

文章编号:1000-8020(2024)02-0215-08

·中国居民营养与健康状况监测·

## 2015 年中国成年居民膳食维生素 日常摄入量分布及不足率

李彧格<sup>1</sup> 黄坤<sup>2</sup> 杨宇祥<sup>1</sup> 朴玮<sup>1,3</sup>

赵丽云<sup>1,3</sup> 于冬梅<sup>1,3</sup> 王玉英<sup>1</sup>

1 中国疾病预防控制中心营养与健康所,北京 100050;2 华中科技大学同济

医学院公共卫生学院,武汉 430030;3 国家卫生健康委微量元素与营养重点实验室,北京 100050



**摘要:**目的 分析 2015 年中国成年居民膳食维生素日常摄入量分布及摄入不足率。方法 数据来源于 2015—2017 年中国居民营养与健康状况监测,采用多阶段分层整群抽样方法从 31 个省(自治区、直辖市)抽取 298 个监测点,纳入 18 岁及以上研究对象 72 231 名。膳食调查数据采用连续 3 天 24 小时膳食回顾法结合调味品称重法收集,利用美国国家癌症研究所建立的食物及营养素日常摄入量评估方法估计维生素 B<sub>1</sub>、维生素 B<sub>2</sub>、维生素 C、维生素 E 和烟酸共 5 种维生素的日常摄入量及其分布,并参考《中国居民膳食营养素参考摄入量(2023 版)》发布的中国居民膳食维生素平均需要量或适宜摄入量,估计维生素摄入不足率。结果 中国成年居民的膳食维生素 E、维生素 C、维生素 B<sub>1</sub>、维生素 B<sub>2</sub> 和烟酸的日常摄入量分别为 27.93、77.67、0.78、0.62 和 13.15 mg/d。维生素摄入不足率从高到低依次为维生素 B<sub>2</sub>(95.98%)、维生素 B<sub>1</sub>(86.73%)、维生素 C(63.70%)、烟酸(39.81%)和维生素 E(21.17%)。女性维生素 E、维生素 C、维生素 B<sub>1</sub> 和烟酸摄入不足率高于男性( $P<0.01$ ),75 岁及以上年龄组 5 种维生素的摄入不足率高于其他年龄组,农村居民的维生素 C、维生素 B<sub>2</sub> 和烟酸的摄入不足率高于城市( $P<0.01$ ),小学以下文化程度居民 5 种维生素的摄入不足率均高于小学及初中文化程度居民和高中及以上文化程度居民( $P<0.01$ ),家庭年总收入<2 万元居民 5 种维生素的摄入不足率均高于收入 $\geq 2$  万元居民( $P<0.01$ ),超重和肥胖组居民维生素 E 的摄入不足率低于正常体质指数(body mass index, BMI)组居民,维生素 C 和烟酸的摄入不足率高于正常 BMI 组居民,差异均具有统计学意义( $P<0.01$ )。除维生素 E 外,整体上 5 种维生素的摄入不足率随身体活动强度的升高而降低。结论 2015 年中国成年居民膳食维生素日常摄入量偏低,维生素日常摄入量及摄入不足率在不同性别、年龄、城乡、文化程度、家庭收入水平、BMI 以及身体活动强度组的分布存在差异。

**关键词:** 维生素 日常摄入量 营养监测

中图分类号:R151 R153

文献标志码:A

DOI:10.19813/j.cnki.weishengyanjiu.2024.02.007

## Distribution of usual vitamin intake and prevalence of inadequate intake among Chinese adults in 2015

Li Yuge<sup>1</sup>, Huang Kun<sup>2</sup>, Yang Yuxiang<sup>1</sup>, Piao Wei<sup>1,3</sup>,

Zhao Liyun<sup>1,3</sup>, Yu Dongmei<sup>1,3</sup>, Wang Yuying<sup>1</sup>

1 National Institute for Nutrition and Health, China CDC, Beijing 100050, China; 2 School of Public Health, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China;

作者简介:李彧格,女,硕士研究生,研究方向:营养与健康流行病学,E-mail:liyuge1122@163.com

通信作者:王玉英,男,博士,研究员,研究方向:儿童营养,E-mail:wangyy@nih.chinacdc.cn

3 Key Laboratory of Trace Element Nutrition of National Health Committee, Beijing 100050, China

**ABSTRACT: OBJECTIVE** To estimate the usual vitamin intake and the prevalence of inadequate intakes among Chinese adults in 2015, and to provide a scientific basis for developing nutrition intervention strategies and measures for target populations. **METHODS** Data was drawn from the Chinese Nutrition and Health Surveillance 2015–2017, a nationally representative cross-sectional study. The multistage stratified whole-group random sampling method was used to draw participants from 298 surveillance sites in 31 provinces (autonomous regions and municipalities). Participants with no available information or abnormal energy intake were excluded, and finally, a total of 72 231 participants aged 18 years and older were included in the current study. The dietary data of the participants were collected by the 24-hour dietary recall method combined with the condiment weighing method for three consecutive days. The National Cancer Institute method was used to estimate the distribution of the usual intake of vitamin B<sub>1</sub> (thiamine), vitamin B<sub>2</sub> (riboflavin), niacin, vitamin C (ascorbic acid), and vitamin E (tocopherol), and the prevalence of inadequate intake was evaluated based on estimated average requirement or adequate intake from the Chinese Dietary Reference Intakes 2023. **RESULTS** The usual intake of vitamin E, vitamin C, vitamin B<sub>1</sub>, vitamin B<sub>2</sub> and niacin were 27.93 mg/d, 77.67 mg/d, 0.78 mg/d, 0.62 mg/d and 13.15 mg/d, respectively. The prevalence of inadequate intake was, in descending order, vitamin B<sub>2</sub> (95.98%), vitamin B<sub>1</sub> (86.73%), vitamin C (63.70%), niacin (39.81%), and vitamin E (21.17%). The prevalence of inadequate vitamin E, vitamin C, vitamin B<sub>1</sub> and niacin intake among females was higher than among males ( $P < 0.01$ ). Overall, the prevalence of inadequate vitamin intake increased with age. Rural residents had a higher prevalence of inadequate intake of vitamin C, vitamin B<sub>2</sub> and niacin than urban residents ( $P < 0.01$ ). Except for vitamin E, the prevalence of inadequate intake of vitamins decreased with increasing education levels. The prevalence of inadequate intake of these five vitamins was higher among participants with lower income levels than those with middle or high income ( $P < 0.01$ ). Participants with normal weight had a higher prevalence of inadequate intake of vitamin E than those with overweight or obesity and had a higher prevalence of inadequate intake of vitamin C than those with obesity. However, participants with normal weight had a higher prevalence of inadequate intake of vitamin E than those with overweight or obesity, with the differences being statistically significant ( $P < 0.01$ ). Except for vitamin E, the prevalence of inadequate intake of vitamins decreased with increasing physical activity intensity. **CONCLUSION** In 2015, the usual intake of dietary vitamins of Chinese adults was low. There are differences in usual intakes of vitamins and prevalence of inadequate vitamin intake for adults aged 18 years and above in males and females, different age groups, urban and rural areas, education levels, household income levels, body mass index and physical activity intensity.

**KEY WORDS:** vitamins, usual intakes, nutrition and health surveillance

维生素是多种慢性病的保护因素,充足的维生素摄入既可以促进其他营养素的吸收和利用,也可以预防多种疾病的发生<sup>[1-3]</sup>。膳食是维生素摄入的重要来源,膳食维生素摄入水平可以反映个体维生素的营养状况。根据 2015—2017 年中

国居民营养与健康状况监测数据,我国 80% 以上居民存在维生素 B<sub>1</sub> 和维生素 B<sub>2</sub> 摄入不足风险,近 70% 居民存在维生素 C 摄入不足风险<sup>[4]</sup>。

了解人群膳食维生素摄入状况并估计摄入不足风险对于制定公共卫生政策至关重要。利用常

规均值法估计营养素摄入量存在个体内变异,即个体在不同日期内摄入量的差异,可能导致对人群营养素摄入量以及摄入不足率的有偏估计<sup>[5]</sup>。日常摄入量被定义为个体某种膳食成分长期的摄入水平,它可以消除个体内变异,保留个体间变异,从而代表个体真实的摄入水平<sup>[6]</sup>。为解决24小时膳食调查数据中存在的测量误差,美国国家癌症研究所(National Cancer Institute, NCI)开发了估计日常摄入量的NCI法,该方法的有效性已得到验证,并在欧美国家的营养调查中得到广泛应用<sup>[7-8]</sup>。

本研究通过NCI建立的食物及营养素日常摄入量(usual intake, UI)评估方法(NCI法),估计中国成年居民膳食维生素的日常摄入量以及维生素摄入不足率,并根据性别、年龄、城乡、文化程度、家庭收入水平、体质指数(body mass index, BMI)以及身体活动强度的不同特征进行分层分析,以期获得更为精细化的结果,为不同人群制定相应的营养干预策略和措施提供依据。

## 1 对象与方法

### 1.1 调查对象

数据来源于2015—2017年中国居民营养与健康状况监测,该调查采用多阶段分层整群抽样方法,在31个省(自治区、直辖市)298个监测点中抽取18岁及以上成人进行营养与慢性病调查。经过数据清洗,剔除基本信息、体格测量和膳食数据缺失者以及能量摄入异常数据(男性低于800 kcal/d或高于4200 kcal/d;女性低于600 kcal/d或高于3500 kcal/d),最终纳入分析的调查对象为72 231人。

该项目通过中国疾病预防控制中心伦理审查委员会审查(No. 201519-B),所有调查对象在调查前均已签署知情同意书。

### 1.2 调查方法

采用国家项目组设计的标准问卷由经过考核的调查员通过面对面询问的方式收集调查对象信息。人口学信息包括年龄、性别、城乡、文化程度以及家庭年总收入等,生活方式信息包括身体活动水平等,并通过连续3天24小时膳食回顾法结合调味品称重法收集调查对象的膳食数据。现场调查人员使用TZG高度计(精确度为0.1 cm)和百利达HD-390电子体重秤(精确度为0.1 kg)分别测量调查对象的身高和体重,计算体质指数。

### 1.3 维生素摄入量计算及评价方法

将家庭食用油和调味品消费量按照家庭成员

能量摄入比例分配给个人,与3天24小时膳食回顾法计算的各种食物消费量合并,以形成每人每天食物及调味品消费数据。通过《中国食物成分表2009》<sup>[9]</sup>和《中国食物成分表2018》<sup>[10]</sup>计算每人每天维生素E、维生素C、维生素B<sub>1</sub>、维生素B<sub>2</sub>和烟酸的摄入量。

参照《中国居民膳食营养素参考摄入量(2023版)》<sup>[11]</sup>中提供的平均需要量(estimated average requirement, EAR),估计人群维生素摄入不足率,维生素E因未设定EAR而用适宜摄入量(adequate intake, AI)替代。

### 1.4 日常摄入量估计

使用NCI法的amount模型计算5种维生素调整后的日常摄入量分布并使用EAR切点法估计维生素摄入不足率。协变量包括年龄(18~29岁、30~49岁、50~64岁、65~74岁、75岁及以上)、性别(男性和女性)、城乡(城市和农村)、文化程度(小学以下、小学及初中、高中及以上)、家庭年总收入(<20 000元、20 000~50 000元、>50 000元以及收入不清楚)、体质指数(BMI<24为正常,24≤BMI<28为超重,BMI≥28为肥胖)、身体活动[以代谢当量(metabolic equivalent of energy, MET)为单位,<600 MET-min/周为低等强度,600~3000 MET-min/周为中等强度,>3000 MET-min/周为高等强度],以及膳食回顾的次序。NCI法估计中国成人的日常膳食摄入量的有效性已得到验证<sup>[12]</sup>。关于该方法更详细的介绍可访问<https://epi.grants.cancer.gov/diet/usualintakes/>(更新于2023年3月15日)。

### 1.5 统计学分析

使用SAS 9.4软件进行数据清洗及统计分析,并运行NCI法的MIXTRAN宏和DISTRIB宏。采用 $t$ 检验比较不同特征子组与参照组之间的日常摄入量和摄入不足率的差异。通过WesVar. 5.0软件,使用JK-n(Jackknife,杰克刀)方法建立了93套重复权重用于估计标准误。由于抽样方法的复杂性,抽样权重用于获得无偏倚的估计值。抽样权重和重复权重经过事后分层调整以匹配全国人口分布。以双侧 $P<0.01$ 认为差异具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 研究对象基本情况

共72231名调查对象纳入分析,年龄(52.6±14.4)岁,BMI(24.2±3.6),文化程度以小学及初中为主,年家庭总收入多在20 000~50 000元,高

强度身体活动最多(表 1)。

表 1 2015 年中国成年居民基本特征

特征	人数	构成比/%
年龄/岁		
18~29	6001	8.31
30~49	23899	33.09
50~64	27509	38.08
65~74	11117	15.39
≥75	3705	5.13
性别		
女	38220	52.91
男	34011	47.09
城乡		
城市	29359	40.65
农村	42872	59.35
文化程度		
小学以下	20607	28.53
小学及初中	36925	51.12
高中及以上	14699	20.35
家庭年总收入/元		
<20 000	15646	21.66
20000~50000	24367	33.73
>50000	20437	28.29
不清楚	11781	16.31
体质指数		
<24	36553	50.61
24~27.9	25384	35.14
≥28	10294	14.25
身体活动水平/(MET·min/周)		
<600	17257	23.89
600~3000	17914	24.80
>3000	37060	51.31
合计	72231	100

表 2 2015 年中国不同性别成年居民维生素摄入状况 ( $\bar{x}\pm SE$ )

维生素	男性 ( <i>n</i> = 34011)	女性 ( <i>n</i> = 38220)	合计 ( <i>N</i> = 72231)	<i>P</i> 值
日常摄入量/(mg/d)				
维生素 E	29.60±0.04	26.25±0.03	27.93±0.03	<0.01
维生素 C	79.43±0.16	75.89±0.18	77.67±0.16	<0.01
维生素 B <sub>1</sub>	0.86±0.01	0.71±0.01	0.78±0.01	<0.01
维生素 B <sub>2</sub>	0.67±0.01	0.56±0.01	0.62±0.01	<0.01
烟酸	14.56±0.03	11.73±0.02	13.15±0.02	<0.01
摄入不足率/%				
维生素 E	18.19±0.06	24.17±0.06	21.17±0.05	<0.01
维生素 C	62.01±0.15	65.40±0.17	63.70±0.15	<0.01
维生素 B <sub>1</sub>	86.51±0.09	86.96±0.07	86.73±0.08	<0.01
维生素 B <sub>2</sub>	96.14±0.04	95.81±0.04	95.98±0.04	<0.01
烟酸	37.89±0.18	41.75±0.12	39.81±0.14	<0.01

## 2.5 不同地区人群维生素摄入状况

表 4 显示,农村居民的维生素 C、维生素 B<sub>2</sub> 和烟酸的日常摄入量低于城市居民,且摄入不足率高

## 2.2 总人群膳食维生素日常摄入状况

中国成年居民的膳食维生素 E、维生素 C、维生素 B<sub>1</sub>、维生素 B<sub>2</sub> 和烟酸的日常摄入量分别为 27.93、77.67、0.78、0.62 和 13.15 mg/d;维生素摄入不足率从高到低依次为维生素 B<sub>2</sub> (95.98%)、维生素 B<sub>1</sub> (86.73%)、维生素 C (63.70%)、烟酸 (39.81%) 和维生素 E (21.17%),见表 2。

## 2.3 不同性别人群膳食维生素摄入状况

男性 5 种维生素的日常摄入量均高于女性 ( $P<0.01$ ),女性维生素 E、维生素 C、维生素 B<sub>1</sub> 和烟酸的摄入不足率高于男性 ( $P<0.01$ ),男性维生素 B<sub>2</sub> 的摄入不足率高于女性 ( $P<0.01$ ),见表 2。

## 2.4 不同年龄组人群维生素摄入状况

由表 3 可知,除维生素 E 外,30~49 岁年龄组维生素的日常摄入量均高于 18~29 岁年龄组,差异具有统计学意义 ( $P<0.01$ )。整体上,50 岁以后 5 种维生素的摄入量随年龄呈现下降趋势,即 75 岁及以上年龄组 5 种维生素的日常摄入量最低。

75 岁及以上年龄组 5 种维生素的摄入不足率高于其他年龄组,其中维生素 B<sub>2</sub> 的摄入不足率高达 98% 以上,维生素 E、维生素 B<sub>1</sub> 的摄入不足率高于 18~29 岁居民近 10 个百分点 ( $P<0.01$ ),烟酸的摄入不足率高于 18~29 岁居民近 25 个百分点 ( $P<0.01$ )。30~49 岁居民维生素 B<sub>2</sub> 摄入不足率最低,但也高达 95.11%。

于城市居民,差异具有统计学意义 ( $P<0.01$ )。农村和城市居民维生素 B<sub>1</sub> 和维生素 E 的日常摄入量及摄入不足率差异无统计学意义 ( $P>0.01$ )。

表 3 2015 年中国不同年龄成年居民维生素摄入状况 ( $\bar{x}\pm SE$ )

维生素	18~29 岁 (n=6001)	30~49 岁 (n=23899)	50~64 岁 (n=27509)	65~74 岁 (n=11117)	≥75 岁 (n=3705)
日常摄入量/(mg/d)					
维生素 E	28.23±0.05	28.04±0.05 <sup>(1)</sup>	28.78±0.03 <sup>(2)</sup>	26.38±0.05 <sup>(2)</sup>	23.58±0.06 <sup>(2)</sup>
维生素 C	73.34±0.18	79.00±0.20 <sup>(2)</sup>	81.37±0.18 <sup>(2)</sup>	78.36±0.21 <sup>(2)</sup>	68.64±0.27 <sup>(2)</sup>
维生素 B <sub>1</sub>	0.79±0.01	0.81±0.01 <sup>(2)</sup>	0.78±0.01 <sup>(2)</sup>	0.72±0.01 <sup>(2)</sup>	0.64±0.01 <sup>(2)</sup>
维生素 B <sub>2</sub>	0.62±0.01	0.64±0.01 <sup>(2)</sup>	0.61±0.01 <sup>(2)</sup>	0.56±0.01 <sup>(2)</sup>	0.51±0.01 <sup>(2)</sup>
烟酸	13.35±0.03	13.71±0.02 <sup>(2)</sup>	12.92±0.02 <sup>(2)</sup>	11.65±0.02 <sup>(2)</sup>	10.26±0.03 <sup>(2)</sup>
摄入不足率/%					
维生素 E	20.61±0.10	20.84±0.08	19.63±0.06 <sup>(2)</sup>	24.09±0.08 <sup>(2)</sup>	30.28±0.15 <sup>(2)</sup>
维生素 C	67.75±0.18	62.48±0.19 <sup>(2)</sup>	60.15±0.17 <sup>(2)</sup>	63.05±0.20 <sup>(2)</sup>	72.34±0.24 <sup>(2)</sup>
维生素 B <sub>1</sub>	86.54±0.11	84.91±0.09 <sup>(2)</sup>	87.35±0.08 <sup>(2)</sup>	91.18±0.06 <sup>(2)</sup>	94.97±0.07 <sup>(2)</sup>
维生素 B <sub>2</sub>	95.94±0.05	95.11±0.05 <sup>(2)</sup>	96.51±0.03 <sup>(2)</sup>	97.92±0.03 <sup>(2)</sup>	98.78±0.02 <sup>(2)</sup>
烟酸	38.26±0.20	35.58±0.15 <sup>(2)</sup>	41.24±0.16 <sup>(2)</sup>	51.52±0.14 <sup>(2)</sup>	62.90±0.25 <sup>(2)</sup>

注: 与 18~29 岁组比较, (1) $P<0.05$ , (2) $P<0.01$

表 4 2015 年中国城乡成年居民维生素摄入状况 ( $\bar{x}\pm SE$ )

维生素	城市 (n=29359)	农村 (n=42872)	合计 (N=72231)	P 值
日常摄入量/(mg/d)				
维生素 E	27.85±0.05	28.02±0.05	27.93±0.03	0.05
维生素 C	78.49±0.22	76.80±0.19	77.67±0.16	<0.01
维生素 B <sub>1</sub>	0.78±0.01	0.79±0.01	0.78±0.01	0.20
维生素 B <sub>2</sub>	0.65±0.01	0.58±0.00	0.62±0.01	<0.01
烟酸	13.55±0.03	12.73±0.02	13.15±0.02	<0.01
摄入不足率/%				
维生素 E	21.24±0.09	21.09±0.09	21.17±0.05	0.33
维生素 C	62.91±0.21	64.54±0.18	63.70±0.15	<0.01
维生素 B <sub>1</sub>	86.90±0.11	86.55±0.10	86.73±0.08	0.02
维生素 B <sub>2</sub>	94.66±0.06	97.38±0.03	95.98±0.04	<0.01
烟酸	36.95±0.22	42.85±0.15	39.81±0.14	<0.01

2.6 不同文化程度人群维生素摄入状况

如表 5 所示, 小学以下文化程度居民 5 种维生素的日常摄入量均低于小学及初中文化程度居民和高中及以上文化程度居民, 同时摄入不足率均高于小学及初中文化程度居民和高中以上文化

程度居民, 差异均具有统计学意义 ( $P<0.01$ )。维生素 C、维生素 B<sub>2</sub> 和烟酸的摄入不足率随文化程度的升高而下降, 小学以下文化程度居民维生素 B<sub>2</sub> 摄入不足率高达 98% 以上。

表 5 2015 年中国不同文化程度成年居民维生素摄入状况 ( $\bar{x}\pm SE$ )

维生素	小学以下 (n=20607)	小学及初中 (n=36925)	高中及以上 (n=14699)
日常摄入量/(mg/d)			
维生素 E	25.30±0.04	28.99±0.04 <sup>(1)</sup>	27.82±0.05 <sup>(1)</sup>
维生素 C	76.03±0.23	77.64±0.15 <sup>(1)</sup>	78.66±0.19 <sup>(1)</sup>
维生素 B <sub>1</sub>	0.72±0.01	0.80±0.01 <sup>(1)</sup>	0.80±0.01 <sup>(1)</sup>
维生素 B <sub>2</sub>	0.53±0.01	0.61±0.01 <sup>(1)</sup>	0.68±0.01 <sup>(1)</sup>
烟酸	11.95±0.02	13.07±0.02 <sup>(1)</sup>	13.97±0.03 <sup>(1)</sup>
摄入不足率/%			
维生素 E	26.28±0.08	19.23±0.06 <sup>(1)</sup>	21.21±0.07 <sup>(1)</sup>
维生素 C	65.25±0.22	63.78±0.14 <sup>(1)</sup>	62.69±0.18 <sup>(1)</sup>
维生素 B <sub>1</sub>	89.47±0.07	85.87±0.09 <sup>(1)</sup>	86.50±0.10 <sup>(1)</sup>
维生素 B <sub>2</sub>	98.26±0.02	96.65±0.03 <sup>(1)</sup>	93.65±0.07 <sup>(1)</sup>
烟酸	45.93±0.17	40.93±0.15 <sup>(1)</sup>	34.59±0.16 <sup>(1)</sup>

注: (1) 与小学以下比较,  $P<0.01$

## 2.7 不同家庭收入人群维生素摄入状况

表 6 显示,中高收入水平居民 5 种维生素的日常摄入量均高于低收入水平居民,差异具有统计学意义( $P<0.01$ )。维生素日常摄入量随家庭收入水平增加而增加,整体上不清楚家庭收入的居民摄入量介于低收入和高收入水平之间。

维生素摄入不足率随家庭收入水平增加而降低,低收入水平居民 5 种维生素的摄入不足率均高于中高收入居民( $P<0.01$ ),其中烟酸摄入不足率比高收入居民高近 20%,维生素 C 高近 10%。低收入水平居民维生素 B<sub>2</sub> 摄入不足率高达 98% 以上。

表 6 2015 年中国不同家庭总收入成年居民维生素摄入状况( $\bar{x}\pm SE$ )

维生素	<2 万元 (n=15646)	2~5 万元 (n=24367)	>5 万元 (n=20437)	不清楚 (n=11781)
日常摄入量/(mg/d)				
维生素 E	25.93±0.07	28.31±0.05 <sup>(1)</sup>	28.80±0.04 <sup>(1)</sup>	27.27±0.06 <sup>(1)</sup>
维生素 C	72.54±0.18	76.42±0.15 <sup>(1)</sup>	81.54±0.21 <sup>(1)</sup>	76.70±0.24 <sup>(1)</sup>
维生素 B <sub>1</sub>	0.77±0.01	0.78±0.01 <sup>(1)</sup>	0.81±0.01 <sup>(1)</sup>	0.76±0.01 <sup>(1)</sup>
维生素 B <sub>2</sub>	0.54±0.01	0.59±0.01 <sup>(1)</sup>	0.68±0.01 <sup>(1)</sup>	0.59±0.01 <sup>(1)</sup>
烟酸	11.75±0.03	12.49±0.02 <sup>(1)</sup>	14.44±0.03 <sup>(1)</sup>	13.03±0.04 <sup>(1)</sup>
摄入不足率/%				
维生素 E	24.93±0.14	20.40±0.07 <sup>(1)</sup>	19.62±0.07 <sup>(1)</sup>	22.32±0.11 <sup>(1)</sup>
维生素 C	68.69±0.18	64.91±0.14 <sup>(1)</sup>	59.90±0.19 <sup>(1)</sup>	64.71±0.23 <sup>(1)</sup>
维生素 B <sub>1</sub>	87.96±0.09	86.97±0.08 <sup>(1)</sup>	85.23±0.10 <sup>(1)</sup>	88.28±0.12 <sup>(2)</sup>
维生素 B <sub>2</sub>	98.42±0.02	97.12±0.02 <sup>(1)</sup>	93.44±0.07 <sup>(1)</sup>	96.87±0.04 <sup>(1)</sup>
烟酸	50.55±0.20	44.33±0.13 <sup>(1)</sup>	30.88±0.17 <sup>(1)</sup>	40.00±0.28 <sup>(1)</sup>

注:与低收入比较,(1) $P<0.01$ ,(2) $P<0.05$

## 2.8 不同 BMI 人群维生素摄入状况

如表 7 所示,超重和肥胖组居民维生素 E 的日常摄入量高于正常 BMI 组居民( $P<0.01$ ),烟酸和维生素 C 摄入量低于正常 BMI 组居民( $P<0.01$ )。正常 BMI 组居民维生素 B<sub>1</sub> 和维生素 B<sub>2</sub> 的日常摄入量低于超重组,而高于肥胖组( $P<0.01$ )。

超重和肥胖组居民维生素 E 的摄入不足率低于正常 BMI 组,而维生素 C 和烟酸摄入不足率高于正常 BMI 组,差异均具有统计学意义( $P<0.01$ )。正常组维生素 B<sub>1</sub> 的摄入不足率高于超重居民,而低于肥胖居民,差异均具有统计学意义( $P<0.01$ )。正常组维生素 B<sub>2</sub> 的摄入不足率低于肥胖居民( $P<0.01$ ),而与超重居民差异无统计学意义。

表 7 2015 年中国不同体质指数成年居民维生素摄入状况( $\bar{x}\pm SE$ )

维生素	正常 (n=36553)	超重 (n=25384)	肥胖 (n=10294)
日常摄入量/(mg/d)			
维生素 E	27.23±0.03	28.53±0.05 <sup>(1)</sup>	29.14±0.05 <sup>(1)</sup>
维生素 C	78.59±0.17	77.99±0.20 <sup>(1)</sup>	73.51±0.16 <sup>(1)</sup>
维生素 B <sub>1</sub>	0.78±0.01	0.79±0.01 <sup>(1)</sup>	0.78±0.01 <sup>(1)</sup>
维生素 B <sub>2</sub>	0.62±0.01	0.62±0.01 <sup>(1)</sup>	0.61±0.01 <sup>(1)</sup>
烟酸	13.44±0.03	13.01±0.02 <sup>(1)</sup>	12.43±0.02 <sup>(1)</sup>
摄入不足率/%			
维生素 E	22.44±0.06	20.06±0.07 <sup>(1)</sup>	19.03±0.09 <sup>(1)</sup>
维生素 C	62.81±0.16	63.39±0.19 <sup>(1)</sup>	67.73±0.16 <sup>(1)</sup>
维生素 B <sub>1</sub>	86.67±0.08	86.41±0.08 <sup>(1)</sup>	87.70±0.10 <sup>(1)</sup>
维生素 B <sub>2</sub>	95.90±0.04	95.87±0.04	96.53±0.06 <sup>(1)</sup>
烟酸	37.39±0.16	41.19±0.13 <sup>(1)</sup>	45.60±0.19 <sup>(1)</sup>

注:(1)与体重正常比较, $P<0.01$

## 2.9 不同身体活动人群维生素摄入状况

由表 8 可见,除维生素 E 外,低等身体活动强度居民的 5 种维生素日常摄入量均低于高等强度居民,差异具有统计学意义( $P<0.01$ )。低等身体活动强度居民的维生素 C、维生素 B<sub>2</sub> 和烟酸的

日常摄入量均低于中等强度居民( $P<0.01$ )。

除维生素 E 外,整体上维生素的摄入不足率随身体活动强度的升高而降低,低等强度居民维生素 C、维生素 B<sub>1</sub>、维生素 B<sub>2</sub>、烟酸的摄入不足率均高于中等和高等强度居民( $P<0.01$ )。低等身

体活动强度居民的维生素 E 摄入不足率低于中等强度居民 ( $P < 0.01$ ), 而与高等强度居民差异无

表 8 2015 年中国不同身体活动强度成年居民的维生素摄入状况 ( $\bar{x} \pm SE$ )

维生素	低 ( $n = 17257$ )	中 ( $n = 17918$ )	高 ( $n = 37083$ )
日常摄入量/(mg/d)			
维生素 E	27.99±0.05	27.79±0.05 <sup>(1)</sup>	27.98±0.04
维生素 C	74.21±0.18	76.05±0.18 <sup>(1)</sup>	80.61±0.18 <sup>(1)</sup>
维生素 B <sub>1</sub>	0.77±0.01	0.76±0.01 <sup>(1)</sup>	0.80±0.01 <sup>(1)</sup>
维生素 B <sub>2</sub>	0.60±0.01	0.62±0.01 <sup>(1)</sup>	0.62±0.01 <sup>(1)</sup>
烟酸	12.77±0.03	12.89±0.02 <sup>(1)</sup>	13.52±0.02 <sup>(1)</sup>
摄入不足率/%			
维生素 E	21.11±0.08	21.40±0.07 <sup>(1)</sup>	21.07±0.07
维生素 C	67.04±0.18	65.24±0.17 <sup>(1)</sup>	60.87±0.17 <sup>(1)</sup>
维生素 B <sub>1</sub>	88.05±0.10	87.52±0.08 <sup>(1)</sup>	85.51±0.08 <sup>(1)</sup>
维生素 B <sub>2</sub>	96.62±0.04	95.55±0.05 <sup>(1)</sup>	95.85±0.04 <sup>(1)</sup>
烟酸	43.64±0.18	40.64±0.16 <sup>(1)</sup>	37.11±0.13 <sup>(1)</sup>

注:(1)与低身体活动强度比较, $P < 0.01$

### 3 讨论

有研究报道,2015年我国老年居民膳食维生素 B<sub>1</sub> 摄入不足的风险为 80% 以上<sup>[13]</sup>, 低于本研究的结果, 由于该研究采用均值法估计营养素摄入量, 可能导致对摄入不足风险的有偏估计。

有研究利用“中国健康与营养调查”数据发现, 2015年我国九省(自治区)成年人核黄素摄入不足风险超过 85%, 且存在随年龄升高摄入量下降的趋势<sup>[14-15]</sup>, 与本研究基本一致。同时本研究发现, 75岁及以上年龄组居民维生素 B<sub>2</sub> 的摄入不足率高达 98% 以上。由于食欲减退、咀嚼功能降低、消化功能减弱等生理功能改变, 老年人膳食摄入量降低、摄入食品类型单一, 使得老年人营养需求难以得到满足, 这也是老年人 B 族维生素摄入量不足的主要原因。

根据《中国居民膳食营养素参考摄入量 2023》, 成年居民维生素 C 推荐摄入量为 100 mg/d<sup>[11]</sup>。本研究中国成年居民维生素 C 日常摄入量为 77.67 mg/d, 且摄入不足率达到了 60% 以上。已有研究指出, 与日本、意大利等国家相比, 我国居民维生素 C 摄入量较低<sup>[16]</sup>。同时据国外研究指出, 欧洲国家维生素 C 摄入不足率普遍偏低, 其中低于 EAR 比例最高的国家为丹麦(男性为 8%, 女性为 13%), 受食物成分表限制, 本研究未将强化食品的维生素含量纳入数据分析, 而欧美国家通常会将日常摄入食品进行营养素强化, 因此可能会高估我国居民与其他国家居民的营养素摄入量差异<sup>[17]</sup>。维生素 C 由于其广泛存在于新鲜蔬菜和水果中, 所以蔬菜水果摄入水平以及蔬菜烹调方式对维生素 C 摄入起着决定性作用<sup>[17]</sup>。

可见, 在营养变迁中由于膳食模式的变化, 我国居民植物性食物摄入量偏低问题急需改善<sup>[18]</sup>。

社会人口学特征是居民膳食摄入量和膳食模式的重要影响因素。本研究结果显示, 多数膳食维生素日常摄入量在不同特征间分布差异显著。男性居民 5 种维生素日常摄入量高于女性, 城市居民维生素 C、维生素 B<sub>2</sub> 和烟酸的日常摄入量高于农村居民, 50 岁及以上年龄组居民膳食维生素日常摄入量随年龄的增加而下降, 高中及以上文化程度居民 5 种维生素的日常摄入量显著高于小学以下文化程度居民, 维生素日常摄入量随家庭收入水平增长而增长, 这与先前对中国部分省份的膳食维生素摄入量的研究结果相一致<sup>[13, 19-20]</sup>。此外, 超重肥胖人群维生素 C 和烟酸日常摄入量更低, 这可能与超重肥胖人群相对不健康的膳食模式有关。在食物摄入总量更高的情况下, 超重肥胖人群维生素仍摄入不足, 说明其膳食结构不合理, 而维生素 E 日常摄入量则较高, 可能与食用油摄入过量有关<sup>[21]</sup>。本研究中除维生素 E 外, 高强度身体活动人群维生素日常摄入量均高于低强度人群。身体活动强度高使得能量消耗较高, 能量总量摄入也越高, 而低强度身体活动人群摄入量低, 可能导致更高的摄入不足风险。据报道, 高强度身体活动者维生素 C、E、烟酸的摄入量均高于低强度身体活动者<sup>[22]</sup>, 也支持这一观点。

一项利用中国营养与健康调查(2010—2012)数据的研究显示, 中国 60 岁以上人群的微量营养素摄入量严重不足, 核黄素、硫胺素摄入不足率分别为 94% 和 87.7%<sup>[19]</sup>。黄坤等采用 NCI 方法对中国居民微量元素日常摄入量进行估计,

结果显示维生素 B<sub>2</sub>、维生素 B<sub>1</sub>、维生素 C、烟酸和维生素 E 摄入不足的风险依次为 95.98%、86.72%、63.69%、38.67% 以及 21.18%<sup>[23]</sup>, 与本研究结果近似。

鉴于食物仍是维生素的主要来源, 因此鼓励我国居民丰富食物摄入种类, 增加富含维生素的食物摄入, 合理烹调, 根据自身需要进行膳食补充剂的摄入, 以提高维生素摄入水平, 降低维生素摄入不足可能导致的患病风险。此外, 鼓励其他国家和地区使用减少测量误差的方法, 根据不同人群特征估计其营养素摄入不足的风险, 为进一步制定有针对性的策略和措施, 以改善维生素摄入不足情况提供科学依据。

### 参考文献

- [ 1 ] BALBOA-CASTILLO T, STRUIJK E A, LOPEZ-GARCIA E, et al. Low vitamin intake is associated with risk of frailty in older adults[J]. *Age Ageing*, 2018, 47(6): 872-879.
- [ 2 ] ZHOU C, NA L, SHAN R, et al. Dietary vitamin C intake reduces the risk of type 2 diabetes in Chinese adults: HOMA-IR and T-AOC as potential mediators [J]. *PLoS One*, 2016, 11(9): e0163571.
- [ 3 ] MA E, ISO H, YAMAGISHI K, et al. Dietary antioxidant micronutrients and all-cause mortality: the Japan collaborative cohort study for evaluation of cancer risk [J]. *J Epidemiol*, 2018, 28(9): 388-396.
- [ 4 ] 于冬梅, 赵丽云, 琚腊红, 等. 2015—2017 年中国居民能量和主要营养素的摄入状况[J]. *中国食物与营养*, 2021, 27(4): 5-10.
- [ 5 ] FREEDMAN L S, SCHATZKIN A, MIDTHUNE D, et al. Dealing with dietary measurement error in nutritional cohort studies [J]. *J Natl Cancer Inst*, 2011, 103(14): 1086-1092.
- [ 6 ] TOOZE J A, KIPNIS V, BUCKMAN D W, et al. A mixed-effects model approach for estimating the distribution of usual intake of nutrients: the NCI method [J]. *Statist Med*, 2010, 29(27): 2857-2868.
- [ 7 ] HERRICK K A, ROSSEN L M, PARSONS R, et al. Estimating usual dietary intake from national health and nutrition examination survey data using the national cancer institute method [J]. *Vital Health Stat*, 2018(178): 1-63.
- [ 8 ] BIRRELL C L, NEALE E P, PROBST Y C. Usual intake of meat in Australians: secondary analysis of the 2011-12 national nutrition and physical activity survey using the NCI method[J]. *J Hum Nutr Diet*, 2020, 33(4): 505-517.
- [ 9 ] 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.
- [ 10 ] 杨月欣. 中国食物成分表(标准版)[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2018.
- [ 11 ] 中国营养学会. 中国居民膳食营养素参考摄入量(2023)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2023.
- [ 12 ] HUANG K, YU D, GUO Q, et al. Validation of the MSM and NCI method for estimating the usual intake of nutrients and food according to four seasons of seven consecutive daily 24 hour dietary recalls in Chinese adults[J]. *Nutrients*, 2022, 14(3): 445.
- [ 13 ] 李丽, 欧阳一非, 王惠君, 等. 2015 年中国 15 个省(自治区、直辖市)65 岁及以上居民膳食维生素 B<sub>1</sub>、维生素 B<sub>2</sub> 和烟酸摄入状况[J]. *卫生研究*, 2020, 49(1): 28-35.
- [ 14 ] 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(5): 410-417.
- [ 15 ] FAIRFIELD K M, FLETCHER R H. Vitamins for chronic disease prevention in adults: scientific review [J]. *JAMA*, 2002, 287(23): 3116-3126.
- [ 16 ] ZHANG R, WANG Z, FEI Y, et al. The difference in nutrient intakes between Chinese and Mediterranean, Japanese and American Diets [J]. *Nutrients*, 2015, 7(6): 4661-4688.
- [ 17 ] CARR A C, ROWE S. Factors affecting vitamin c status and prevalence of deficiency: a global health perspective[J]. *Nutrients*, 2020, 12(7): 1963.
- [ 18 ] 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.
- [ 19 ] LIU Z, ZHAO L, MAN Q, et al. Dietary micronutrients intake Status among Chinese elderly people living at home: data from CNHNS 2010-2012 [J]. *Nutrients*, 2019, 11(8): 1787.
- [ 20 ] 贾小芳, 王志宏, 张兵, 等. 2015 年中国 15 省(自治区、直辖市)65 岁及以上居民膳食维生素 C 摄入状况[J]. *卫生研究*, 2019, 48(1): 16-22.
- [ 21 ] 房红芸, 何宇纳, 于冬梅, 等. 中国居民食用油摄入状况及变化[J]. *中国食物与营养*, 2017, 23(2): 56-58.
- [ 22 ] APARICIO-UGARRIZA R, LUZARDO-SOCORRO R, PALACIOS G, et al. What is the relationship between physical fitness level and macro- and micronutrient intake in Spanish older adults[J]. *Eur J Nutr*, 2019, 58(4): 1579-1590.
- [ 23 ] HUANG K, FANG H, YU D, et al. Usual intake of micronutrients and prevalence of inadequate intake among Chinese adults: data from CNHNS 2015-2017 [J]. *Nutrients*, 2022, 14(22): 4714.

收稿日期: 2023-08-31