

# 1991—2018年我国15个省份居民膳食镁摄入量的变化趋势

曹秋野<sup>1</sup>, 王志宏<sup>1,2</sup>, 王柳森<sup>1,2</sup>, 王邵顺子<sup>1</sup>, 李惟怡<sup>1,2</sup>, 郝丽鑫<sup>1</sup>, 王惠君<sup>1,2</sup>, 张兵<sup>1</sup>, 丁钢强<sup>1,2</sup>, 姜红如<sup>1,2</sup>

1. 中国疾病预防控制中心营养与健康所, 北京 100050  
2. 中国营养学会 DRIs 修订专家委员会常量元素组, 北京 100053

## 摘要：

**[背景]**镁作为重要营养素, 参与机体大部分代谢过程, 且与糖尿病等营养相关疾病的发生密切相关。目前尚无针对我国全生命周期人群膳食镁摄入长期变化特征的基础数据结果。

**[目的]**分析近30年我国全年年龄段及不同特征人群膳食镁摄入状况及长期变化趋势, 明晰镁缺乏重点干预人群, 并为膳食镁参考摄入量修订提供一定的依据。

**[方法]**选取“中国健康与营养调查”1991—2018年的10轮调查中有完整社会人口学和膳食调查数据的人群作为研究对象, 分析每轮调查对象膳食镁摄入状况、人群摄入不足率及变化趋势。以性别、年龄、教育程度、城乡分布和地区为协变量, 用多因素线性回归模型分析不同年份人群膳食镁摄入量变化特征。采用 Wilcoxon 趋势检验分析不同特征人群膳食镁摄入量随调查年份变化的趋势。采用 Cochran-Armitage 趋势检验分析不同特征人群膳食镁摄入不足率的变化趋势。

**[结果]**共纳入127 169例调查对象。1991年、1993年、1997年、2000年、2004年、2006年、2009年、2011年、2015年和2018年10轮调查对象膳食镁摄入量中位数分别为283.70、283.38、304.26、285.50、283.64、275.49、267.92、242.93、240.51、238.89 mg·d<sup>-1</sup>, 呈下降趋势( $F=2931.81, P<0.001$ )。在不同性别、年龄、受教育程度、收入水平、城乡分布和地区分布方面, 各年份不同分组人群膳食镁摄入量基本上均呈现差异, 仅1991年不同收入人群膳食镁摄入量无明显差异。近30年膳食镁摄入量不足率上升显著( $Z=62.62, P<0.001$ ), 至2018年近60%的调查对象存在膳食镁摄入不足, 其中男性为53.94%, 女性为65.35%, 14~17岁人群膳食镁摄入不足率高达71.29%。

**[结论]**我国居民整体膳食镁摄入量呈下降趋势, 普遍存在膳食镁摄入不足。需重点关注高风险人群膳食镁摄入状况, 开展相关营养干预, 并进一步评估膳食镁推荐摄入量适宜值。

**关键词：**镁 ; 膳食摄入量 ; 队列研究 ; 中国居民

**Secular trends of dietary magnesium intakes among Chinese residents in 15 provincial-level administrative regions from 1991 to 2018** CAO Qiuye<sup>1</sup>, WANG Zhihong<sup>1,2</sup>, WANG Liusen<sup>1,2</sup>, WANG Shaoshunzi<sup>1</sup>, LI Weiyi<sup>1,2</sup>, HAO Lixin<sup>1</sup>, WANG Huijun<sup>1,2</sup>, ZHANG Bing<sup>1</sup>, DING Gangqiang<sup>1,2</sup>, JIANG Hongru<sup>1,2</sup> (1. National Institute for Nutrition and Health, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100050, China; 2. DRIs Expert Committee on Macroelement, Chinese Nutrition Society, Beijing 100053, China)

## Abstract:

**[Background]** Magnesium is an important nutrient, and participates in most metabolic processes. Many studies show an association between dietary magnesium intakes and nutrition-related diseases such as diabetes. However, the data of dietary magnesium intakes and secular trends among the whole life cycle of Chinese residents are not available.

**[Objective]** To investigate the dietary magnesium intakes and associated secular trends over the past three decades in residents of all ages and China, to identify the high-risk residents of magnesium deficiency and plan nutritional interventions, and provide basic data support for the revision of dietary magnesium reference intake.

**[Method]** The data came from the 10 rounds of the “China Health and Nutrition Survey” from 1991 to 2018, and the participants with complete sociodemographic and dietary data were



DOI 10.11836/JEOM22088

## 组稿专家

丁钢强(中国疾病预防控制中心营养与健康所), E-mail: dingqq@chinacdc.cn

## 基金项目

科技部国家重点研发计划(2020YFC2006300); 国际合作项目(R01-HD30880, DK056350, R24-HD050924, R01-HD38700); 国家财政项目(131031107000160002)

## 作者简介

曹秋野(1972—), 女, 本科, 主治医师;  
E-mail: caoqy@ninh.chinacdc.cn

## 通信作者

姜红如, E-mail: jianghr@ninh.chinacdc.cn

伦理审批 已获取

利益冲突 无申报

收稿日期 2022-03-11

录用日期 2022-07-14

文章编号 2095-9982(2022)09-0968-06

中图分类号 R153

文献标志码 A

## 补充材料

[www.jeom.org/article/cn/10.11836/JEOM22088](http://www.jeom.org/article/cn/10.11836/JEOM22088)

## ►引用

曹秋野, 王志宏, 王柳森, 等. 1991—2018年我国15个省份居民膳食镁摄入量的变化趋势[J]. 环境与职业医学, 2022, 39(9): 968-973.

## ►本文链接

[www.jeom.org/article/cn/10.11836/JEOM22088](http://www.jeom.org/article/cn/10.11836/JEOM22088)

## Funding

This study was funded.

## Correspondence to

JIANG hongru, E-mail: [jianghr@ninh.chinacdc.cn](mailto:jianghr@ninh.chinacdc.cn)

Ethics approval Obtained

Competing interests None declared

Received 2022-03-11

Accepted 2022-07-14

## Supplemental material

[www.jeom.org/article/en/10.11836/JEOM22088](http://www.jeom.org/article/en/10.11836/JEOM22088)

## ► To cite

CAO Qiuye, WANG Zhihong, WANG Liusen, et al. Secular trends of dietary magnesium intakes among Chinese residents in 15 provincial-level administrative regions from 1991 to 2018[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2022, 39(9): 968-973.

## ► Link to this article

[www.jeom.org/article/en/10.11836/JEOM22088](http://www.jeom.org/article/en/10.11836/JEOM22088)

selected. The median intakes, insufficient rates, and secular trends of dietary magnesium intakes were analyzed in different survey years. Analysis of multiple linear regression was used to analyze the annual change characteristics of dietary magnesium intakes controlling gender, age, education, urban-rural stratum, and north-south region. Wilcoxon trend test was used to analyze the secular trends of dietary magnesium intakes in different characteristic groups. The trends of insufficient rate were analyzed by Cochran-Armitage trend test among different characteristic groups.

**[Results]** A total of 127 169 residents were included in the present study. The medians of dietary magnesium intakes in 1991, 1993, 1997, 2000, 2004, 2006, 2009, 2011, 2015, and 2018 were 283.70, 283.38, 304.26, 285.50, 283.64, 275.49, 267.92, 242.93, 240.51, and  $238.89 \text{ mg} \cdot \text{d}^{-1}$ , respectively, showing a significant downward trend ( $F=2931.81, P < 0.001$ ). Dietary magnesium intakes showed significant differences in gender, age, education level, income level, urban-rural stratum, and north-south region in almost all survey years, except that there was no significant difference among different income groups in 1991. Insufficient rate of dietary magnesium intake showed a significant upward trend ( $Z=62.62, P < 0.001$ ), approximate 60% of Chinese residents consumed insufficient magnesium. The insufficient rate was 53.94% for male and 65.35% for female, and the insufficient rate in the 14-17 age group was as high as 71.29%.

**[Conclusion]** The dietary magnesium intake shows a significant downward trend and insufficient intake of dietary magnesium is prevalent among Chinese population. It is necessary to observe the high-risk population and conduct relevant nutritional interventions, as well as to further assess the recommended intake of magnesium.

**Keywords:** magnesium; dietary intake; cohort study; Chinese resident

镁是人体细胞内含量第二多的阳离子<sup>[1]</sup>,作为参与葡萄糖代谢、蛋白质生成和核酸合成等300多种酶促反应的辅助因子,参与了80%的已知代谢<sup>[2-4]</sup>。近十几年许多研究发现镁可能与糖尿病<sup>[5-8]</sup>、中风<sup>[6,9]</sup>、代谢综合征<sup>[8,10]</sup>、高血压<sup>[11]</sup>以及心脑血管疾病<sup>[12]</sup>发病风险相关。以往我国膳食镁摄入量分析,以全人群现况<sup>[13-16]</sup>或重点人群变化趋势<sup>[17-19]</sup>为主,尚缺乏基于我国全生命周期不同特征人群,针对膳食镁摄入量的大规模长期调查专题分析。因此,本研究利用“中国健康与营养调查”1991—2018年10轮调查数据,全面分析我国不同年龄段和不同特征居民近30年间膳食镁摄入量及变化趋势,为了解我国全生命周期人群的膳食镁营养状况,发现需重点干预人群并开展相关营养指导以及修订膳食镁参考摄入量提供基础信息数据支持。

## 1 对象与方法

### 1.1 资料来源

“中国健康与营养调查”自1989年开始,至今已完成11轮随访。该项目首先在辽宁、山东、江苏、河南、湖北、湖南、广西、贵州采用分层多阶段整群随机抽样方式开展调查,之后分别在1997年纳入黑龙江省,2011年纳入北京、上海和重庆3个直辖市,2015年纳入陕西、浙江、云南3个省份作为调查点,目前已扩展至我国十五省(自治区、直辖市)。该项目经中国疾病预防控制中心营养与健康所伦理审查委员会伦理审批(编号:2018-004),调查对象在调查前均被告知研究内容并签署知情同意书,具体详见参考文献[20-21]。

### 1.2 研究对象

选择1991年、1993年、1997年、2000年、2004年、

2006年、2009年、2011年、2015年和2018年共10轮调查中参加本项目的人群作为本次研究对象,删除人口学信息缺失者、“3天24小时”膳食调查数据缺失者、每日能量摄入异常者(年龄分层后,删除膳食总能量摄入≥第99百分位数和≤第1百分位数的观测值)、孕妇、乳母和不满1岁婴幼儿,最终纳入127 169例研究对象。

### 1.3 研究方法

本调查采用连续“3天24小时”膳食回顾法结合家庭称重记账法,收集食物、烹调油和调味品摄入数据,并利用《中国食物成分表》<sup>[22-23]</sup>计算每人每天能量和镁的膳食摄入量。参考《中国居民膳食营养素参考摄入量(2013版)》中年龄别推荐摄入量,将年龄分为1~3岁、4~6岁、7~10岁、11~13岁、14~17岁、18~64岁、65~79岁和80岁及以上,共8组,并根据年龄别镁的平均需要量(estimated average requirement, EAR)判定研究对象是否存在膳食镁摄入不足(小于EAR为摄入不足),上述各年龄组的膳食镁EAR值分别为110、130、180、250、270、280、270、260  $\text{mg} \cdot \text{d}^{-1}$ <sup>[24]</sup>;受教育程度按照小学毕业及以下、初中毕业、高中毕业及以上分为低、中、高3组;按每轮调查家庭人均年收入三等分将收入分为低、中、高3组;按居住地分为城市和农村2组;按地区分为北方和南方2组,将北京市、陕西省、山东省、河南省、辽宁省、黑龙江省划分为北方,将江苏省、浙江省、上海市、湖北省、湖南省、重庆市、贵州省、云南省、广西壮族自治区划分为南方。

### 1.4 统计学分析

用SAS 9.4和Stata/SE15.0进行数据清理和分析。膳食镁摄入量用中位数进行描述。用Kruskal-Wallis秩和检验分析每轮不同人口学特征调查对象膳食镁摄

入量差异,用Nemenyi检验进行组内多重比较。利用Wilcoxon趋势检验分析1991—2018年不同特征人群膳食镁摄入量变化趋势。以性别、年龄、教育程度、收入水平、城乡分布和地区为协变量,用多因素线性回归模型分析不同年份人群膳食镁摄入量变化特征。采用Cochran-Armitage趋势检验分析不同年龄段人群膳食镁摄入不足的变化趋势。检验水准 $\alpha=0.05$ (双侧)。

## 2 结果

### 2.1 基线特征

剔除相关因素缺失数据后,十轮分别纳入12 423、11 692、11 079、12 353、11 080、10 731、11 059、14 358、17 654、14 740例调查对象,共127 169例。不同年份研究对象的性别、年龄和教育程度等人口学特征情况

见补充材料表S1。

### 2.2 膳食镁摄入量及变化趋势

表1显示,1991—2018年10轮调查中,膳食镁摄入量中位数分别为283.70、283.38、304.26、285.50、283.64、275.49、267.92、242.93、240.51、238.89 mg·d<sup>-1</sup>。除1991年调查显示不同收入人群膳食镁摄入量无明显差异之外,在性别、年龄、受教育程度、收入水平、城乡分布和地区分布方面,各年份不同分组人群膳食镁摄入量均呈现明显差异( $P<0.001$ )。膳食镁摄入较高的人群一般是男性、北方地区和18~64岁人群。2011年及以前中等教育水平人群和农村居民摄入量较高,自2015年起转变为高等教育水平和城市居民。此外,自2006年起,高收入水平人群摄入量高于其他收入水平人群。

表1 1991—2018年我国部分省市不同人口学特征居民膳食镁摄入量变化趋势

Table 1 Trends of dietary magnesium intakes in different characteristic groups in some provinces of China in 1991—2018

特征(Characteristic)*	摄入量(Intakes)/(mg·d <sup>-1</sup> )										Wilcoxon趋势检验 (Wilcoxon-type test for trend)	
	1991	1993	1997	2000	2004	2006	2009	2011	2015	2018	Z	P
性别(Gender)												
男(Male)	292.81 <sup>a</sup>	293.40 <sup>a</sup>	322.76 <sup>a</sup>	306.52 <sup>a</sup>	303.02 <sup>a</sup>	295.42 <sup>a</sup>	288.42 <sup>a</sup>	259.74 <sup>a</sup>	254.84 <sup>a</sup>	251.99 <sup>a</sup>	-33.97	<0.001
女(Female)	274.84 <sup>b</sup>	271.67 <sup>b</sup>	285.58 <sup>b</sup>	265.96 <sup>b</sup>	266.10 <sup>b</sup>	258.42 <sup>b</sup>	251.00 <sup>b</sup>	227.44 <sup>b</sup>	226.65 <sup>b</sup>	227.07 <sup>b</sup>	-39.72	<0.001
年龄/岁(Age/years)												
1~3	142.19 <sup>e</sup>	131.34 <sup>e</sup>	130.06 <sup>f</sup>	130.85 <sup>g</sup>	111.44 <sup>f</sup>	118.93 <sup>f</sup>	117.47 <sup>g</sup>	122.46 <sup>g</sup>	115.49 <sup>f</sup>	119.55 <sup>f</sup>	-6.14	<0.001
4~6	192.05 <sup>d</sup>	183.22 <sup>d</sup>	179.85 <sup>e</sup>	169.91 <sup>f</sup>	160.02 <sup>e</sup>	153.85 <sup>e</sup>	154.78 <sup>f</sup>	143.11 <sup>f</sup>	147.92 <sup>e</sup>	146.00 <sup>e</sup>	-13.87	<0.001
7~10	235.49 <sup>c</sup>	223.48 <sup>c</sup>	236.88 <sup>d</sup>	229.85 <sup>d</sup>	211.28 <sup>d</sup>	193.39 <sup>d</sup>	197.96 <sup>e</sup>	184.96 <sup>e</sup>	189.24 <sup>d</sup>	181.06 <sup>d</sup>	-17.31	<0.001
11~13	262.37 <sup>b</sup>	265.25 <sup>b</sup>	270.00 <sup>c</sup>	259.04 <sup>c</sup>	243.93 <sup>c</sup>	249.70 <sup>c</sup>	227.32 <sup>c</sup>	215.12 <sup>c</sup>	208.77 <sup>c</sup>	201.95 <sup>c</sup>	-13.68	<0.001
14~17	302.82 <sup>a</sup>	296.96 <sup>a</sup>	311.73 <sup>b</sup>	286.33 <sup>b</sup>	270.34 <sup>b</sup>	264.99 <sup>b</sup>	251.10 <sup>b</sup>	232.97 <sup>b</sup>	233.41 <sup>b</sup>	226.01 <sup>b</sup>	-16.08	<0.001
18~64	318.08 <sup>a</sup>	311.91 <sup>a</sup>	330.94 <sup>a</sup>	307.93 <sup>a</sup>	302.33 <sup>a</sup>	295.79 <sup>a</sup>	284.36 <sup>a</sup>	257.17 <sup>a</sup>	256.45 <sup>a</sup>	252.28 <sup>a</sup>	-56.81	<0.001
65~79	269.27 <sup>b</sup>	259.53 <sup>b</sup>	269.40 <sup>c</sup>	250.62 <sup>c</sup>	266.34 <sup>b</sup>	253.70 <sup>c</sup>	252.44 <sup>b</sup>	242.90 <sup>b</sup>	237.63 <sup>b</sup>	241.84 <sup>a</sup>	-10.09	<0.001
≥80	237.92 <sup>c</sup>	243.91 <sup>c</sup>	222.86 <sup>d</sup>	193.94 <sup>e</sup>	216.82 <sup>d</sup>	198.87 <sup>d</sup>	206.95 <sup>d</sup>	201.45 <sup>d</sup>	202.75 <sup>c</sup>	212.11 <sup>b,c</sup>	-2.90	0.004
教育程度(Education)												
低(Low)	266.01 <sup>c</sup>	268.36 <sup>c</sup>	293.58 <sup>c</sup>	272.51 <sup>c</sup>	269.69 <sup>c</sup>	261.41 <sup>c</sup>	253.46 <sup>c</sup>	222.77 <sup>c</sup>	215.01 <sup>c</sup>	212.03 <sup>c</sup>	-41.54	<0.001
中(Medium)	314.85 <sup>a</sup>	307.94 <sup>a</sup>	325.34 <sup>a</sup>	307.60 <sup>a</sup>	299.21 <sup>a</sup>	293.65 <sup>a</sup>	285.17 <sup>a</sup>	261.15 <sup>a</sup>	254.55 <sup>b</sup>	251.44 <sup>b</sup>	-35.83	<0.001
高(High)	302.46 <sup>b</sup>	294.21 <sup>b</sup>	307.01 <sup>b</sup>	288.72 <sup>b</sup>	291.47 <sup>b</sup>	278.45 <sup>b</sup>	272.97 <sup>b</sup>	250.95 <sup>b</sup>	259.17 <sup>a</sup>	255.64 <sup>a</sup>	-24.64	<0.001
收入水平(Income)												
低(Low)	283.23	288.92 <sup>a</sup>	325.34 <sup>a</sup>	291.51 <sup>a</sup>	279.80 <sup>b</sup>	271.18 <sup>b</sup>	258.19 <sup>b</sup>	236.63 <sup>b</sup>	230.25 <sup>c</sup>	232.65 <sup>b</sup>	-36.44	<0.001
中(Medium)	283.28	287.21 <sup>a</sup>	303.93 <sup>b</sup>	284.12 <sup>b</sup>	286.96 <sup>a</sup>	279.61 <sup>a</sup>	270.75 <sup>a</sup>	244.64 <sup>a</sup>	237.98 <sup>b</sup>	235.63 <sup>b</sup>	-31.64	<0.001
高(High)	284.54	274.87 <sup>b</sup>	290.09 <sup>c</sup>	281.78 <sup>c</sup>	281.92 <sup>b</sup>	277.07 <sup>a</sup>	274.33 <sup>a</sup>	247.40 <sup>a</sup>	253.78 <sup>a</sup>	247.44 <sup>a</sup>	-20.81	<0.001
城乡分布(Stratum)												
农村(Rural)	289.80 <sup>a</sup>	290.43 <sup>a</sup>	315.42 <sup>a</sup>	292.45 <sup>a</sup>	288.72 <sup>a</sup>	282.05 <sup>a</sup>	273.65 <sup>a</sup>	246.25 <sup>a</sup>	237.06 <sup>b</sup>	235.98 <sup>b</sup>	-47.66	<0.001
城市(Urban)	273.52 <sup>b</sup>	268.09 <sup>b</sup>	282.44 <sup>b</sup>	272.40 <sup>b</sup>	272.40 <sup>b</sup>	261.20 <sup>b</sup>	256.93 <sup>b</sup>	238.21 <sup>b</sup>	245.81 <sup>a</sup>	243.13 <sup>a</sup>	-21.02	<0.001
地区(Region)												
北方(North)	355.67 <sup>a</sup>	331.35 <sup>a</sup>	331.46 <sup>a</sup>	288.94 <sup>a</sup>	288.32 <sup>a</sup>	291.28 <sup>a</sup>	277.79 <sup>a</sup>	259.30 <sup>a</sup>	255.42 <sup>a</sup>	257.46 <sup>a</sup>	-51.95	<0.001
南方(South)	237.95 <sup>b</sup>	259.71 <sup>b</sup>	289.95 <sup>b</sup>	282.57 <sup>b</sup>	279.61 <sup>b</sup>	262.97 <sup>b</sup>	261.45 <sup>b</sup>	233.47 <sup>b</sup>	232.12 <sup>b</sup>	227.51 <sup>b</sup>	-26.64	<0.001
全部(Total)	283.70	283.38	304.26	285.50	283.64	275.49	267.92	242.93	240.51	238.89	2 931.81 <sup>**</sup>	<0.001

[注]\*: Nemenyi检验,不同字母代表不同组间差异具有统计学意义( $P<0.001$ )。\*\*: F值,多因素线性回归模型,协变量为性别、年龄、教育程度、城乡分布和地区。

[Note] \*: Nemenyi test, different letters mean significant differences between different characteristics ( $P<0.001$ ). \*\*: F value, multiple linear regression model, included covariates are gender, age, education, urban-rural stratum, and north-south region.

趋势性检验结果显示,1991—2018年全人群膳食镁摄入量下降趋势显著( $F=2931.81, P<0.001$ ),性别、年龄、教育程度、收入水平、城乡分布和地区等所有不同特征人口学组人群膳食镁摄入量亦呈显著下降趋势( $P<0.001$ )。2018年结果显示:女性、中低教育程度、中低收入水平、南方和农村居民膳食镁摄入量分别低于男性、高教育程度、高收入水平、北方和城市居民。

### 2.3 膳食镁摄入不足率及变化趋势

1991—2018年全人群及不同特征人口学组人

群膳食镁摄入不足率均呈显著上升趋势( $P<0.05$ ),详见表2。至2018年:研究人群膳食镁摄入不足率为59.88%,除11岁以下年龄组低于50%,其他各年龄组和不同特征分组人群均高于50%;膳食镁摄入不足率最高的三个年龄组分别14~17岁青少年、80岁及以上老年人和11~13岁青少年,分别为71.29%、68.45%和67.15%;此外,女性、低收入水平、低等教育水平、农村地区和南方人群膳食镁摄入不足率均高于60%,分别为65.35%、61.10%、60.57%、60.04%、64.16%。

表2 1991—2018年我国不同人口学特征居民膳食镁摄入不足率及变化趋势

Table 2 Insufficient rates and trends of dietary magnesium intakes in different characteristic groups of China in 1991–2018

特征(Characteristic)*	不足率(Insufficient rates)/%										Cochran-Armitage趋势检验(Cochran-Armitage test for trend)	
	1991	1993	1997	2000	2004	2006	2009	2011	2015	2018	Z	P
<b>性别(Gender)</b>												
男(Male)	35.52 <sup>b</sup>	34.53 <sup>b</sup>	27.01 <sup>b</sup>	32.59 <sup>b</sup>	35.23 <sup>b</sup>	38.29 <sup>b</sup>	40.05 <sup>b</sup>	51.29 <sup>b</sup>	52.05 <sup>b</sup>	53.94 <sup>b</sup>	39.91	<0.001
女(Female)	41.51 <sup>a</sup>	42.97 <sup>a</sup>	39.74 <sup>a</sup>	48.69 <sup>a</sup>	50.87 <sup>a</sup>	53.81 <sup>a</sup>	58.64 <sup>a</sup>	65.52 <sup>a</sup>	65.56 <sup>a</sup>	65.35 <sup>a</sup>	48.41	<0.001
<b>年龄/岁(Age/years)</b>												
1~3	31.38 <sup>c</sup>	34.41 <sup>cd</sup>	33.48 <sup>cd</sup>	33.20 <sup>de</sup>	47.73 <sup>bc</sup>	43.81 <sup>def</sup>	41.04 <sup>cd</sup>	39.63 <sup>d</sup>	47.61 <sup>d</sup>	43.95 <sup>de</sup>	5.99	<0.001
4~6	25.19 <sup>c</sup>	24.30 <sup>e</sup>	18.44 <sup>e</sup>	23.40 <sup>f</sup>	32.86 <sup>d</sup>	34.63 <sup>f</sup>	35.40 <sup>d</sup>	38.39 <sup>d</sup>	39.52 <sup>d</sup>	39.49 <sup>e</sup>	10.02	<0.001
7~10	30.57 <sup>c</sup>	29.77 <sup>de</sup>	21.90 <sup>e</sup>	25.12 <sup>ef</sup>	32.59 <sup>d</sup>	40.09 <sup>ef</sup>	39.80 <sup>d</sup>	46.42 <sup>d</sup>	45.40 <sup>d</sup>	49.34 <sup>d</sup>	14.09	<0.001
11~13	45.96 <sup>a</sup>	45.04 <sup>b</sup>	39.50 <sup>c</sup>	45.66 <sup>c</sup>	53.43 <sup>b</sup>	50.15 <sup>cd</sup>	56.84 <sup>b</sup>	66.32 <sup>ab</sup>	69.51 <sup>a</sup>	67.15 <sup>ab</sup>	13.19	<0.001
14~17	37.94 <sup>b</sup>	41.48 <sup>bc</sup>	35.34 <sup>cd</sup>	42.60 <sup>cd</sup>	49.49 <sup>b</sup>	51.49 <sup>c</sup>	56.37 <sup>b</sup>	65.36 <sup>bc</sup>	67.02 <sup>ab</sup>	71.29 <sup>a</sup>	15.81	<0.001
18~64	39.56 <sup>b</sup>	39.13 <sup>c</sup>	32.03 <sup>d</sup>	39.04 <sup>d</sup>	41.17 <sup>c</sup>	43.99 <sup>de</sup>	48.02 <sup>c</sup>	58.94 <sup>c</sup>	59.61 <sup>c</sup>	60.90 <sup>bc</sup>	51.82	<0.001
65~79	50.14 <sup>a</sup>	53.49 <sup>a</sup>	50.23 <sup>b</sup>	57.99 <sup>b</sup>	51.02 <sup>b</sup>	56.82 <sup>bc</sup>	56.98 <sup>b</sup>	62.64 <sup>b</sup>	62.74 <sup>b</sup>	60.24 <sup>c</sup>	8.82	<0.001
≥80	58.16 <sup>a</sup>	59.29 <sup>a</sup>	64.54 <sup>a</sup>	72.48 <sup>a</sup>	67.96 <sup>a</sup>	73.56 <sup>a</sup>	70.31 <sup>a</sup>	74.85 <sup>a</sup>	71.36 <sup>a</sup>	68.45 <sup>a</sup>	2.48	0.013
<b>教育程度(Education)</b>												
低(Low)	37.81 <sup>b</sup>	37.82 <sup>b</sup>	32.13 <sup>b</sup>	40.26 <sup>c</sup>	43.61 <sup>a</sup>	45.82 <sup>b</sup>	49.68 <sup>b</sup>	58.46 <sup>b</sup>	59.54 <sup>a</sup>	60.57 <sup>a</sup>	46.22	<0.001
中(Medium)	38.60 <sup>b</sup>	38.60 <sup>b</sup>	33.20 <sup>b</sup>	37.72 <sup>b</sup>	42.08 <sup>a</sup>	43.62 <sup>b</sup>	47.04 <sup>c</sup>	56.36 <sup>c</sup>	59.30 <sup>a</sup>	60.39 <sup>a</sup>	32.81	<0.001
高(High)	42.62 <sup>a</sup>	44.38 <sup>a</sup>	38.22 <sup>a</sup>	45.73 <sup>a</sup>	43.84 <sup>a</sup>	50.46 <sup>a</sup>	52.27 <sup>a</sup>	61.03 <sup>a</sup>	58.14 <sup>a</sup>	58.61 <sup>a</sup>	21.58	<0.001
<b>收入水平(Income)</b>												
低(Low)	37.43 <sup>a</sup>	35.32 <sup>c</sup>	27.43 <sup>c</sup>	37.80 <sup>c</sup>	44.24 <sup>a</sup>	46.26 <sup>ab</sup>	51.49 <sup>b</sup>	58.40 <sup>a</sup>	61.25 <sup>a</sup>	61.10 <sup>a</sup>	43.73	<0.001
中(Medium)	38.59 <sup>a</sup>	37.88 <sup>b</sup>	33.23 <sup>b</sup>	40.64 <sup>b</sup>	41.21 <sup>b</sup>	44.42 <sup>b</sup>	48.41 <sup>a</sup>	58.23 <sup>a</sup>	60.08 <sup>a</sup>	61.20 <sup>a</sup>	37.93	<0.001
高(High)	39.58 <sup>a</sup>	43.25 <sup>a</sup>	39.20 <sup>a</sup>	43.16 <sup>a</sup>	44.14 <sup>a</sup>	48.13 <sup>a</sup>	48.35 <sup>a</sup>	59.15 <sup>a</sup>	55.80 <sup>b</sup>	57.36 <sup>b</sup>	26.82	<0.001
<b>城乡分布(Stratum)</b>												
农村(Rural)	36.72 <sup>b</sup>	36.23 <sup>b</sup>	29.42 <sup>b</sup>	37.84 <sup>b</sup>	40.85 <sup>b</sup>	43.39 <sup>b</sup>	46.16 <sup>b</sup>	56.86 <sup>b</sup>	59.87 <sup>a</sup>	60.04 <sup>a</sup>	56.00	<0.001
城市(Urban)	42.43 <sup>a</sup>	45.04 <sup>a</sup>	41.93 <sup>a</sup>	46.68 <sup>a</sup>	48.52 <sup>a</sup>	52.89 <sup>a</sup>	56.92 <sup>a</sup>	61.02 <sup>a</sup>	57.76 <sup>b</sup>	59.62 <sup>a</sup>	27.14	<0.001
<b>地区(Region)</b>												
北方(North)	15.58 <sup>b</sup>	24.56 <sup>b</sup>	25.22 <sup>b</sup>	39.93 <sup>a</sup>	41.67 <sup>b</sup>	40.47 <sup>b</sup>	45.98 <sup>b</sup>	53.19 <sup>b</sup>	54.33 <sup>b</sup>	52.85 <sup>b</sup>	54.12	<0.001
南方(South)	51.33 <sup>a</sup>	46.68 <sup>a</sup>	37.56 <sup>a</sup>	40.99 <sup>a</sup>	44.38 <sup>a</sup>	50.66 <sup>a</sup>	51.92 <sup>a</sup>	61.97 <sup>a</sup>	61.75 <sup>a</sup>	64.16 <sup>a</sup>	38.69	<0.001
全部(Total)	38.53	38.81	33.29	40.53	43.19	46.27	49.42	58.59	59.05	59.88	62.62	<0.001

[注]摄入不足率根据EAR进行判断。\*: Bootstrap检验,不同字母代表不同组间差异具有统计学意义( $P<0.05$ )。

[Note] Insufficient rate is determined by EAR. \*: Bootstrap test, different letters mean significant differences between different characteristics ( $P<0.05$ ).

### 3 讨论

本研究利用“中国健康与营养调查”1991—2018年的10轮调查数据分析了我国十五省(自治区、直辖市)

居民膳食镁摄入量及其变化趋势,结果显示我国居民膳食镁摄入量普遍偏低,且下降趋势明显。膳食镁摄入量中位数由1991年的 $283.70 \text{ mg} \cdot \text{d}^{-1}$ 降至2018年

的  $238.89 \text{ mg} \cdot \text{d}^{-1}$ , 且在不同性别、年龄、受教育程度、收入水平、城乡分布以及地区等人口学特征人群均存在明显差异。《中国居民营养与慢性病状况报告》显示, 2002 年、2010—2012 年和 2015—2017 年中国居民每标准人日的膳食镁摄入量分别为  $308.8 \text{ mg} \cdot \text{d}^{-1}$ <sup>[13]</sup>、 $284.9 \text{ mg} \cdot \text{d}^{-1}$ <sup>[14]</sup>、 $264.9 \text{ mg} \cdot \text{d}^{-1}$ <sup>[15]</sup>, 镁摄入量呈明显下降趋势, 与本研究结果基本一致。2011—2012 年美国 2 岁以上人群膳食镁摄入量为  $296 \text{ mg} \cdot \text{d}^{-1}$ <sup>[25]</sup>, 2005—2016 年美国 65 岁以上人群膳食镁的平均摄入量在白种人、非洲裔、西班牙裔和其他人群分别为 276.4、233.0、260.8、 $285.7 \text{ mg} \cdot \text{d}^{-1}$ <sup>[26]</sup>。与其他国家数据相比, 我国居民膳食镁摄入量相对较低。

本研究显示, 研究人群近 30 年膳食镁摄入量不足率上升趋势显著, 2018 年有近 60% 人群膳食镁摄入不足, 尤其是 14~17 岁年龄段人群膳食镁摄入不足率最高。全谷物和深色蔬菜是膳食镁的良好和主要食物来源<sup>[27]</sup>, 有调查显示 2002—2015 年我国居民粮谷类食物摄入量由 365.3 g 降至 305.8 g, 蔬菜摄入量由 276.2 g 降至 265.9 g<sup>[13, 15]</sup>, 全谷物和深色蔬菜摄入不足可能是膳食镁摄入量下降的主要原因。此外, 粮谷类食物随着加工精度的增高, 食物中的镁含量逐渐降低, 例如每 100 g 小麦粉标准粉和特一粉中分别为 50 mg 和 32 mg<sup>[23]</sup>。深加工食物摄入逐年增加, 也会造成人群膳食镁摄入量下降。因此, 针对膳食镁摄入不足情况较为严重的人群, 如女性、11~17 岁青少年、80 岁及以上老年人等, 应加强相关营养宣教, 防止因镁摄入不足而引起健康损害。

本研究总结归纳了全年龄段一般人群的膳食镁摄入量及其变化趋势, 为今后观察我国全生命周期人群的膳食镁营养状况提供基础信息数据支持。但同时本研究也存在一定的局限性: 研究显示膳食镁大约有 10% 来自饮用水<sup>[2]</sup>, 但本研究并未计算膳食中经水摄入镁的含量; 此外, 我国居民一周在外就餐率由 2002 年的 14.6%<sup>[13]</sup> 上升到了 2015 年的 46.3%<sup>[15]</sup>, 由于存在回忆偏倚以及低估调味品含量和成品菜生重等问题, “3 天 24 小时”回顾结合家庭调味品称重法在一定程度上会造成营养素摄入量的低估。

目前研究表明镁在预防高血压、糖尿病等慢性病方面有重要作用, 但是基于我国人群的膳食镁摄入与慢性病的关联分析结果尚不明确, 镁对糖尿病和代谢综合征等疾病的作用机制以及剂量-反应关系仍有待于进一步探索。尽管本课题组成员对血清镁与成人糖尿病的关系<sup>[28]</sup>, 以及膳食镁与代谢综合征的关系<sup>[29]</sup>均

开展分析研究, 但目前仍无法给出明确的膳食镁摄入量与健康的风险估计值。因此今后需进一步重点关注高风险人群膳食镁摄入状况, 并开展相关营养干预或推荐摄入量评估, 深入探讨我国居民膳食镁与健康关系。

(志谢: 感谢“中国健康与营养调查”项目所有工作人员和调查对象的支持、理解与配合。)

## 参考文献

- [1] FIORENTINI D, CAPPADONE C, FARRUGGIA G, et al. Magnesium: biochemistry, nutrition, detection, and social impact of diseases linked to its deficiency [J]. *Nutrients*, 2021, 13(4): 1136.
- [2] AL ALAWI A M, MAJONI S W, FALHAMMAR H. Magnesium and human health: perspectives and research directions [J]. *Int J Endocrinol*, 2018, 2018: 9041694.
- [3] WORKINGER J L, DOYLE R P, BORTZ J. Challenges in the diagnosis of magnesium status [J]. *Nutrients*, 2018, 10(9): 1202.
- [4] RAZZAQUE M S. Magnesium: are we consuming enough? [J]. *Nutrients*, 2018, 10(12): 1863.
- [5] FANG X, HAN H, LI M, et al. Dose-response relationship between dietary magnesium intake and risk of type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-regression analysis of prospective cohort studies [J]. *Nutrients*, 2016, 8(11): 739.
- [6] HUANG W, MA X, LIANG H, et al. Dietary magnesium intake affects the association between serum vitamin D and type 2 diabetes: a cross-sectional study [J]. *Front Nutr*, 2021, 8: 763076.
- [7] ZHAO B, ZENG L, ZHAO J, et al. Association of magnesium intake with type 2 diabetes and total stroke: an updated systematic review and meta-analysis [J]. *BMJ Open*, 2020, 10(3): e032240.
- [8] PIURI G, ZOCCHI M, DELLA PORTA M, et al. Magnesium in obesity, metabolic syndrome, and type 2 diabetes [J]. *Nutrients*, 2021, 13(2): 320.
- [9] ZHAO B, HU L, DONG Y, et al. The effect of magnesium intake on stroke incidence: a systematic review and meta-analysis with trial sequential analysis [J]. *Front Neurol*, 2019, 10: 852.
- [10] ZHANG H, MAN Q, SONG P, et al. Association of whole blood copper, magnesium and zinc levels with metabolic syndrome components in 6–12-year-old rural Chinese children: 2010–2012 China national nutrition and health survey [J]. *Nutr Metab (Lond)*, 2021, 18(1): 67.
- [11] HAN H D, FANG X, WEI X, et al. Dose-response relationship between dietary magnesium intake, serum magnesium concentration and risk of hypertension: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies [J]. *Nutr J*, 2017, 16(1): 26.
- [12] ROSIQUE-ESTEBAN N, GUASCH-FERRÉ M, HERNÁNDEZ-ALONSO P, et al. Dietary magnesium and cardiovascular disease: a review with emphasis in epidemiological studies [J]. *Nutrients*, 2018, 10(2): 168.
- [13] 常继乐, 王宇. 中国居民营养与健康状况监测 2010–2013 年综合报告 [M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2016.
- [14] 国家卫生计生委疾病预防控制局. 中国居民营养与慢性病状况报告—2015 年 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2015.
- [15] The National Bureau of Disease Control and Prevention. Report on Chinese residents' chronic diseases and nutrition 2015 [M]. Beijing: People's Medi-

- cal Publishing House, 2015.
- [15] 国家卫生健康委疾病预防控制局. 中国居民营养与慢性病状况报告-2020年[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2021.
- The National Bureau of Disease Control and Prevention. Report on Chinese residents' chronic diseases and nutrition 2020 [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2021.
- [16] 于冬梅, 赵丽云, 瑶腊红, 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.
- YU D M, ZHAO L Y, JU L H, et al. Status of energy and primary nutrients intake among Chinese population in 2015—2017 [J]. *Food Nutr China*, 2021, 27(4): 5-10.
- [17] 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.
- HUANG Q M, WANG L S, ZHANG B, 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]. *J Environ Occup Med*, 2019, 36(5): 410-417.
- [18] 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.
- WANG L S, ZHANG B, WANG H J, et al. Secular trends in dietary micronutrient intakes among the elderly in nine provinces (autonomous regions) of China from 1991 to 2015 [J]. *J Environ Occup Med*, 2019, 36(5): 418-424.
- [19] 黄秋敏, 张兵, 王惠君, 等. 1991—2015年我国十五省(自治区)农民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): 425-430.
- HUANG Q M, ZHANG B, WANG H J, et al. Secular trends in dietary micronutrient intakes and demographic characteristics of farmers in 15 provinces (autonomous regions) of China from 1991 to 2015 [J]. *J Environ Occup Med*, 2019, 36(5): 425-430.
- [20] "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.
- "The China Health and Nutrition Survey" Research Team. The trends of nutrients intake of Chinese residents in nine provinces from 1989 to 2009 (I) "the China health and nutrition survey" project design [J]. *Acta Nutr Sin*, 2011, 33(3): 234-236.
- [21] 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.
- [22] 杨月欣. 中国食物成分表2004: 第二册[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2005.
- YANG Y X. China food composition 2004: book 2 [M]. Beijing: Peking University Medical Press, 2005.
- [23] 杨月欣, 王光亚, 潘兴昌. 中国食物成分表[M]. 2版. 北京: 北京大学医学出版社, 2009.
- YANG Y X, WANG G Y, PAN X C. China food composition [M]. 2nd ed. Beijing: Peking University Medical Press, 2009.
- [24] 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.
- Chinese Nutrition Society. Chinese dietary reference intakes-2013 edition [M]. Beijing: Science Press, 2014.
- [25] U. S. Department of Agriculture. What we eat in America, NHANES 2011-2012, Day 1 food and supplement intake data [EB/OL]. [2022-02-27]. [https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/80400530/pdf/1112/Table\\_37\\_SUP\\_GEN\\_11.pdf](https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/80400530/pdf/1112/Table_37_SUP_GEN_11.pdf).
- [26] JACKSON S E, SMITH L, GRABOVAC I, et al. Ethnic differences in magnesium intake in U. S. older adults: findings from NHANES 2005-2016 [J]. *Nutrients*, 2018, 10(12): 1901.
- [27] 杨月欣, 葛可佑. 中国营养科学全书[M]. 2版. 北京: 人民卫生出版社, 2019.
- YANG Y X, GE K Y. Encyclopedia of nutrition science [M]. 2nd ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2019.
- [28] LI W Y, JIAO Y Y, WANG L S, et al. Association of serum magnesium with insulin resistance and type 2 diabetes among adults in China [J]. *Nutrients*, 2022, 14(9): 1799.
- [29] JIAO Y, LI W, WANG L, et al. Relationship between dietary magnesium intake and metabolic syndrome [J]. *Nutrients*, 2022, 14(10): 2013.

(英文编辑: 汪源; 责任编辑: 王晓宇)