

1991—2015年我国九省(自治区)老年人膳食微量营养素摄入的变化趋势

王柳森, 张兵, 王惠君, 杜文雯, 张继国, 王志宏

中国疾病预防控制中心营养与健康所, 北京 100050

摘要:

[背景] 人口老龄化所带来的健康问题是社会普遍关注的。平衡膳食及合理营养是预防老年慢性病, 提高老年生活质量的重要途径, 其中微量营养素的摄入与老年人的健康息息相关。

[目的] 分析我国九省(自治区) 60岁及以上老年人微量营养素摄入的长期变化趋势, 为老年人膳食提供建议和慢性病的预防及政策制定提供科学依据。

[方法] 研究利用“中国健康与营养调查”1991—2015年间的九轮膳食随访数据。该调查采用多阶段分层整群随机抽样, 以城市居委会、县城居委会、村和郊区村作为基本调查点, 每个调查点随机抽取20户, 户内所有家庭成员均作为调查对象。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。本研究选择调查中九省(自治区) 60岁及以上老年人作为研究对象, 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对象, 共选取19116个观测对象进行研究。

[结果] 2015年我国九省(自治区)老年人视黄醇和硫胺素、核黄素、维生素C、维生素E的年龄标化后平均摄入水平分别为637.65 μg/d(以视黄醇活性当量计)和0.78、0.70、74.53、29.08 mg/d。1991—2015年, 硫胺素摄入量呈现下降趋势, 但幅度不大。高收入水平老年人核黄素及维生素C(均 $P<0.001$)的摄入量较高。维生素E的摄入量自1997年起有所提升, 但在2015年又恢复到2006年的水平。2015年钙、磷、钠、钾的平均摄入水平分别为339.06、832.29、4741.00、1423.45 mg/d。高收入人群的铁、锌、铜、硒摄入量高于低、中收入人群(均 $P<0.001$); 城市人群的硒摄入量高于农村($P<0.001$); 1991—2015年, 钠、磷、镁、锰、锌、铜的摄入量呈下降趋势。视黄醇、硫胺素、核黄素、维生素C及钙摄入量小于平均需要量的老年人比例为59.04%~98.21%, 视黄醇、硫胺素、维生素C摄入不足的人口比例呈增长趋势, 钙摄入不足人口比例最低也有94.61%。

[结论] 我国九省(自治区)老年人水溶性维生素和钙质的缺乏较为严重, 可能是由于蔬果类和奶及奶制品摄入不足造成。建议老年人食物应多样, 多吃奶制品、水产品以及豆制品这类富含钙的食物, 视个人情况也可食用营养补充剂弥补微量营养素的摄入不足。

关键词: 老年人; 微量营养素; 营养调查; 膳食; 变化趋势

Secular trends in dietary micronutrient intakes among the elderly in nine provinces (autonomous regions) of China from 1991 to 2015 WANG Liu-sen, ZHANG Bing, WANG Hui-jun, DU Wen-wen, ZHANG Ji-guo, WANG Zhi-hong (National Institute for Nutrition and Health, Chinese Center for Diseases Control and Prevention, Beijing 100050, China)

Abstract:

[Background] The health problems of an aging population have raised social concerns. A balanced diet and reasonable nutrient intakes are critical to the improvement of senior lives, especially micronutrient intakes.

[Objective] This study aims to analyze the secular trends of micronutrient intakes of the residents aged 60 years and older in nine provinces (autonomous regions) of China, and provide scientific data for dietary recommendations and formulation of policies to prevent chronic diseases for the elderly.

[Methods] The longitudinal data of nine follow-up visits of China Health and Nutrition Surveys from 1991 to 2015 were used. By multi-stage stratified cluster random sampling method, urban communities, county towns, suburban villages, and rural villages were primary sampling units; in

DOI 10.13213/j.cnki.jeom.2019.18610

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); 中国食品科学技术学会食品科技基金—雅培食品营养与安全专项科研基金(CAJJ-001)

作者简介

王柳森(1993—), 男, 硕士生;
E-mail: wangliusen1993@163.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 2018-09-20

录用日期 2019-03-12

文章编号 2095-9982(2019)05-0418-07

中图分类号 R153.3

文献标志码 A

►引用

王柳森, 张兵, 王惠君, 等. 1991—2015年我国九省(自治区)老年人膳食微量营养素摄入的变化趋势[J]. 环境与职业医学, 2019, 36(5): 418-424.

►本文链接

www.jeom.org/article/cn/10.13213/j.cnki.jeom.2019.18610

Funding

This study was funded.

Correspondence to

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

Ethics approval Obtained

Competing interests None declared

Received 2018-09-20

Accepted 2019-03-12

►To cite

WANG Liu-sen, ZHANG Bing, WANG Hui-jun, et al. Secular trends in dietary micronutrient intakes among the elderly in nine provinces (autonomous regions) of China from 1991 to 2015[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2019, 36(5): 418-424.

►Link to this article

www.jeom.org/article/en/10.13213/j.cnki.jeom.2019.18610

each unit, 20 households were randomly selected and all household members were interviewed. 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 converted into energy and various micronutrient intakes by an established food composition table. In this study, the participants aged 60 years or above in nine provinces (autonomous regions) were selected as the study subjects. After excluding those with missing demographic and dietary data or with abnormal energy intakes, a total of 19 116 subjects were included in the study.

[Results] In 2015, the average age-standardized intakes of retinol, thiamine, riboflavin, vitamin C, and vitamin E were 637.65 $\mu\text{g}/\text{d}$ (in retinol activity equivalent) and 0.78, 0.70, 74.53, and 29.08 mg/d , respectively. Thiamine intake decreased slightly from 1991 to 2015. The intakes of riboflavin and vitamin C ($P < 0.001$) were higher in the high-income elderly. Vitamin E intake increased since 1997, but recovered to 2006 level in 2015. The intakes of calcium, phosphorus, sodium, and potassium in 2015 were 339.06, 832.29, 4 741.00, and 1 423.45 mg/d , respectively. The intakes of iron, zinc, copper, and selenium ($P < 0.001$) in the high-income group were higher than those in the low- and middle-income groups, and the intake of selenium in urban areas was higher than that in rural areas ($P < 0.001$); the intakes of phosphorus, magnesium, zinc, and copper decreased over the years. The proportions of the elderly whose intakes of retinol, thiamine, riboflavin, vitamin C, and calcium were less than the corresponding estimated average requirements ranged from 59.04% to 98.21% of total subjects. The participants with insufficient intakes of retinol, thiamine, and vitamin C were on the rise, and those with insufficient calcium intake accounted for at least 94.61% of total subjects.

[Conclusion] The elderly in nine provinces (autonomous regions) of China are deficient in water-soluble vitamins and calcium, which may be caused by insufficient intakes of vegetables and milk and dairy products. Suggestions for the elderly include: diverse foods, foods rich in calcium such as dairy products, aquatic products, and soy products, and micronutrient supplements as appropriate.

Keywords: the elderly; micronutrient; nutrition survey; diet; secular trend

伴随着社会的快速发展,我国也逐渐走向了人口老龄化,截至2017年末,我国65周岁及以上老年人口达1.58亿^[1]。社会老龄化带来的不仅是劳动力的减少,同时相关疾病的经济负担也是较为严重的问题。研究显示老年人人均医疗消费几乎是14~65岁人口的3倍,是0~14岁人口的4倍,健康老龄化是我国医疗卫生事业亟待解决的问题^[2]。平衡膳食及合理营养是预防老年慢性病,提高老年生活质量的重要途径。以往研究发现,我国部分地区老年人膳食的维生素摄入水平较低,钙的摄入量较低^[3-5]。了解现阶段全国老年人的微量营养素摄入水平,对于有针对性地给予膳食指导以及预防相关疾病有重要的意义。

本研究拟利用“中国健康与营养调查”数据,分析1991—2015年我国九省(区)60岁及以上老年人微量营养素摄入状况及变化趋势,为老年膳食提供建议和慢性病的预防及政策制定提供依据。

1 材料与方法

1.1 资料来源

本研究数据来自“中国健康与营养调查”纵向追踪研究,具体抽样方法、调查方案和内容参见文献[6-9]。因该项目1989年只调查了18~45岁人群,而本项目为研究一定人群食物摄入的长期变化趋势,因此选择参加过1991—2015年间9轮研究的九省(自治区)60岁以上老年人群进行分析。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,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

本研究选择每一轮调查中60岁及以上老年人作为研究对象。删除人口学信息缺失(年龄、性别、收入、城乡)和膳食数据缺失及能量摄入异常(男性:能量摄入高于25 080 kJ或低于3 344 kJ;女性:能量摄入高于16 720 kJ或低于2 508 kJ)^[10]的观测数据后,60岁及以上老年人数分别为1991年1 338人、1993年1 381人、1997年1 624人、2000年1 854人、2004年2 110人、2006年2 307人、2009年2 599人、2011年2 775人、2015年3 128人,共19 116人。

1.3 营养素摄入量评价方法

采用连续“3天24小时膳食回顾法”收集个人每日食物摄入状况信息,采用家庭称重记账法收集3 d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。借助食物成分表中的食物营养素数据,将收集到的食物消费量转换成能量及各类营养素摄入量。

1.4 统计学分析

应用SAS 9.2软件进行数据的清理和分析。不同年份微量营养素摄入量比较采用协方差分析,结合差异性比较结果和均数变化判断增减趋势;2015年不同人群各营养素摄入量与平均需要量(estimated average requirement, EAR)的比较采用 χ^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, 纳入本研究的 60 岁及以上老年人人数不断增加, 性别基本均衡。其性别、年龄、收入 (以收入水平的 1/3 为界, 分为低、中、高 3 层) 及城乡分布详见表 1。

2.2 微量营养素摄入情况与变化趋势

2.2.1 维生素 2015 年我国九省 (自治区) 老年人视黄醇的平均摄入量为 637.65 $\mu\text{g}/\text{d}$ (以视黄醇活性当量计, 后同), 不同年份无明显变化趋势; 城市老年人高于农村老年人 ($P<0.001$)。2015 年老年人硫胺素的平均摄入量为 0.78 mg/d , 随年份呈现下降趋势, 但幅度不大。2015 年老年人核黄素的平均摄入量为 0.70 mg/d , 1991—2015 年无明显变化趋势; 高收入水平者摄入量较中、低水平者高, 城市老年人摄入量高于农村 ($P<0.001$)。2015 年老年人尼克酸的平均摄入量为 12.54 mg/d , 1991—2015 年呈下降趋势; 并呈年龄、收入水平、城乡间的差异。2015 年老年人维生素 C 的平均摄入量为 74.53 mg/d , 1991—2009 年无明显变化, 2011 年后有所下降; 高收入水平者的摄入量较高 ($P<0.001$)。2015 年老年人维生素 E 的摄入量为 29.08 mg/d , 自 1997 年起逐步上升, 至 2011 年达最高, 但在 2015 年又降低到 2006 年的水平。见表 2、3。

2.2.2 矿物质 2015 年我国九省 (自治区) 老年人钾、钠、钙、磷、镁的平均摄入量分别为 1 423.45、

4 741.00、339.06、832.29、252.57 mg/d , 其中钾、钙、磷在不同年龄、收入水平、城乡人群中摄入量存在差异; 1991—2015 年间钠、磷、镁的摄入量逐年呈波动式下降。2015 年老年人铁、锰、锌、铜、硒等微量元素的摄入量分别为 19.94、5.06、9.12、1.55 mg/d 和 38.99 $\mu\text{g}/\text{d}$, 高收入人群的铁 ($P<0.001$)、锌 ($P<0.001$)、铜 ($P<0.001$)、硒 ($P<0.001$) 摄入量高于低、中收入人群, 城市老年人的硒摄入量高于农村老年人 ($P<0.001$); 1991—2015 年间, 锰、锌、铜三种元素的摄入量均呈下降趋势。见表 2、3。

2.3 微量营养素摄入缺乏状况

2.3.1 变化趋势 2015 年我国九省 (自治区) 视黄醇、硫胺素、核黄素、维生素 C 及钙摄入量小于 EAR 的老年人比例为 66.88%~97.22%, 其中核黄素和钙摄入量小于 EAR 的老年人比例超过了 90%。1991—2015 年, 老年人视黄醇、硫胺素、维生素 C 摄入不足的人口比例呈增长趋势 ($P<0.001$), 钙摄入不足风险人口比例处于持续高位, 最低也有 94.61%。见表 4。

2.3.2 人群分布 视黄醇摄入量低于 EAR 的老年人比例男性高于女性 ($P<0.001$), ≥ 70 岁组高于 60~69 岁组 ($P=0.025$), 农村高于城市 ($P<0.001$), 低收入水平者高于中、高收入水平者 ($P<0.001$)。男性老年人硫胺素摄入量小于 EAR 的比例高于女性, ≥ 70 岁组也较高 ($P<0.001$)。各组老年人群均存在非常高 ($>96\%$) 的钙缺乏风险, 除收入水平外, 余均无差异 ($P>0.05$); 存在铁缺乏风险的老年人比例呈随着收入水平的提高而降低的趋势 ($P<0.001$)。见表 5。

表 1 1991—2015 年我国九省 (自治区) 60 岁及以上老年人的人口学特征 [人数 (构成比, %)]

Table 1 Demographic characteristics of the residents aged 60 years and above in nine provinces (autonomous regions) of China from 1991 to 2015

年份 Year	性别 Gender		年龄 (岁) Age (Years)		收入水平 * Household income			城乡 Urban or rural		总计 Total
	男 Male	女 Female	60~69	≥ 70	低 Low	中 Middle	高 High	农村 Rural	城市 Urban	
1991	632 (47.23)	706 (52.77)	857 (64.05)	481 (35.95)	446 (1206.6)	446 (2791.3)	446 (5014.2)	698 (52.17)	640 (47.83)	1338 (100.0)
1993	648 (46.92)	733 (53.08)	897 (64.95)	484 (35.05)	460 (1187.7)	461 (2815.8)	460 (5912.5)	749 (54.24)	632 (45.76)	1381 (100.0)
1997	751 (46.24)	873 (53.76)	1021 (62.87)	603 (37.13)	539 (1338.2)	544 (3144.8)	541 (6388.2)	904 (55.67)	720 (44.33)	1624 (100.0)
2000	856 (46.17)	998 (53.83)	1139 (61.43)	715 (38.57)	617 (1260.0)	619 (4296.8)	618 (9416.7)	1027 (55.39)	827 (44.61)	1854 (100.0)
2004	1001 (47.44)	1109 (52.56)	1214 (57.54)	896 (42.46)	703 (1835.9)	703 (5550.0)	704 (13331.5)	1244 (58.96)	866 (41.04)	2110 (100.0)
2006	1085 (47.03)	1222 (52.97)	1322 (57.30)	985 (42.70)	769 (1890.2)	769 (5627.0)	769 (14964.3)	1419 (61.51)	888 (38.49)	2307 (100.0)
2009	1228 (47.25)	1371 (52.75)	1493 (57.45)	1106 (42.55)	866 (3083.3)	867 (9230.8)	866 (21274.8)	1670 (64.26)	929 (35.74)	2599 (100.0)
2011	1314 (47.35)	1461 (52.65)	1614 (58.16)	1161 (41.84)	925 (3195.7)	926 (11053.2)	924 (25946.1)	1812 (65.30)	963 (34.70)	2775 (100.0)
2015	1499 (47.92)	1629 (52.08)	1857 (59.37)	1271 (40.63)	1042 (3334.5)	1043 (14275.4)	1043 (33056.6)	2113 (67.55)	1015 (32.45)	3128 (100.0)

[注] *: 收入水平括号中内容为中位数收入。

[Note] *: Median household income in brackets.

表 2 1991—2015 年我国九省（自治区）60 岁及以上老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 intake of the residents aged 60 years and above in nine provinces (autonomous regions) of China from 1991 to 2015

年份 Year	视黄醇 (μg) * Retinol	硫胺素 (mg) Thiamine	核黄素 (mg) Riboflavin	尼克酸 (mg) Niacin	维生素 C (mg) Vitamin C	维生素 E (mg) Vitamin E	钾 (mg) Potassium	钠 (mg) Sodium
1991	544.22±22.53 ^a	1.09±0.03 ^a	0.67±0.06 ^a	14.54±0.16 ^a	79.00±2.09 ^{abc}	21.58±0.61 ^a	1555.71±20.89 ^{ab}	6523.15±157.71 ^{ab}
1993	547.01±22.18 ^a	1.03±0.03 ^{ab}	0.68±0.06 ^a	13.99±0.16 ^{ab}	79.35±2.05 ^{abc}	20.64±0.60 ^a	1505.72±20.56 ^{ab}	5818.04±155.21 ^{ac}
1997	576.66±20.45 ^{ab}	0.97±0.03 ^{ac}	0.69±0.06 ^a	13.65±0.14 ^{bc}	78.00±1.89 ^{abc}	27.11±0.55 ^b	1560.92±18.95 ^{ab}	6250.67±143.11 ^{ab}
2000	577.00±19.14 ^{ab}	0.93±0.02 ^{bc}	0.70±0.05 ^a	13.05±0.14 ^{cde}	80.58±1.77 ^{bc}	28.05±0.52 ^{bc}	1488.19±17.74 ^{ac}	6516.27±133.94 ^b
2004	584.05±17.94 ^{ab}	0.95±0.02 ^{bc}	0.76±0.05 ^a	13.31±0.13 ^{cd}	83.57±1.66 ^a	28.67±0.48 ^{bc}	1571.57±16.63 ^b	5305.01±125.55 ^{cd}
2006	551.96±17.15 ^a	0.98±0.02 ^{abc}	0.85±0.05 ^a	12.78±0.12 ^{de}	80.42±1.59 ^a	29.71±0.46 ^{cd}	1576.22±15.90 ^b	5012.61±120.07 ^{de}
2009	612.45±16.16 ^{ab}	0.89±0.02 ^{bc}	0.73±0.05 ^a	12.99±0.11 ^{de}	79.93±1.50 ^a	31.21±0.44 ^d	1582.74±14.98 ^b	4947.01±113.12 ^{de}
2011	562.39±15.64 ^a	0.80±0.02 ^d	0.70±0.04 ^a	12.51±0.11 ^e	71.51±1.45 ^{bd}	34.75±0.42 ^e	1523.21±14.50 ^{ab}	4908.89±109.48 ^{de}
2015	637.65±14.73 ^b	0.78±0.02 ^d	0.70±0.04 ^a	12.54±0.10 ^e	74.53±1.36 ^{cd}	29.08±0.40 ^{bc}	1423.45±13.66 ^c	4741.00±103.12 ^e
年份 Year	钙 (mg) Calcium	磷 (mg) Phosphorus	镁 (mg) Magnesium	铁 (mg) Iron	锰 (mg) Manganese	锌 (mg) Zinc	铜 (mg) Copper	硒 (μg) Selenium
1991	337.13±7.18 ^{ab}	1053.97±9.27 ^e	289.14±3.43 ^{ab}	20.35±0.29 ^{ab}	7.53±0.14 ^e	10.43±0.10 ^{ab}	2.13±0.03 ^d	32.46±0.61 ^a
1993	332.84±7.06 ^{ac}	1005.55±9.13 ^f	279.49±3.38 ^a	18.84±0.29 ^c	6.87±0.14 ^a	10.05±0.10 ^a	1.95±0.02 ^{ab}	32.05±0.60 ^a
1997	379.74±6.51 ^{de}	940.52±8.42 ^{ab}	302.58±3.12 ^b	22.22±0.26 ^d	6.41±0.13 ^{ab}	10.54±0.09 ^b	2.00±0.02 ^a	37.98±0.55 ^{bc}
2000	382.54±6.09 ^{de}	897.55±7.88 ^c	280.14±2.92 ^a	21.37±0.25 ^{ad}	5.96±0.12 ^{bc}	10.15±0.09 ^{ab}	1.84±0.02 ^c	36.21±0.52 ^b
2004	403.35±5.71 ^d	952.03±7.38 ^a	299.99±2.73 ^b	21.20±0.23 ^{ad}	6.37±0.11 ^{ab}	10.51±0.08 ^b	1.96±0.02 ^a	38.70±0.49 ^c
2006	383.17±5.46 ^{de}	925.66±7.06 ^{abc}	284.01±2.61 ^a	20.55±0.22 ^{ae}	5.83±0.10 ^c	10.17±0.08 ^{ab}	1.86±0.02 ^{bc}	40.27±0.46 ^c
2009	386.70±5.15 ^d	911.17±6.65 ^{bc}	281.47±2.46 ^a	20.54±0.21 ^{ae}	5.70±0.10 ^c	10.07±0.07 ^a	1.83±0.02 ^c	39.75±0.44 ^c
2011	363.60±4.98 ^{be}	858.71±6.44 ^d	265.68±2.38 ^c	19.25±0.20 ^{bc}	5.57±0.10 ^c	9.49±0.07 ^c	1.64±0.02 ^e	39.38±0.42 ^c
2015	339.06±4.69 ^c	832.29±6.06 ^d	252.57±2.24 ^d	19.94±0.19 ^{bce}	5.06±0.09 ^d	9.12±0.07 ^d	1.55±0.02 ^f	38.99±0.40 ^c

[注] 协方差分析结果 (年龄调整后) ; 具有不同字母的数据差异有统计学意义。* : 以视黄醇活性当量计。

[Note] Results from covariance analysis with adjustment for age; Superscript letters denote statistically significant differences between two groups. *: In retinol activity equivalent.

表 3 2015 年我国九省（自治区）60 岁及以上不同特征老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 the residents aged 60 years and above grouped by demographic characteristics in nine provinces (autonomous regions) of China in 2015

类别 Characteristics	视黄醇 (μg) * Retinol	硫胺素 (mg) Thiamine	核黄素 (mg) Riboflavin	尼克酸 (mg) Niacin	维生素 C (mg) Vitamin C	维生素 E (mg) Vitamin E	钾 (mg) Potassium	钠 (mg) Sodium
性别 (Gender)								
男 (Male)	585.29±1141.97 ^a	0.78±0.38 ^a	0.68±0.33 ^a	12.43±5.67 ^a	76.84±138.28 ^a	29.27±25.64 ^a	1421.39±694.18 ^a	4631.28±9387.14 ^a
女 (Female)	684.20±1451.41 ^a	0.77±0.36 ^a	0.70±0.40 ^a	12.57±5.67 ^a	72.01±95.14 ^a	28.75±23.31 ^a	1417.89±676.00 ^a	4821.44±9077.56 ^a
年龄 (岁) (Age, years)								
60~69	658.17±1380.37 ^a	0.81±0.39 ^a	0.71±0.35 ^a	13.11±5.74 ^a	76.56±122.82 ^a	30.88±24.99 ^a	1471.59±677.08 ^a	4630.47±4545.14 ^a
≥70	605.57±1207.64 ^b	0.72±0.34 ^b	0.68±0.39 ^b	11.61±5.45 ^b	71.07±110.03 ^b	26.25±23.40 ^b	1343.56±688.84 ^b	4876.17±13392.70 ^b
收入水平 (Household income)								
低 (Low)	710.69±1749.45 ^a	0.77±0.40 ^a	0.63±0.35 ^a	11.76±5.64 ^a	67.74±66.68 ^a	28.57±29.22 ^a	1323.21±700.44 ^a	5066.38±14739.72 ^a
中 (Middle)	625.61±1168.86 ^b	0.75±0.34 ^a	0.66±0.30 ^a	12.60±5.60 ^b	71.89±105.26 ^{ab}	28.55±21.96 ^b	1384.04±618.26 ^b	4482.17±4221.14 ^b
高 (High)	574.16±860.25 ^b	0.81±0.37 ^a	0.79±0.42 ^b	13.14±5.69 ^c	83.34±161.23 ^b	29.87±21.41 ^b	1551.36±711.65 ^c	4642.70±4516.64 ^b
城乡 (Urban and rural)								
农村 (Rural)	621.83±1337.22 ^a	0.77±0.38 ^a	0.66±0.33 ^a	12.34±5.56 ^a	72.85±99.71 ^a	29.64±26.63 ^a	1389.25±690.79 ^a	4910.33±10909.32 ^a
城市 (Urban)	667.96±1261.10 ^b	0.78±0.34 ^a	0.76±0.43 ^b	12.84±5.89 ^b	77.39±148.58 ^a	27.66±19.08 ^a	1482.68±667.68 ^b	4355.55±3796.21 ^a
类别 Characteristics	钙 (mg) Calcium	磷 (mg) Phosphorus	镁 (mg) Magnesium	铁 (mg) Iron	锰 (mg) Manganese	锌 (mg) Zinc	铜 (mg) Copper	硒 (μg) Selenium
性别 (Gender)								
男 (Male)	337.25±225.68 ^a	832.12±332.07 ^a	252.84±120.00 ^a	19.88±13.48 ^a	5.04±2.55 ^a	9.12±3.69 ^a	1.56±0.85 ^a	38.52±24.11 ^a
女 (Female)	339.57±227.17 ^a	828.17±309.21 ^a	250.91±114.61 ^a	19.89±11.21 ^a	5.05±4.06 ^a	9.07±3.46 ^a	1.54±0.86 ^a	39.25±22.65 ^a
年龄 (岁) (Age, years)								
60~69	346.88±239.02 ^a	862.29±323.17 ^a	261.90±116.09 ^a	20.76±11.58 ^a	5.25±2.72 ^a	9.53±3.63 ^a	1.62±0.88 ^a	40.32±24.10 ^a
≥70	326.15±206.12 ^b	782.97±310.28 ^b	237.13±117.32 ^b	18.61±13.30 ^b	4.73±4.22 ^b	8.46±3.39 ^b	1.44±0.80 ^b	36.83±22.09 ^b
收入水平 (Household income)								
低 (Low)	315.97±259.83 ^a	801.71±341.93 ^a	248.31±128.26 ^a	19.07±13.47 ^a	5.06±2.55 ^a	8.78±3.64 ^a	1.49±0.83 ^a	36.03±23.82 ^a
中 (Middle)	325.54±181.13 ^b	813.75±299.52 ^a	245.28±104.35 ^a	19.51±10.24 ^b	4.90±2.77 ^a	9.00±3.41 ^a	1.50±0.79 ^a	37.71±20.48 ^a
高 (High)	373.83±227.31 ^c	874.70±313.59 ^b	261.91±117.24 ^b	21.08±13.02 ^c	5.16±4.57 ^a	9.51±3.62 ^b	1.66±0.93 ^b	42.96±25.00 ^b
城乡 (Urban or rural)								
农村 (Rural)	326.93±234.22 ^a	821.33±323.05 ^a	253.58±119.27 ^a	19.90±12.95 ^a	5.14±2.77 ^a	9.03±3.53 ^a	1.55±0.84 ^a	37.81±23.94 ^a
城市 (Urban)	362.44±207.34 ^b	848.25±313.95 ^b	248.19±112.77 ^a	19.85±11.01 ^a	4.84±4.47 ^a	9.22±3.66 ^a	1.55±0.88 ^a	41.18±21.94 ^b

[注] 具有不同字母的差异有统计学意义。* : 以视黄醇活性当量计。

[Note] Superscript letters denote statistically significant differences between two groups. *: In retinol activity equivalent.

表4 1991—2015年我国九省(自治区)60岁及以上老年人微量营养素摄入低于EAR比例(%)
Table 4 The proportion of the residents aged 60 years and over below EARs in nine provinces (autonomous regions) in China from 1991 to 2015

微量营养素 (Micronutrient)	1991	1993	1997	2000	2004	2006	2009	2011	2015	Z	P
视黄醇 (Retinol)	60.91	64.81	61.64	62.73	60.76	62.94	60.52	66.56	66.88	3.781	<0.001
硫胺素 (Thiamine)	59.04	62.93	66.87	71.84	71.04	74.56	75.18	84.65	83.09	23.385	<0.001
核黄素 (Riboflavin)	91.48	91.67	91.13	89.16	87.25	88.64	88.80	90.74	90.35	-1.557	0.119
维生素C (Vitamin C)	65.17	62.20	68.90	66.88	62.27	66.88	65.26	71.57	73.08	7.175	<0.001
钙 (Calcium)	98.21	97.90	96.55	95.09	94.64	94.71	94.61	96.54	97.22	-1.932	0.053
铁 (Iron)	4.41	6.30	3.14	2.54	3.18	3.38	3.04	4.79	4.80	0.370	0.711

表5 2015年我国九省(自治区)60岁及以上不同特征老年人微量营养素摄入低于EAR的比例(%)
Table 5 The proportion of the residents aged 60 years and over grouped by selected demographic characteristics below EARs in nine provinces (autonomous regions) in China in 2015

微量营养素 Micronutrient	性别 Gender				年龄(岁) Age (Years)				收入水平 Household income						城乡 Urban and rural			
			χ^2	P			χ^2	P			χ^2	P					χ^2	P
	男 Male	女 Female			60~69	≥70			低 Low	中 Middle	高 High				农村 Rural	城市 Urban		
视黄醇 (Retinol)	70.45	63.60	16.535	<0.001	65.32	69.16	5.017	0.025	72.84	64.43	63.37	25.326	<0.001		69.81	60.79	25.171	<0.001
硫胺素 (Thiamine)	88.19	78.39	53.361	<0.001	80.88	86.31	15.815	<0.001	82.34	84.56	82.36	2.425	0.298		83.06	83.15	0.004	0.947
核黄素 (Riboflavin)	93.93	87.05	42.388	<0.001	90.63	89.93	0.425	0.515	93.76	91.47	85.81	40.043	<0.001		92.29	86.31	28.114	<0.001
维生素C (Vitamin C)	72.98	73.17	0.015	0.904	71.46	75.45	6.116	0.013	74.38	75.36	69.51	10.398	0.006		73.07	73.10	0.000	0.985
钙 (Calcium)	97.40	97.05	0.343	0.558	96.98	97.56	0.928	0.336	97.31	98.08	96.26	6.451	0.040		97.59	96.45	3.256	0.071
铁 (Iron)	3.87	5.65	5.408	0.020	3.39	6.85	19.7	<0.001	7.01	4.03	3.36	17.236	<0.001		5.16	4.04	1.881	0.170

3 讨论

我国九省(自治区)老年人的各类维生素及钙的摄入量均较低,出现维生素缺乏和钙缺乏的风险较高。在摄入量均有不足的前提下,相对于农村或中、低收入人群,城市或高收入老年人的核黄素、钾及硒的摄入量较高,视黄醇及核黄素小于EAR的比例则较低。各类维生素的摄入不足是我国九省(自治区)老年人营养状况的关键问题,并且随着时间推移,该问题更显严重。于冬梅等^[11]的研究显示,相较2002年,除核黄素、硫胺素、维生素E、维生素C、硒和铜外,2002—2010年我国居民主要微量营养素摄入量均有所下降;钙、维生素B1(硫胺素)、维生素B2(核黄素)、维生素A(视黄醇)均存在较高的摄入不足风险。由于本研究采用的是多年研究,并对各年份微量营养素摄入量均进行了比较,在摄入不足的风险研究上,我国九省(自治区)老年人同全国居民存在共同的微量营养素缺乏问题。

我国九省(自治区)老年人视黄醇、硫胺素、核黄素、维生素C摄入量小于EAR的人群比例均超过50%,表明有一半以上的老年人可能存在维生素缺乏的问题。发达国家同样存在这样的问题,美国71岁以上的男性老年人中,视黄醇摄入水平低于EAR的约有50%,维生素E低于EAR比例大于75%,维生素C则达到了

40%;有较多女性的叶酸和维生素K同样存在摄入不足问题^[12]。老年人日常膳食及烹调习惯较难改变,限于其食量和消化能力,易出现膳食营养摄入不足。不恰当的食物处理以及烹饪方式,例如先切后洗及长时间浸泡、高温、油炸等都会导致维生素的流失,可考虑通过食品强化或营养补充剂来提高该人群营养状况^[13]。

结合本研究结果可以看出,除视黄醇外,收入水平较高的老年人维生素的摄入状况较好,说明经济因素可能在一定程度上影响了微量营养素的摄入。虽然近年我国居民的生活水平大有提升,但其膳食模式也在发生转变,富含多种矿物质和维生素的蔬果摄入量不断下降,而富含脂溶性维生素的动物性食物则在不断增加,同时营养素的摄入水平也和食品及其原料加工技术有关,因此导致九省(自治区)老年人膳食营养下降的原因还需要进一步的研究。鉴于国外关于食物强化的项目取得明显的营养改善效果^[14-16],国内对于营养强化也有较为明确的标准,可能针对特定营养素的食物强化更适合我国老年人的实际状况。对于维生素类补充剂,建议选择水溶性维生素补充剂,其一是针对老年人蔬果摄入少导致的水溶性维生素摄入不足,其二是水溶性维生素不会在身体内蓄积,不易产生因食用过量而导致的毒性反应。

我国九省(自治区)老年人的钙摄入量严重不足,

从摄入量与EAR比较中可以看出,钙摄入不足是老年人普遍存在的问题,并且在近20年内没有明显改善。一项对全球73个国家钙摄入量的研究表明,大部分国家居民钙摄入量都较低,其中中国排名倒数第六位,钙摄入不足是亟待解决的问题^[17]。增加老年人钙的摄入量不仅能够防止骨质疏松,并且相对较高的钙摄入量有利于降低心血管疾病发病率^[18-20],目前我国九省老年人仍需要提高钙的摄入量。值得注意的是,目前的研究表明维生素D与钙补充剂并不能预防心血管疾病,但对于提高骨量和降低骨折风险有一定作用^[18, 21-22],因此建议老年人从膳食中获取钙,进行适量户外运动增加日照,如出现明显的钙质流失和缺乏症状可通过维生素D及钙补充剂增加摄入。

本研究具有一定的特色。在国内较少有针对老年人微量营养素摄入多年趋势的报道,并且采用多年之间的两两比较方法,能够更加清晰地了解微量营养素在长时间内的变化情况。除此之外,本研究是一个连续多年的调查项目,能够较好地反映出随着社会变革老年人营养素摄入水平的转变,更加立体地突出关键问题。作为一个九省的调查项目,其涵盖了我国东中西、南中北一些具有代表性的城市,在一定程度上体现出我国老年膳食微量营养素存在的突出问题,可以为政策和措施制定提供较为准确的科学证据。

本研究同样存在一定的局限性。首先作为九省研究,其老年人的样本量相对较少,可能在代表老年人膳食微量营养素的摄入水平时有所欠缺,考虑在未来的调查中适当增加老年人的纳入。其次,本研究一般在夏、秋两季开展,而膳食调查结果可能会受到季节的影响^[23],但本研究采用连续“3天24小时膳食回顾法”,分别选择2个工作日和1个休息日,以尽可能多地收集食物,体现选择的变化,并且连续多年的调查有助于研究结果的稳定。另外,本研究作为描述性研究,所能提供的病因学信息较少,计划在进一步的研究中将微量营养素的摄入情况与疾病建立联系,提供一些老年疾病预防的针对性建议。

我国九省(自治区)老年人的水溶性维生素及钙质的缺乏较为严重,可能是由于蔬果类和奶及奶制品食物摄入较少造成,建议多吃奶制品、水产品以及豆制品这类富含钙的食物,选择富含维生素C的水果及新鲜蔬菜,尤其是深色蔬菜,增加B族维生素的摄入,适量摄入全谷物,提倡食物多样,从而保证各类微量营养素和矿物质的摄入,视个人情况也可食用营养补

剂弥补营养素的摄入不足。营养工作者应加强对于老年人健康膳食的宣传教育,并给予具有针对性的健康指导意见。相关福利部门可采取关怀政策或是经济补贴促进老年人选择更加健康的膳食,并保证其食物的购买力和可及性,从而降低低收入老年人微量营养素缺乏的风险。

(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] 国家统计局. 中国统计年鉴[EB/OL]. [2019-01-14]. <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2018/indexch.htm>.
- [2] YANG Y, ZHENG A, LI M, et al. Medical economic burden of the ageing population: a multistage sampling analysis of 3 532 517 cases [J]. *Lancet*, 2016, 388 (S1): S79.
- [3] 周海腾, 王少康, 尹鑫, 等. 南京市溧水区老年人群营养与健康状况调查[J]. *重庆医学*, 2014, 43 (25): 3333-3335.
- [4] 李彩虹, 卡丽比努尔·雅克甫, 袁倩倩, 等. 乌鲁木齐某社区中老年人膳食营养状况分析[J]. *中华疾病控制杂志*, 2014, 18 (6): 526-529.
- [5] 王淑英, 马爱国. 沿海地区长寿老人营养状况调查分析[J]. *营养学报*, 2017, 39 (2): 116-120.
- [6] 翟凤英, 王惠君, 杜树发, 等. 中国居民膳食结构与营养状况变迁追踪[J]. *医学研究杂志*, 2006, 35 (4): 3-6.
- [7] POPKIN BM, 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.
- [8] “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.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] TROESCH B, EGGERSDORFER M, WEBER P. 100 years of vitamins : adequate intake in the elderly is still a matter of concern [J] . J Nutr, 2012, 142 (6) : 979-980.
- [13] WATSON J, LEE M, GARCIA-CASAL MN. Consequences of inadequate intakes of vitamin a, vitamin B₁₂, vitamin D, calcium, iron, and Folate in older persons [J] . Curr Geriatr Rep, 2018, 7 (2) : 103-113.
- [14] WHITING SJ, KOHRT WM, WARREN MP, et al. Food fortification for bone health in adulthood : a scoping review [J] . Eur J Clin Nutr, 2016, 70 (10) : 1099-1105.
- [15] DE MOURA FF, MOURSI M, ANGEL MD, et al. Biofortified β -carotene rice improves vitamin A intake and reduces the prevalence of inadequacy among women and young children in a simulated analysis in Bangladesh, Indonesia, and the Philippines [J] . Am J Clin Nutr, 2016, 104 (3) : 769-775.
- [16] JÄÄSKELÄINEN T, ITKONEN ST, LUNDQVIST A, et al. The positive impact of general vitamin D food fortification policy on vitamin D status in a representative adult Finnish population : evidence from an 11-y follow-up based on standardized 25-hydroxyvitamin D data [J] . Am J Clin Nutr, 2017, 105 (6) : 1512-1520.
- [17] BALK EM, ADAM GP, LANGBERG VN, et al. Global dietary calcium intake among adults : a systematic review [J] . Osteoporos Int, 2017, 28 (12) : 3315-3324.
- [18] CHUNG M, TANG AM, FU Z, et al. Calcium intake and cardiovascular disease risk : an updated systematic review and meta-analysis [J] . Ann Intern Med, 2016, 165 (12) : 856-866.
- [19] YANG B, CAMPBELL PT, GAPSTUR SM, et al. Calcium intake and mortality from all causes, cancer, and cardiovascular disease : the Cancer Prevention Study II Nutrition Cohort [J] . Am J Clin Nutr, 2016, 103 (3) : 886-894.
- [20] KONG SH, KIM JH, HONG AR, et al. Dietary calcium intake and risk of cardiovascular disease, stroke, and fracture in a population with low calcium intake [J] . Am J Clin Nutr, 2017, 106 (1) : 27-34.
- [21] WEAVER CM, ALEXANDER DD, BOUSHEY CJ, et al. Calcium plus vitamin D supplementation and risk of fractures : an updated meta-analysis from the National Osteoporosis Foundation [J] . Osteoporos Int, 2016, 27 (1) : 367-376.
- [22] HILDEBOLT CF, PILGRAM TK, DOTSON M, et al. Estrogen and/or calcium plus vitamin D increase mandibular bone mass [J] . J Periodontol, 2017, 75 (6) : 811-816.
- [23] 周蔚, 夏蓓, 李香亭, 等. 上海市杨浦区居民不同季节膳食微量营养素的摄入状况 [J] . 环境与职业医学, 2018, 35 (6) : 511-515.

(英文编辑: 汪源; 编辑: 丁瑾瑜; 校对: 王晓宇)

· 告知栏 ·

欢迎关注《环境与职业医学》杂志微信公众号

《环境与职业医学》杂志微信公众号已正式上线, 该平台包括“读者”“作者”和“我们”三个主菜单, 主要提供稿件状态查询、当期最新内容及稿件撰写要求等内容, 同时也发布国内外最新研究动态及发展前沿等资讯, 满足读者网络时代碎片化阅读的需求。本平台旨在为编者、作者、读者之间搭建一个分享、学习、互动的平台, 以此推动《环境与职业医学》杂志的健康发展。

请直接扫描右侧二维码或在公众号中搜索“环境与职业医学”(微信号: JEOM), 即可关注本刊微信公众号。

