87 <sup>a</sup>     | 42.85±22.00 <sup>a</sup>     | 43.40±22.44 <sup>a</sup>     | 43.52±22.43 <sup>a</sup>     | 40.83±20.48 <sup>a</sup>     | 43.24±21.39 <sup>b</sup>     | 46.32±24.86 <sup>c</sup>     | 42.01±21.52 <sup>a</sup>     | 46.98±24.14 <sup>b</sup>     |

[注] 具有不同字母者差异有统计学意义。\* : 以视黄醇活性当量计。

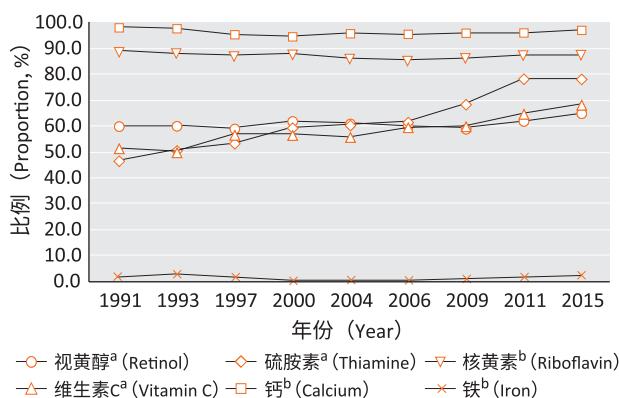
[Note] Statistical significant differences between two groups are marked with different superscript letters. \*: In retinol activity equivalent.

### 2.3 微量营养素摄入状况

**2.3.1 微量营养素摄入量分布的变化趋势** 1991—2015年, 我国九省(自治区)钙摄入量小于EAR的成年人比例超过了95%, 核黄素摄入量小于EAR的成年人比例超过了85%; 视黄醇、硫胺素和维生素C摄入量小于EAR的成年人比例均大致在50%以上, 其中出现视黄醇摄入不足风险的人口比例超过了60%; 铁摄入量小于EAR的成年人比例保持在1%左右。成年人可能出现视黄醇( $Z=4.53$ ,  $P<0.05$ )、维生素C( $Z=25.38$ ,  $P<0.05$ )和硫胺素( $Z=51.52$ ,  $P<0.05$ )摄入量不足的人口比例呈增长趋势, 可能出现核黄素( $Z=-5.11$ ,  $P<0.05$ )、钙( $Z=-6.04$ ,  $P<0.05$ )和铁( $Z=-4.70$ ,  $P<0.05$ )摄入量不足的人口比例呈下降趋势(图1)。

**2.3.2 不同人群微量营养素摄入量分布** 2015年我

国九省(自治区)成年人的下述微量营养素的平均摄入量低于EAR的人口比例的性别差异有统计学意义( $P<0.05$ ), 其中视黄醇、硫胺素和核黄素为男性高于女性, 维生素C、钙和铁为女性高于男性(图2)。视黄醇和维生素C的平均摄入量低于EAR的人口比例在高、低年龄组中也有差异( $P<0.05$ ), 视黄醇为高年龄组高于低年龄组, 维生素C为低年龄组高于高年龄组(图3)。核黄素、维生素C、钙和铁的平均摄入量低于EAR的人口比例在不同收入人群中也有差异( $P<0.05$ ), 核黄素、维生素C和铁缺乏的比例随着收入水平的增高而降低, 钙缺乏的比例从高到低依次为中、低、高收入人群(图4)。视黄醇、核黄素和钙的平均摄入量低于EAR的人口比例的城乡有差异( $P<0.05$ ), 均为城市低于农村(图5)。

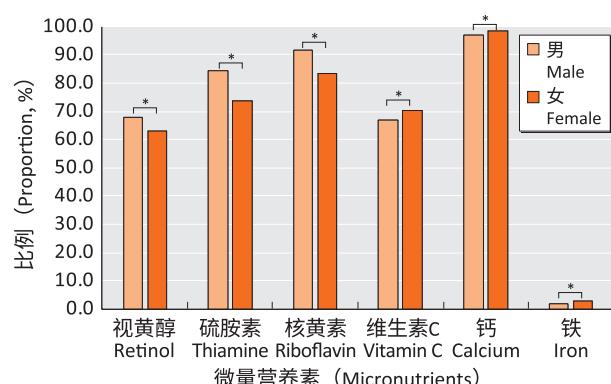


[注] 采用 Cochran-Armitage 趋势检验, a 表示上升趋势 ( $P < 0.05$ ), b 表示下降趋势 ( $P < 0.05$ )。

[Note] Results from Cochran-Armitage analysis, a: upward trend ( $P < 0.05$ ), b: downward trend ( $P < 0.05$ ).

图 1 1991—2015 年我国九省 (自治区) 成年人微量营养素摄入量低于平均需要量 (EAR) 的比例 (%)

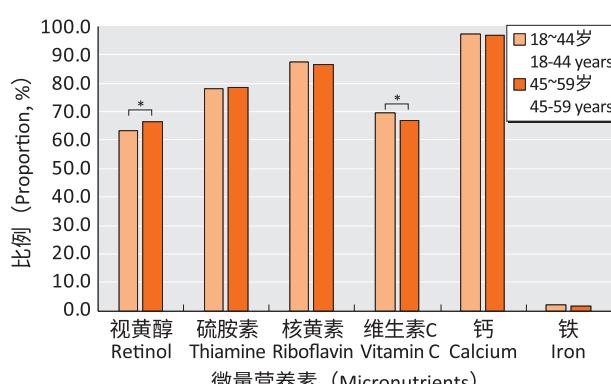
Figure 1 The proportion of adults with average daily micronutrient intakes lower than estimated average requirements in nine provinces (autonomous regions) of China from 1991 to 2015



[注 (Note)] \* :  $P < 0.05$ 。

图 2 2015 年我国九省 (自治区) 不同性别成年人平均每日微量营养素摄入低于平均需要量 (EAR) 的比例 (%)

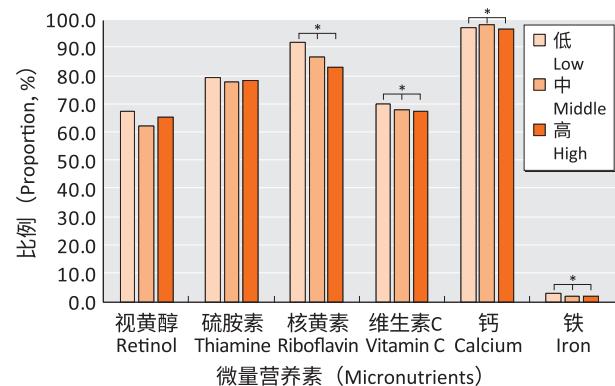
Figure 2 The proportion of adults with gender-specific average daily micronutrient intakes lower than estimated average requirements in nine provinces (autonomous regions) of China in 2015



[注 (Note)] \* :  $P < 0.05$ 。

图 3 2015 年我国九省 (自治区) 不同年龄成年人平均每日微量营养素摄入低于平均需要量 (EAR) 的比例 (%)

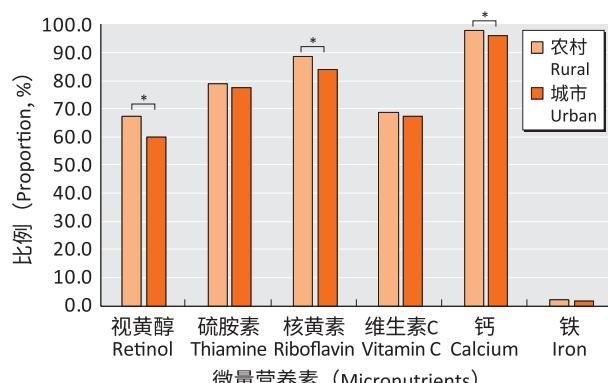
Figure 3 The proportion of adults with age-grouped average daily micronutrient intakes lower than estimated average requirements in nine provinces (autonomous regions) of China in 2015



[注 (Note)] \* :  $P < 0.05$ 。

图 4 2015 年我国九省 (自治区) 不同收入水平成年人平均每日微量营养素摄入低于平均需要量 (EAR) 的比例 (%)

Figure 4 The proportion of adults grouped by household income with average daily micronutrient intakes lower than estimated average requirements in nine provinces (autonomous regions) of China in 2015



[注 (Note)] \* :  $P < 0.05$ 。

图 5 2015 年我国九省 (自治区) 不同地区成年人平均每日微量营养素摄入低于平均需要量 (EAR) 的比例 (%)

Figure 5 The proportion of adults grouped by area with average daily micronutrient intakes lower than estimated average requirements in nine provinces (autonomous regions) of China in 2015

### 3 讨论

1991—2015 年, 我国九省 (自治区) 18~59 岁成年人核黄素的平均摄入量保持稳定, 视黄醇、维生素 E 和硒的平均摄入量波动上升, 其余微量营养素的整体摄入水平呈现下降的趋势。该结果虽然没有采用标准人日计算方法, 且只纳入了 60 岁以下成年人的数据, 但是总体上与 2002—2012 年中国居民微量营养素摄入量水平的趋势一致<sup>[9]</sup>。虽然近二十年来中国居民的生活水平逐渐提高, 但本研究结果表明, 大部分微量营养素的平均摄入量未随着生活水平的提高而上升, 其原因可能是: 我国居民谷类、蔬果类食物的摄入量明显下降, 动物性食物摄入增多<sup>[10]</sup>, 而植物性食物是

我国居民最主要的微量营养素来源<sup>[11]</sup>，因此植物性食物摄入水平的变化会比其他食物更能对微量营养素的摄入水平产生影响；此外，本研究是开放式纵向追踪研究，高年龄组成年人比例会随着研究的开展而上升，而年龄结构的变化可能对最终结果产生影响。经济收入水平是影响居民膳食营养素摄入和膳食结构的重要因素，与微量营养素摄入呈明显正相关<sup>[12]</sup>。虽然本次研究结果未呈现出明显的收入水平越高，微量营养素摄入状况越好的趋势，但大部分中、高收入水平成年人的微量营养素摄入水平高于低收入水平，且城市成年人多数微量营养素摄入量高于农村，可见经济因素在一定程度上影响了微量营养素的摄入。

钠的摄入量与心脑血管等疾病存在一定的关联<sup>[13]</sup>，许多国家已制定控盐措施来预防心脑血管疾病并取得明显的效果<sup>[14-15]</sup>。我国提出的《中国减盐行动（2010—2020行动计划）》《中国食物与营养发展纲要（2014—2020年）》《预包装食品营养标签通则》等均将控盐和低钠列为目标<sup>[16]</sup>。2015年我国成年人钠的每日平均摄入量为4520.84 mg，虽然未达到世界卫生组织2012年提出的建议值（小于2 g），但相较1991年和2011年，钠的平均摄入量分别降低了2683.43 mg和1046.32 mg，可见我国的减盐行动已取得一定的效果。此次研究结果中，2015年高年龄组和高收入成年人钠摄入量均处于较高水平，提示我国仍需积极宣传和推广使用低钠盐，严格执行和宣贯营养标签，根据不同人群的特点开展针对性的减盐工作。

2015年我国九省（自治区）成年人视黄醇、硫胺素、核黄素和维生素C摄入量小于EAR的人群比例超过了一半，其中出现核黄素摄入不足风险的人口比例超过了85%。根据目前的各种维生素建议值<sup>[17]</sup>，我国成年人低于膳食维生素摄入量的比例较高，可能存在维生素缺乏的问题。建议成年人适当补充营养素补充剂，多食富含维生素的食物来提高其维生素的摄入水平，尤其注意增加全谷物和粗杂粮的比例以提高核黄素的摄入量。

我国成年人的钙摄入一直处于较低水平<sup>[18-19]</sup>。本次研究显示，2015年我国成年人钙的摄入量仅为345.03 mg/d，小于EAR的人群比例超过了95%，是摄入不足比例最高的微量营养素，这与历次全国调查结果相似<sup>[20]</sup>，说明钙摄入不足在成年人群中普遍存在。有研究表明，适量膳食钙的摄入可能利于控制肥胖、糖尿病、血脂异常和高血压，但高膳食钙水平是心血

管疾病的一个危险因素<sup>[21]</sup>。豆类和奶类是人体钙的良好来源，摄入奶制品可以满足机体的营养需求，并可预防常见的慢性疾病<sup>[22]</sup>。建议成年人增加奶制品和豆制品等富含钙的食物的摄入，并进行适量户外运动增加日照，但不提倡长期服用钙补充剂来保障钙摄入足量。

综上所述，本调查对我国九省（自治区）成年人微量营养素摄入的情况进行了研究，结果提示大多数成年人存在多种微量营养素摄入不足的状况，特别是核黄素、钙的缺乏尤为严重。本研究存在一定的不足：数据来源于开放性纵向追踪研究，样本地域分布不均，加之跟踪人群的年龄构成不具有稳定性，研究结果只能在一定程度上代表我国成人膳食微量营养素的摄入水平；另外，本研究未包括从营养素补充剂和强化食品中摄取的微量营养素的量，在一定程度上低估了总体微量营养素摄入水平。但是，食物始终是微量营养素的主要来源，因此建议我国成年人应以2016年新发布的中国居民膳食指南为基础<sup>[23]</sup>，优化膳食结构，增加富含维生素和矿物质食物的摄入以提高微量营养素的摄入水平。

（志谢：感谢“中国健康与营养调查”和“中国居民营养状况变迁的队列研究”项目组所有参与的工作人员和调查对象对于我们工作的支持与配合）

## 参考文献

- [1] 郭齐雅, 赵丽云, 何宇纳, 等. 2010—2012年中国居民营养素摄入状况 [J]. 中华预防医学杂志, 2017, 51 (6) : 519-522.
- [2] POPKIN B M, DU S, ZHAI F, et al. Cohort Profile : the China Health and Nutrition Survey—monitoring and understanding socio-economic and health change in China, 1989-2011 [J]. Int J Epidemiol, 2010, 39 (6) : 1435-1440.
- [3] “中国健康与营养调查”项目组. 1989—2009年中国九省区居民膳食营养素摄入状况及变化趋势（一）健康与营养调查项目总体方案 [J]. 营养学报, 2011, 33 (3) : 234-236.
- [4] 张兵, 王惠君, 杜文雯, 等. 队列研究的进展及其对中国健康与营养调查的启示 [J]. 中华预防医学杂志, 2011, 45 (4) : 295-298.
- [5] 王志宏, 张兵, 王惠君, 等. 中国成年人红肉摄入量对体重指数、体重及超重危险性影响的多水平纵向研究 [J]. 中华流行病学杂志, 2013, 34 (7) : 661-667.

- [6] 杨月欣, 王光亚, 潘兴昌. 中国食物成分表 [M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2009 : 3-301.
- [7] 荫士安. 平均需要量 (estimated average requirement) [J]. 中华预防医学杂志, 2001, 35 (6) : 380.
- [8] 中国营养学会. 中国居民膳食营养素参考摄入量 (2013 版) [M]. 北京: 科学出版社, 2014 : 656.
- [9] 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.
- [10] 赵丽云, 房玥晖, 何宇纳, 等. 1992—2012 年中国城乡居民食物消费变化趋势 [J]. 卫生研究, 2016, 45 (4) : 522-526.
- [11] 何宇纳, 王竹, 赵丽云, 等. 2010—2012 年中国居民膳食维生素摄入状况 [J]. 营养学报, 2017, 39 (2) : 112-115.
- [12] 王志宏, 翟凤英, 何宇纳, 等. 经济收入水平对中国城乡居民膳食营养素摄入及膳食结构的影响 [J]. 卫生研究, 2008, 37 (1) : 62-64.
- [13] O'DONNELL M, MENTE A, RANGARAJAN S, et al. Urinary sodium and potassium excretion, mortality, and cardiovascular events [J]. N Engl J Med, 2014, 371 (7) : 612-623.
- [14] HAVAS S, ROCCELLA E J, LENFANT C. Reducing the public health burden from elevated blood pressure levels in the United States by lowering intake of dietary sodium [J]. Am J Public Health, 2004, 94 (1) : 19-22.
- [15] HE F J, CAMPBELL N R, MACGREGOR G A. Reducing salt intake to prevent hypertension and cardiovascular disease [J]. Rev Panam Salud Publica, 2012, 32 (4) : 293-300.
- [16] 于冬梅, 赵丽云, 郭海军, 等. 2010—2012 年中国 18 岁及以上成年居民膳食钠摄入状况 [J]. 卫生研究, 2018, 47 (1) : 13-17.
- [17] 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.
- [18] 刘爱东, 张兵, 王惠君, 等. 1991—2009 年中国九省区膳食营养素摄入状况及变化趋势 (六) 18~49 岁成人膳食钙摄入量及变化趋势 [J]. 营养学报, 2012, 34 (1) : 10-14.
- [19] 王美辰, 赵艾, 司徒文佑, 等. 中国八城市成人钙摄入状况研究 [J]. 营养学报, 2017, 39 (4) : 332-336.
- [20] 范轶欧, 刘爱玲, 何宇纳, 等. 中国成年居民营养素摄入状况的评价 [J]. 营养学报, 2012, 34 (1) : 15-19.
- [21] Da SILVA FERREIRA T, TORRES M R, SANJULIANI A F. Dietary calcium intake is associated with adiposity, metabolic profile, inflammatory state and blood pressure, but not with erythrocyte intracellular calcium and endothelial function in healthy pre-menopausal women [J]. Br J Nutr, 2013, 110 (6) : 1079-1088.
- [22] THORNING T K, RABEN A, THOLstrup T, et al. Milk and dairy products: good or bad for human health? An assessment of the totality of scientific evidence [J]. Food Nutr Res, 2016, 60 : 32527.
- [23] 中国营养学会. 中国居民平衡膳食宝塔 (2016) [EB/OL]. [2019-02-26]. [http://www.cnsoc.org/content/details\\_60\\_20270.html](http://www.cnsoc.org/content/details_60_20270.html).

(英文编辑: 汪源; 编辑: 王晓宇; 校对: 丁瑾瑜)