

“十一五”国家重点图书出版规划项目

中国居民膳食结构与营养状况变迁丛书

中国居民膳食结构与营养状况 变迁的追踪研究

——“中国健康与营养调查”项目论文集

主编 翟凤英



科学出版社

www.sciencep.com

“十一五”国家重点图书出版规划项目

中国居民膳食结构与营养状况变迁丛书

中国居民膳食结构与营养状况 变迁的追踪研究

——“中国健康与营养调查”项目论文集

主 编 翟凤英

副主编 王惠君 杜树发

主 审 葛可佑 金水高

编 委 (按姓氏笔画排序)

于文涛

于冬梅

马林茂

马海江

王 青

王志宏

王建民

吕 冰

刘爱东

李 园

李 婕

何宇纳

张 兵

张继国

陈建平

罗 威

罗菊花

赵丽云

郝宏菲

胡以松

常 莹

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书是中国疾病预防控制中心营养与食品安全所(原中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所)与美国北卡罗莱纳大学人口中心协作的同一人群纵向追踪项目——“中国健康与营养调查”的资料分析总结。1989~2004年,该项目对同一人群进行了六次追踪调查,积累了丰富的追踪性数据资料,发表研究论文150余篇。本书收集了1995年后发表在国内外专业期刊的论文105篇,这些论文从不同的角度全面描述了我国居民膳食结构和营养状况的变迁,深入分析了各种相关因素对其变迁的影响。

本书可为全国疾病预防控制系统、各医学院校和农业院校以及其他研究机构中的营养及其相关专业的工作人员提供专业研究指南。

图书在版编目(CIP)数据

中国居民膳食结构与营养状况变迁的追踪研究:“中国健康与营养调查”项目论文集 / 翟凤英主编. —北京:科学出版社,2007

(中国居民膳食结构与营养状况变迁丛书)

ISBN 978-7-03-019729-0

I. 中… II. 翟… III. 居民-膳食-食品营养-调查报告-中国
IV. R151.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第146644号

责任编辑:向小峰 夏 宇 / 责任校对:陈丽珠

责任印制:刘士平 / 封面设计:黄 超

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007年9月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2007年9月第一次印刷 印张:55 1/2

印数:1—2 000 字数:1 858 000

定价:148.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈科印〉)

前 言

过去 20 年是我国经济高速发展的时期,国民生产总值快速增长,城乡居民收入水平不断提高,居民用于购买食物的支出在总支出中所占比例下降,食物供应丰富,可供选择的食物品种不断增加;而且随着经济水平的提高,居民的教育水平、生活方式、生活和工作环境等都发生了相应的变化,这些变化势必会对居民的膳食结构、营养状况产生相应的影响,并最终导致居民的膳食结构和营养状况发生改变。因此,在这样一个居民膳食结构和营养状况快速变化的时期,应充分关注居民的膳食结构和营养状况的变化,发现其变化特点,并且针对其变化特点采取有针对性的措施引导居民膳食结构和营养状况的变化,从而促进居民建立合理的膳食结构,提高健康水平。

本书是中国疾病预防控制中心营养与食品安全所(原中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所)与美国北卡罗莱纳大学人口中心协作的同一人群纵向追踪项目——“中国健康与营养调查”的资料分析和总结。“中国健康与营养调查”是开始于 1989 年的同一人群追踪研究,在黑龙江、辽宁、江苏、山东、河南、湖北、湖南、广西、贵州九省区对 4320 户、约 20 000 人进行了为期 15 年的追踪调查,调查内容不仅包括居民膳食结构和营养健康状况,而且还就食物供应、食物消费习惯、人口结构、医疗卫生服务、居民生活方式等居民膳食结构和营养状况重要的影响因素进行了调查。该项目是我国目前唯一的大样本纵向营养追踪研究。该资料为研究我国居民膳食结构和营养状况的变迁,了解社会经济、文化、价格、政策等因素对居民膳食结构和营养健康状况变迁的影响提供了宝贵的追踪资料。

1989~2004 年,“中国健康与营养调查”项目对同一人群进行了六次追踪调查,积累了丰富的追踪性数据资料,利用该数据资料国内外进行了大量有关中国居民膳食结构与营养状况变迁及相关因素对其变迁影响的研究。从项目开始至今已在国内外专业刊物上发表论文 150 余篇。本书收集了以“中国健康与营养调查”数据为研究基础,1995 年后发表在国内外专业期刊上的论文 105 篇,这些论文从不同的角度全面描述了我国居民膳食结构和营养状况的变迁,深入分析了各种相关因素对其变迁的影响。

这样一个历时 15 年的大人群追踪研究是在黑龙江、辽宁、江苏、山东、河南、湖北、湖南、广西、贵州九省区营养工作者的共同努力下,在约 20 000 名调查对象的积极配合下完成的,并且得到美国北卡罗莱纳州人口中心长期的技术支持和美国国立卫生研究所(NIH)长期的经费支持,对此表示由衷的感谢。

编 者
2007 年 6 月

目 录

中文部分

1989~2000年中国九省区成人体质指数分布的变化	王惠君 翟凤英 杜树发等(3)
对中国八省区居民合理营养所需最低食物支出的估计和预测	于冬梅 翟凤英 王玉英等(8)
中国居民膳食结构与营养状况变迁追踪	翟凤英 王惠君 杜树发等(12)
中国居民膳食营养状况的变迁及政策建议	翟凤英 王惠君 王志宏等(17)
弥合能量距:预防中国居民超重与肥胖的发生	翟凤英 王惠君 王志宏等(20)
郑州市儿童少年营养状况调查	弓巧玲 杨建国 邵声波等(25)
郑州市不同人群膳食结构分析	弓巧玲 邵声波 李志岭等(28)
关于同一家庭内营养不良与超重个体并存的研究	于冬梅 翟凤英(32)
营养不良对中国九省区儿童未来生存和劳动生产力的影响	于冬梅 翟凤英 王玉英(36)
1989~2000年中国部分省区成人超重流行趋势分析	王惠君 翟凤英 杜树发等(40)
不同超重参考标准在分析我国儿童青少年生长发育状况中的比较	王志宏 郝宏菲 杜树发等(44)
郊区成年女性营养膳食状况及变化趋势——中国八省区实例研究	郝宏菲 王惠君 翟凤英等(49)
九省区居民体质指数变化影响因素分析——重复测量纵向数据的多水平模型应用研究	廖海江 金水高 郭 静等(53)
河南省成年居民膳食结构变化分析	朱宝玉 张书芳 詹 瑄(56)
经济收入对成人膳食结构和营养摄入影响的动态研究	张一青 李少波(59)
老年人身体活动功能的研究进展	李 国 翟凤英(64)
中国八省区成人膳食脂肪摄入状况及变化趋势分析——中国八省区实例研究	王惠君 翟凤英 杜树发等(68)
河南省成年居民体质指数的动态变化研究	张书芳 詹 瑄 张 丁等(73)
中国八省区成人膳食结构变化趋势分析——中国八省区实例研究	翟凤英 王惠君 杜树发等(76)
中国八省区居民生活条件的综合评价方法探讨	于文涛 翟凤英 马林茂等(81)
中国成人家庭内部食物分配及影响因素	罗 巍 翟凤英 金水高等(84)
中国居民膳食的变迁	杜树发 吕 冰 王志宏等(88)
我国八省区成年人人体质指数的分布及变化趋势	赵丽云 郝宏菲 杜树发等(94)
湖南省长沙市和沅陵县居民经济收入影响膳食结构变化趋势比较	林 敏 周益众(96)
江苏省居民膳食结构变化趋势分析	潘晓群(102)
贵州省城乡居民膳食脂肪与纤维素摄入状况评价	汪思顺 张 莹 蒋桂兰等(104)
成年女性超重和肥胖状况及成因	翟凤英 王惠君 杜树发(107)
江苏省居民体质指数调查结果分析	潘晓群 高湘陵 刘 凯(110)

母亲的职业对学龄前儿童膳食与营养状况的影响——中国八省区实例研究	吕冰 翟凤英 金水高等(112)
纵向调查资料的多水平多重回归模型分析	罗菊花 金水高 马林茂(116)
用体重模型评价中国八省区成年人的健康和营养状况	马林茂 金水高 翟凤英等(118)
利用多水平方差成分模型探讨个人动物蛋白摄入量的影响因素	何岳娟 金水高 范立新等(121)
湖南省不同地区和经济收入对居民营养状况影响的调查	陈超群 林敏 周益众(124)
贵州省成人营养状况调查	张莹 蒋桂兰 汪思顺等(127)
中国八省区学前儿童的膳食摄入和生长发育状况	翟凤英 吕冰 金水高等(130)
母亲的收入水平对学龄前儿童膳食摄入的影响——中国八省区实例研究	翟凤英 吕冰 金水高等(135)
母亲的教育水平对学龄前儿童膳食与营养状况的影响——中国八省区实例研究	吕冰 翟凤英 金水高等(139)
城市母亲的收入水平对学龄前儿童膳食与营养状况的影响	吕冰 翟凤英 金水高等(143)
中国人群健康与营养状况调查阶段报告:8省区实例研究	翟凤英 金水高 葛可佑(147)
24小时个人膳食询问法在中国营养调查中的应用	翟凤英 Popkin BM 马林茂等(158)
1991年我国8省区已婚妇女婚姻状况分析	赵丽云 翟凤英 马林茂等(163)
八省区成年人群营养状况的影响因素分析	于文涛 马林茂 翟凤英等(170)
家庭经济状况评价指标探讨	罗菊花 金水高 翟凤英等(172)
经济、地区因素对成人营养状况的影响	许四元 杨明亮(176)
中国人群膳食营养素及营养状况分析——1989年8省区实例研究	翟凤英 金水高 葛可佑等(181)
中国不同地区不同经济水平成人膳食营养素摄入与体质分析	翟凤英 金水高 葛可佑等(185)

英文部分

The dual burden household and the nutrition transition paradox	Doak CM et al. (191)
Fatty acids in Chinese edible oils; value of direct analysis as a basis for labeling	John C. Wallingford et al. (201)
The impact of socio-economic factors on functional status decline among community-dwelling older adults in China	May A. Beydoun et al. (209)
Overweight exceeds underweight among women in most developing countries	Michelle A. Mendez et al. (223)
The nutrition transition; an overview of world patterns of change	Popkin BM et al. (233)
Contrasting socioeconomic profiles related to healthier lifestyles in China and the United States	Soowon Kim et al. (238)
A cross-national comparison of lifestyle between China and the United States, using a comprehensive cross-national measurement tool of the healthfulness of lifestyles: the Lifestyle Index	Soowon Kim et al. (248)
Rapid income growth adversely affects diet quality in China particularly for the poor!	

.....	Shufa Du et al. (263)
Understanding the role of mediating risk factors and proxy effects in the association between socio-economic status and untreated hypertension	A. Colin Bell et al. (275)
Did the distribution of health insurance in China continue to grow less equitable in the nineties? Results from a longitudinal survey	John S. Akin et al. (286)
The current status, trend, and influencing factors to malnutrition of infant and child in China	Fengying Zhai et al. (302)
Why do some overweight children remain overweight, whereas others do not?	Wang YF et al. (313)
Patterns of overweight, inactivity, and snacking in Chinese children	Waller CE et al. (326)
Physical activity and inactivity in Chinese school-aged youth: the China Health and Nutrition Survey	Tudor-Locke C et al. (332)
Dynamics of the nutrition transition toward the animal foods sector in China and its implications: a worried perspective	Popkin BM et al. (341)
The Diet Quality Index-International (DQI-I) provides an effective tool for cross-national comp- arison of diet quality as illustrated by China and the United States	Soowon Kim et al. (354)
What is China doing in policy-making to push back the negative aspects of the nutrition transition?	Fengying Zhai et al. (368)
Trends of obesity and underweight in older children and adolescents in the United States, Brazil, China, and Russia	Youfa Wang et al. (373)
Tracking of dietary intake patterns of Chinese from childhood to adolescence over a six-year follow-up period	Youfa Wang et al. (382)
Understanding the nutrition transition: measuring rapid dietary changes in transitional countries	Barry M. Popkin et al. (397)
Work patterns following a birth in urban and rural China: a longitudinal study	Barbara Entwisle et al. (405)
Ethnic differences in the association between body mass index and hypertension	A. Colin Bell et al. (421)
A new stage of the nutrition transition in China	Shufa Du et al. (431)
The underweight / overweight household: an exploration of household sociodemographic and dietary factors in China	Colleen Doak et al. (438)
The road to obesity or the path to prevention: motorized transportation and obesity in China	A. Colin Bell et al. (446)
How does maturity adjustment influence the estimates of overweight prevalence in adolescents from different countries using an international reference?	Wang Y et al. (455)
Cross-national comparison of childhood obesity: the epidemic and the relationship between obesity and socioeconomic status	Youfa Wang (466)
China's one-child policy and the care of children: an analysis of qualitative and quantitative data	Susan E. Short et al. (477)
Trends in diet, nutritional status, and diet-related noncommunicable diseases in China and India: the economic costs of the nutrition transition	Barry M. Popkin et al. (496)
Intrahousehold food distribution: a case study of eight provinces in China	Wei Luo et al. (510)
Weight gain and its predictors in Chinese adults	Bell AC et al. (523)

Tracking of body mass index from childhood to adolescence: a 6-y follow-up study in China	Youfa Wang et al. (534)
Nutrition of elderly people in China	Jodi Dunmeyer Stookey et al. (544)
Measuring diet quality in China :the INFH-UNC-CH diet quality index	Stookey JD et al. (556)
Birth planning and sterilization in China	Susan E. Short et al. (572)
Current methods for estimating dietary iron bioavailability do not work in China	Shufa Du et al. (586)
Sex difference in measures of body fatness and the possible difference in the effect of dietary fat on body fatness in men and women	Paeratakul S et al. (595)
Food price policy can favorably alter macronutrient intake in China ...	Xuguang Guo et al. (605)
The nutritional status and dietary pattern of Chinese adolescents, 1991 and 1993	Wang Y et al. (617)
Looking locally at China's one-child policy	Susan E. Short et al. (630)
Changes in diet and physical activity affect the body mass index of Chinese adults	Paeratakul S et al. (647)
Household production and household structure in the context of China's economic reforms	Susan E. Short et al. (658)
Evaluation of the 24-hour individual recall method in China	Fengying Zhai et al. (678)
Body weight patterns among the Chinese: results from the 1989 and 1991 China Health and Nutrition Surveys	Barry M. Popkin et al. (686)
Income and food-consumption behaviour in China: a structural-shift analysis ...	Haijiang Ma et al. (694)
Distribution of medical insurance in China	Gail Henderson et al. (706)
Gender and family businesses in rural China	Barbara Entwisle et al. (723)
Patterns of long-term change in body composition are associated with diet, activity, income and urban residence among older adults in China	Jodi D. Stookey et al. (743)
Energy density, energy intake and weight status in a large free-living sample of Chinese adults: exploring the underlying roles of fat, protein, carbohydrate, fiber and water intakes	Stookey JD (754)
Nutrition in transition: the changing global nutrition challenge	Barry M. Popkin (767)
The impact of grandparental proximity on maternal childcare in China ...	Feinian Chen et al. (775)
The nutrition transition and obesity in the developing world	Barry M. Popkin (788)
Overweight and underweight coexist within households in Brazil, China and Russia	Colleen M. Doak (792)
Measurement error in dietary data: implications for the epidemiologic study of the diet-disease relationship	Paeratakul S et al. (803)
Trends in health services utilization in eight provinces in China, 1989-1993	Henderson GE et al. (811)
Are child eating patterns being transformed globally?	Linda S. Adair et al. (831)
Trends in eating behaviours among Chinese children (1991-1997)	Liu Y et al. (852)
Trends in the distribution of body mass index among Chinese adults, aged 20-45 years (1989-2000)	Wang H et al. (861)
Lifespan nutrition and changing socio-economic conditions in China	Fengying Zhai et al. (869)

中文部分

1989~2000年中国九省区成人体质指数分布的变化

王惠君 翟凤英 杜树发 王志宏 何宇纳 于文涛

中国疾病预防控制中心营养与食品安全所(北京,100050)

【摘要】 目的 探讨1989~2000年中国成年居民体质指数(BMI)分布的变化趋势。**方法** 利用“中国居民健康与营养调查”的资料,选取1989、1991、1993、1997和2000年调查中20~45岁的健康成年居民作为研究对象。**结果** 1989~2000年间我国20~45岁成年居民的BMI均值呈现逐年增长的趋势,男性BMI的均值从21.3提高到22.4。女性BMI的均值从21.8提高到22.5。30岁以上人群BMI均值增长快,随着BMI水平的提高,该人群中超重人口所占比例增长迅速。从居住社区看,城市、郊区和县城三类社区青壮年居民BMI均值以较快的速度增长,农村社区青壮年居民BMI的均值增长相对较慢,因而造成农村和其他三类社区青壮年居民BMI分布的差异呈现逐年增大的趋势。**结论** 在青壮年人群中控制BMI的过快增长,从而进一步控制和肥胖相关的慢性疾病造成的疾病负担的过快增长是我们面临的重要问题。

【关键词】 体质指数;成人

Trend of distribution of body mass index among Chinese adults in some provinces from 1989 to 2000 Wang Hui-jun, Zhai Feng-ying, Du Shu-fa, et al. Institute of Nutrition and Food Safety, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100050, China

【Abstract】 Objective To investigate the trends of the distribution of body mass index(BMI) among Chinese adults in some provinces from 1989 to 2000. **Methods** This paper was based on data collected in the China Health and Nutrition Survey in 1989, 1991, 1993, 1997 and 2000, and the subjects were 20-45 years old healthy men and women. **Results** In the period of 1989-2000, the mean of BMI among Chinese adults was increasing from 1989 to 2000. The mean of BMI among male increased from 21.3 kg/m² to 22.4 kg/m². At the same time, the mean of BMI among female increased from 21.8 kg/m² to 22.5 kg/m². With the changing of the distribution of BMI among Chinese adults the prevalence of overweight and obesity increased from 1989 to 2000. The people who were elder than thirty years old had a faster increasing in BMI than younger age group. Moreover the people who lived in city suburb and town had a faster increasing than who lived in village. **Conclusion** It is a big problem to control the changing of the distribution of BMI among Chinese adults.

【Key words】 body mass index; adults

体质指数(BMI)是目前普遍应用的综合评价人体营养状况的指标,由于BMI与体内的脂肪含量有很强的相关性^[1,2],同时身高、体重容易测量,虽然在判断超重和肥胖的切点上存在争议,但是BMI作为诊断肥胖的指标得到广泛的认可^[3~6]。另一方面,在发展中国家中BMI还被认为可以作为评价其生活水平的指标^[7]。已有的研究表明BMI的分布会随着社会经济的发展、居民膳食营养状况及生活方式的改变发生相应的变化。中国在过去20年中经济快速发展,居民的膳食结构改变和营养素摄入水平都发生了相应的改变,机械化程度的提高使成年居民的劳动强度下降,家

用电器的普及,特别是电视的普及和电视节目内容的丰富造成居民活动时间减少。这些变化均会对居民的体质和健康状况产生影响,本文主要的研究目的就是描述在社会经济快速发展的过去10年中我国20~45岁青壮年居民BMI分布的变化并且分析其变化趋势。

1 材料与方法

1.1 资料来源 1989~2000年中国疾病预防控制中心营养与食品安全所(原中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所)与美国北卡罗莱纳大学人口中心合作开展“中国居民健康与营养调查”的5次调查资料。

1989、1991 和 1993 年在辽宁、山东、江苏、河南、湖南、湖北、广西和贵州八省区进行调查,1997 年以黑龙江省替代辽宁省。2000 年该调查在黑龙江、辽宁、山东、江苏、河南、湖南、湖北、广西和贵州 9 省区进行。采用分层、多阶段、整群、随机抽样的方法抽取样本。该调查是同一人群追踪调查,资料有良好的可比性,调查内容包括:住户调查、体格测量、膳食调查和社区调查等几个部分。

1.2 研究对象 选取 1989、1991、1993、1997 和 2000 年资料中 20~45 岁成人作为研究对象,1989 年 4527 例,1991 年 4570 例,1993 年 4670 例,1997 年 4507 例,2000 年 4046 例。各调查年份人口构成基本一致。

1.3 分析方法 应用 SAS 8.2 统计软件进行数据清理、分析。以 5 次的调查资料作为五个横断面进行比较,描述 20~45 岁青壮年居民 BMI 的分布在 1989~2000 年的变化,分析其 11 年变化趋势。

2 结果

2.1 样本基本情况 表 1 显示出从 1989~2000 年所选取的研究人群的性别、年龄和居住地区构成,各年度内研究人群性别构成基本平衡,各年度间研究人群性别构成一致。各年度间研究人群的年龄构成和在各类居住地区中的分布基本一致,资料具有良好的可比性。

表 1 样本基本情况

统计参数		1989		1991		1993		1997		2000	
		n	构成比(%)	n	构成比(%)	n	构成比(%)	n	构成比(%)	n	构成比(%)
性别	男性	2101	46.4	2146	46.9	2166	46.5	2171	48.2	1933	47.8
	女性	2426	53.6	2424	53.1	2504	53.5	2336	51.8	2113	52.2
	合计	4527	100.0	4570	100.0	4670	100.0	4507	100.0	4046	100.0
年龄(岁)	20~24	940	20.8	834	18.3	845	18.1	723	16.0	499	12.3
	25~29	953	21.5	1016	22.2	872	18.7	854	19.0	676	16.7
	30~34	928	20.5	789	17.3	841	18.0	951	21.1	801	19.8
	35~39	933	20.6	1012	22.1	1027	22.0	789	17.5	971	24.0
	40~45	773	17.1	919	20.1	1085	23.2	1190	26.4	1099	27.2
	合计	4527	100.0	4570	100.0	4670	100.0	4507	100.0	4046	100.0
地区	城市	764	16.8	772	16.9	615	13.2	659	14.6	489	12.1
	郊区	734	16.2	798	17.5	814	17.4	906	20.1	725	17.9
	城镇	663	14.7	702	15.4	732	15.7	670	14.9	678	16.8
	农村	2366	52.3	2298	50.3	2509	53.7	2272	50.4	2154	53.2
	合计	4527	100.0	4570	100.0	4670	100.0	4507	100.0	4046	100.0

2.2 1989~2000 年不同性别成年居民 BMI 分布的变化 图 1、图 2 显示出 11 年中中国青壮年居民 BMI 分布的变化,可见男性和女性 BMI 分布呈现出相似的变化趋势。在 BMI 峰值下降的同时,分布曲线向右侧移动,在峰值左侧比例减小的同时,右侧所占比例相应增加。而且男性 BMI 分布的变化比女性大,青壮年男性居民 BMI 峰值下降的程度和曲线右移的程度均大于女性。这种变化会导致青壮年人群中超重和肥胖比例呈现出逐年增加的趋势。

男性 BMI 的均值 11 年中从 21.3 提高到 22.4,第 50 位百分位数提高了 1.0,第 85 位百分位数提高了 1.6。女性 BMI 的均值从 21.8 提高到 22.5,第 50 位百分位数提高了 0.6,第 85 位百分位数提高了 1.3。可见男性和女性的 BMI 在 1989~2000 年中都呈现出增

长的趋势。但是其变化幅度是不同的。男性 BMI 增

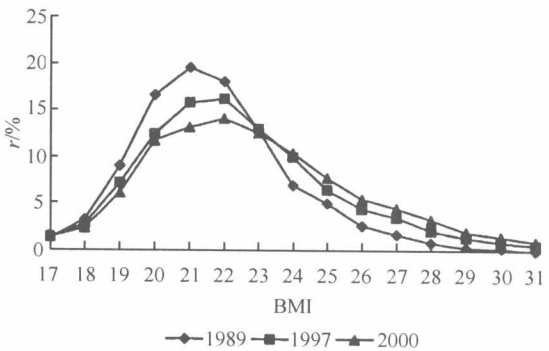


图 1 我国男性居民 1989~2000 年 BMI 分布的变化

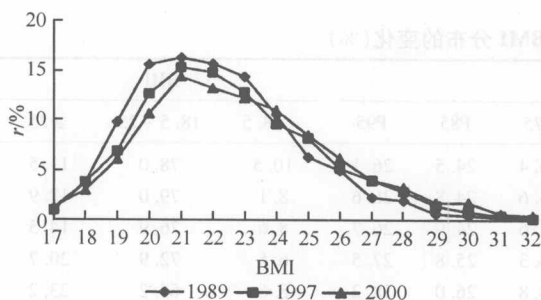


图2 我国女性居民1989~2000年BMI分布的变化

长幅度大于女性。这导致男性和女性在BMI分布上的差异在逐渐缩小甚至消失。该资料显示,在1989年男性BMI的第50位百分位数比女性小0.5,到2000年男性和女性BMI的第50位百分位数已相同。BMI分布的变化说明在青壮年人群中BMI < 18.5的消瘦者所占比例逐年降低,同时青壮年居民中BMI在25以上人群所占比例显著提高,青壮年居民中超重人口比例显著增加,男性超重率增长了12.8%,女性增长了7.9%,男性超重率的快速增长导致男性超重率低于女性的状况改变,到2000年在青壮年中会有约1/5的人处于超重状态。

2.3 1989~2000年不同年龄段成年居民BMI分布的变化 在20~45岁的青壮年中,随着年龄的增长BMI水平会相应提高。而从时间的纵向变化看,各年龄段居民的BMI水平也发生了一定的变化。图3和图4显示出不同年龄段的男性、女性第50位和第85位百分位数的变化。在各年龄段BMI的变化上男性的增长均大于女性。男性在各年龄段的第50位和第85位百分位数均呈现出提高的趋势。其中30~40岁年龄组男性BMI的增加幅度最大,第50位百分位数提高了1.3,第85位百分位数提高了2.7。女性中30岁以下

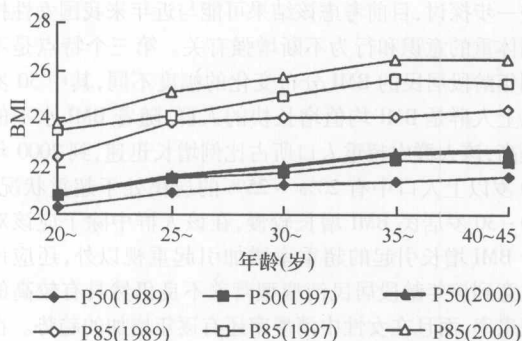


图3 不同年龄段男性BMI第50位和第85位百分位数的变化

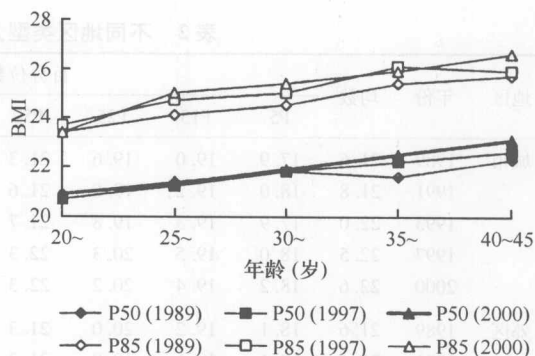


图4 不同年龄段女性BMI第50位和第85位百分位数的变化

女性BMI变化很小,其50为百分位数11中没有显著提高。第85位百分位数上升最快的是35~40岁女性,提高了1.5。

30岁以下人群的BMI增长相对较慢,1989~2000年其BMI均值仅提高了0.4,而30岁以上各年龄组BMI均值提高了1.0~1.2。30岁以下人群的超重率上升较慢,11年中上升了5.5%,但是对于该年龄段中女性BMI小于18.5的消瘦状况应该引起重视,20~30岁女性的消瘦率处于10%的水平,而且11年中没有显著的降低。30~45岁年龄的居民消瘦率维持在5%~8%的低水平,而其超重率提高了10%,每4~5个30~45岁的居民中就有一人处于超重状态。

2.4 不同居住社区成年居民BMI分布的变化 居住在不同社区的居民由于其收入水平、食物消费、生活习惯等存在差异,而且诸多影响BMI分布的因素的变化程度不同,造成居住在不同社区的成年居民BMI的变化也有一定的差异。表2给出了城市、郊区、县城和农村四类不同居住社区中20~45岁青壮年的BMI分布的变化,可见四类社区中青壮年居民的BMI均呈现出提高的趋势,其中农村居民BMI均值增长最慢,11年中提高了0.8,城市和郊区居民的BMI均值提高了1.0,县城居民BMI均值提高了1.4。郊区居民BMI的第85位百分位数提高了2.2,是四类社区中提高最快的,由于BMI分布的变化程度不同,导致农村青壮年居民BMI的分布和城市、郊区、县城居民的差别呈现出加大的趋势。青壮年居民消瘦率稳定在6%~8%的水平,而超重率在各类社区中均呈现出提高的趋势,其中城市、郊区和县城社区青壮年居民的超重率提高了11%~12%,到2000年在这三类社区中有20%~25%的居民处于超重状态。农村居民超重率以平均每年0.8%的速度增长,到2000年农村居民超重率显著低于其他三类社区。

表 2 不同地区类型人群 BMI 分布的变化 (%)

地区	年份	均数	百分位数							BMI		
			P5	P15	P25	P50	P75	P85	P95	< 18.5	18.5 ~ 25	≥ 25
城市	1989	21.6	17.9	19.0	19.6	21.3	23.4	24.5	26.1	10.5	78.0	11.5
	1991	21.8	18.0	19.2	19.8	21.6	23.6	24.8	26.6	8.1	79.0	12.9
	1993	22.0	17.9	19.3	19.8	21.7	23.6	24.9	26.7	8.6	76.9	14.5
	1997	22.5	18.0	19.5	20.3	22.3	24.3	25.8	27.5	6.5	72.9	20.7
	2000	22.6	18.2	19.4	20.2	22.3	24.8	26.0	28.2	8.6	68.2	23.2
郊区	1989	21.6	18.1	19.2	20.0	21.3	23.0	23.9	26.1	6.9	83.7	9.4
	1991	21.6	18.1	19.1	19.8	21.2	23.1	24.2	26.1	8.1	81.8	10.1
	1993	21.8	18.0	19.1	19.8	21.5	23.4	24.6	27.0	8.6	79.0	12.4
	1997	22.3	18.2	19.5	20.2	21.9	23.9	25.3	28.1	6.6	76.5	16.9
	2000	22.6	18.3	19.5	20.2	22.0	24.3	26.1	28.7	7.0	72.4	20.7
城镇	1989	21.7	17.9	18.9	19.6	21.4	23.2	24.7	27.3	9.8	77.2	13.1
	1991	22.0	18.0	19.0	19.7	21.5	23.7	25.3	27.3	9.8	73.5	16.7
	1993	21.9	18.0	19.0	19.6	21.5	23.7	25.3	27.4	9.3	75.0	15.8
	1997	22.5	18.3	19.6	20.4	22.1	24.4	25.9	28.1	6.9	73.1	20.0
	2000	23.1	18.3	19.9	20.8	22.6	25.1	26.7	29.4	6.4	67.9	25.8
农村	1989	21.4	18.1	19.2	19.9	21.2	22.7	23.4	25.6	8.3	84.6	7.1
	1991	21.5	18.0	19.2	19.8	21.2	22.8	23.9	25.9	8.0	83.7	8.3
	1993	21.5	18.3	19.3	19.8	21.2	22.9	23.9	25.9	7.3	84.4	8.3
	1997	21.8	18.4	19.4	20.0	21.5	23.2	24.6	26.8	6.1	82.1	11.9
	2000	22.2	18.3	19.5	20.1	21.8	23.8	25.1	27.7	6.8	77.8	15.5

3 讨论

全国营养调查和本调查资料的分析结果均显示中国成人膳食结构发生了显著的变化,其最大的改变是随着收入水平的提高,人们更趋向于消费动物性食物,而在动物性食物中,人们主要选择畜肉类食品和蛋类食品消费,而不太倾向于购买水产、禽肉和奶类食品。动物性食物消费量增加的同时,植物性食物,特别是谷类和根茎类食物消费量呈下降趋势。膳食结构的改变促使居民脂肪摄入水平提高,本调查资料的分析结果表明 11 年中成年居民脂肪摄入量从 61.7g/d 提高到 74.6g/d,城市居民胆固醇摄入量已经达到 361.55mg/d^[8,9]。

在诸多影响 BMI 分布的因素发生变化的共同作用下,中国青壮年居民的 BMI 分布发生了一定的变化,九省区进行的追踪调查的资料分析显示出 BMI 分布变化的几个主要特点:其中一个最显著的特点是在该阶段中国青壮年居民的 BMI 呈现出逐年增高的趋势,这种趋势说明中国青壮年居民中相对身高而言居民体重增长快,青壮年人群身体的充实程度在提高。其次 BMI 的增长存在性别的差异,男性 BMI 增长相对快而且增长

幅度显著高于女性,致使在我国九省区进行的追踪调查显示,到 2000 年青壮年男性和女性 BMI 的分布已经基本一致。中国 1992 年全国营养调查的结果显示:1992 年中国成年女性 BMI 的均值要高于相同年龄的男性^[7]。而美国和英国的研究表明,男性 BMI 均值高于相同年龄的女性。BMI 分布的性别差异的改变使中国青壮年居民 BMI 分布的性别差异消失,而和美国、英国逐渐趋于一致。导致 BMI 变化的性别差异的原因有待进一步探讨,目前考虑该结果可能与近年来我国女性控制体重的意识和行为不断增强有关。第三个特点是不同年龄段居民的 BMI 分布变化的幅度不同,其中 30 岁以上人群是 BMI 均值增长快的人群,随着 BMI 水平的提高,该人群中超重人口所占比例增长迅速,到 2000 年 30 岁以上人口中有 20% ~ 25% 的居民处于超重状况。20 ~ 30 岁居民 BMI 增长较慢,在该人群中除了应该对于 BMI 增长引起的超重率增加引起重视以外,还应该注意到该年龄段居民消瘦型营养不良仍然具有较高的现患率,而且在女性中消瘦率还有逐年增加的趋势。在该人群中加强营养教育,促使 20 ~ 30 岁的女性人群树立正确的健康和审美观念也是今后需要解决的问题。第四个特点是居住在不同社区的居民 BMI 分布的变

化不完全一致。由于城市化进程造成郊区居民的职业、收入、居住环境和消费观念已经和农村居民有所不同,因而在本研究中把居住社区划分为四类社区。城市、郊区和县城三类社区青壮年居民在原本较高 BMI 均值的基础上以较快的速度增长,农村社区青壮年居民 BMI 的均值增长相对较慢,因而造成农村和其他三类社区青壮年居民 BMI 分布的差异呈现逐年增大的趋势。BMI 分布在不同居住社区中的变化也提示,在研究居住社区对于居民膳食营养状况的影响时,应该把郊区社区从农村社区中分离出来研究,因为从已有的研究结果看郊区居民的膳食营养状况变化快,这

种变化造成郊区居民的膳食结构、营养状况已经不同于农村居民,而和县城居民接近。如果把郊区社区仍然和农村社区归为一类地区分析其营养和膳食状况就会低估了城乡差异。

青壮年居民 BMI 分布的这些变化一方面反映出居民的营养状况随着经济的发展得到相应的改善,消瘦型营养不良的患病率控制在 6%~8% 的水平;另一方面也提示我们应该充分意识到在整个青壮年人群中控制 BMI 过快增长的重要性,从而降低和肥胖相关的慢性疾病造成的疾病负担的过快增长,提高中老年人的生活质量。

参 考 文 献

- [1] Haslam DW, James WPT. Obesity. Lancet, 2005, 366: 1197-1209
- [2] Monteiro CA, Conde WL, Lu B et al. Obesity and inequities in health in the developing world. Int J Obes Relat Metab Disord, 2004, 28: 1181
- [3] Bell A, Adair LS. Ethnic differences in the association between body mass index and hypertension. Am J Epidemiol, 2002, 155(4): 346-353
- [4] James WPT, Jackson-Leach R, Ni Mhurchu C et al. Overweight and obesity (high body mass Index). In: Ezzati M, et al. Comparative quantification of health risks: global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors. Vol 1. Geneva: WHO, 2004. 479-596
- [5] IOTF/WHO. The Asian-Pacific perspectives: redefining obesity and its treatment. Caulfield, Victoria: Inter Diab Instit, 2000
- [6] Nube M, Asenso WK. Body mass index as indicator of standard of living in developing countries. Europ J Clin Nutr, 1998, 52: 136-144
- [7] 杜树发, 翟凤英, 葛可佑等. 中国成人体质指数分布状况. 卫生研究, 2001, 30(6): 339-342
- [8] Du S, Lu B, Zhai F et al. A new stage of the nutrition transition in China. Public Health Nutr, 2002, 5: 169-174
- [9] Popkin BM, Du S. Dynamics of the nutrition transition toward the animal foods sector in China and its implications: a worried perspective. J Nutr, 2003, 133(Suppl): 3898-3906

(本文发表于《卫生研究》2006, 35: 794-797)

需要进一步研究。本研究在方法上存在局限性,如横断面研究不能确定因果关系,且研究对象为特定人群,不能代表全国居民。未来研究应结合纵向研究,探讨膳食结构、生活方式等因素对 BMI 变化的影响。同时,应关注不同社会经济地位人群的营养状况差异,制定针对性的干预措施,以促进全民健康水平的提升。

本研究为横断面研究,不能确定因果关系。未来研究应结合纵向研究,探讨膳食结构、生活方式等因素对 BMI 变化的影响。同时,应关注不同社会经济地位人群的营养状况差异,制定针对性的干预措施,以促进全民健康水平的提升。

对中国八省区居民合理营养所需最低食物支出的估计和预测

于冬梅¹ 翟凤英¹ 王玉英² 杨宏伟³

1. 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所(北京,100050)

2. 中国疾病预防控制中心公共卫生监测与信息服务中心

3. 国家发展和改革委员会能源研究所

【摘要】 目的 估计和预测居民合理营养所需的最低食物支出。**方法** 使用线性规划模型估计和预测的目标人群是18~49岁不同体力活动水平的男、女成年人,研究使用的软件工具为GAMS语言程序。**结果** 目标人群达到13种主要营养素或者仅达到能量、脂肪、蛋白质低限,并满足宝塔食物量要求的前提下,科学合理的膳食并不需要很高的花费。**结论** 当前对不同收入人群应该采取不同的营养经济学指导,对于如何花最少的钱得到合理营养的研究很必要。建议在以后开展营养教育时同时告诉居民合理营养所需的最低食物支出。

【关键词】 线性规划模型;食物支出

Estimating and forecasting of the minimum consumption expenditure when meet with the needed nutrients in 8 provinces in China Yu Dong-mei, Zhai Feng-ying, Wang Yu-ying, et al. Institute for Nutrition and Food Safety, China, CDC, Beijing 100050, China

【Abstract】 Objective The purpose of this study is to estimate and forecast the minimum consumption expenditure on food of 8 provinces using linear programming model. **Methods** Analysis was based on the food data of 2000 of the China Health and Nutrition Survey. The linear programming model's target population was 18-49 years old adult with different physical activity level. The mathematical model was established and functioned by GAMS. **Results** It was not a high consumption expenditure on food of 8 provinces when meet with the 13 nutrients and the required amount of food, even in the year of well-to-do. **Conclusion** We should improve the household's dietary quality by following the viewpoint of lowest cost but enough nutrients in different income level. The study suggested that we should tell the residents about the lowest cost when we engage nutrition education.

【Key words】 linear programming model; food expenditure

当前,居民由于营养知识缺乏、受饮食习惯限制、当地食物匮乏等原因不能获得科学合理的膳食结构需求,进而造成营养不足与营养失衡的发生。对中国九省区2000年住户调查的分析发现,6.9%的家庭中有营养不良个体和超重成员共存的现象^[1]。2002年中国营养与健康状况调查也发现城市中有“营养缺乏”,农村中也有“营养失衡”^[2]。这些都表明,中国正承受着营养不足及营养失衡的双重负担。

当中国社会的发展由温饱向小康阶段转变时,营养知识教育必不可少。高、低收入家庭面临着不同的食物价格和预算制约,收入高对于食物的选择更多,收入低则只能消费有限的食品^[3]。可是,在膳食的平衡

上,不是越贵的东西越有营养,科学的饮食并不一定需要花费很多钱,即使是收入很低的农民也可以就地取材,达到合理营养。

为了减轻中国营养不足及营养失衡共存的双重负担,改善住户膳食质量还需对不同收入人群采取不同的营养经济学指导,使他们选择合理的食物结构,同时减少不必要的开支。

本研究将使用线性规划模型在营养学领域进行经济学分析,估计和预测中国八省区18~49岁不同体力活动水平成年男、女合理营养所需的最低食物支出,同时预测2020年时中国八省区18~49岁合理营养所需要的最低食物支出。

1 研究内容与方法

1.1 资料来源

1.1.1 食物数据库资料来源 中国预防医学科学院(现中国疾病预防控制中心)与美国北卡罗莱纳大学人口中心合作项目“中国健康与营养调查(CHNS, China Health and Nutrition Survey)”中2000年的食物数据^[4]。

1.1.2 线性规划模型建模数据来源 建模数据库包括居民摄入频率最多的食物种类、目标人群的膳食营养素参考摄入量标准、食物价格数据等,来自:①“中国健康与营养调查”2000年膳食调查数据;②中国居民膳食营养素参考摄入量-Chinese DRIs^[5]中18~49岁的不同体力活动分类的成年男女的RNI(AI)值;③中国居民膳食指南、中国居民膳食平衡宝塔^[6];④中国食物成分表-2002^[7];⑤中国统计年鉴(1989~2000年);⑥中国价格信息网;⑦中国物价监测报告;⑧市场物价概述。

1.1.3 线性规划模型估计预测依据 研究膳食结构应考虑恩格尔定律(Engel's law)。线性规划模型对小康之年合理营养所需最低食物支出的预测参照近10年来历史物价指数,从2000年起每年物价上涨指数按1%来进行预测,以2000年为基年,最终目标年为2020年。

1.2 研究对象 本研究使用线性规划模型估计和预测的对象为18~49岁低、中、高不同体力活动水平的男、女成年人。由于本研究是从宏观角度的总体估计和预测,所得结论重点在于提供思路与方法,许多复杂细节尚需进一步探索研究。本次研究和预测人群将不分城乡。

1.3 研究方法

1.3.1 线性规划模型简介 线性规划(linear programming, LP)是数学规划与运筹学的一个分支,可用于估算食物最低价格、制定居民最低生活保障线、优化食物生产消费结构等等^[8]。

1.3.2 研究要解决的问题 ①在满足RNI(AI)要求的能量、蛋白质、脂肪以及硫胺素、核黄素、烟酸、钙、铁、锌、硒、视黄醇当量、维生素C、维生素E主要营养素需要,同时达到居民平衡膳食宝塔要求食物量的前提下,目标人群合理营养所需的最低食物支出;②预测2020年中国达到小康社会时的两种水平的合理膳食所需的最低食物支出。

1.3.3 模型的目标函数 本研究数学模型的目标函数表示在满足RNI或AI要求的人体营养素需要以及达到膳食平衡宝塔要求食物量的上限、下限前提下,18~49岁轻、中、重体力水平成年男、女居民的食物支

出最少,目标函数表示为:

$$\sum_i \sum_k (x_{ik} \cdot p_{i,k}) = \min \text{cost}$$

其中, i :食物类别, k :第 k 种食物, x_{ik} :第 i 类 k 种食物的数量, $p_{i,k}$:第 i 类 k 种食物的价格, cost :食物支出。

1.3.4 模型的约束函数

(1) 数学模型的约束条件

1) 根据国家营养素供给量标准(DRIs),选择其中主要营养素作为分析的依据,它们是能量、蛋白质、脂肪、钙、铁、视黄醇当量、硫胺素、核黄素等十三种营养素。

2) 每一类食物摄入达到膳食平衡宝塔要求的每日摄入量上限、下限。

(2) RNI(AI)6种情景:满足13种主要营养素最低营养推荐值。

L_1 :18~49岁轻体力成年男性; L_2 :18~49岁中体力成年男性; L_3 :18~49岁重体力成年男性; L_4 :18~49岁轻体力成年女性; L_5 :18~49岁中体力成年女性; L_6 :18~49岁重体力成年女性。

(3) 中国居民膳食平衡宝塔食物量2种情景:

R_1 :宝塔食物量下限值; R_2 :宝塔食物量上限值。

可见,本研究建立的模型共有12种情景,以此估计所有情景人群合理营养所需的最低食物支出。

(4) 约束函数

模型的营养素约束函数表达式为:

$$\left. \begin{aligned} E_{11}(x_{11}a_{11,1} + x_{11}a_{11,2} + \cdots + x_{11}a_{11,13}) &\geq b_1 \\ E_{12}(x_{12}a_{12,1} + x_{12}a_{12,2} + \cdots + x_{12}a_{12,13}) &\geq b_2 \\ \cdots \cdots \cdots \\ E_{ik}(x_{ik}a_{ik,1} + x_{ik}a_{ik,2} + \cdots + x_{ik}a_{ik,13}) &\geq b_{13} \end{aligned} \right\}$$

$$a_{11,1}, \cdots, a_{ik,13} \geq 0$$

模型的食物量约束函数表达式为:

$$\left. \begin{aligned} x_{11} + x_{12} + \cdots + x_{1k} &\geq R_{11} (\text{或} \leq R_{12}) \\ x_{21} + x_{22} + \cdots + x_{2k} &\geq R_{21} (\text{或} \leq R_{12}) \\ \cdots \cdots \cdots \\ x_{i1} + x_{i2} + \cdots + x_{ik} &\geq R_{i1} (\text{或} \leq R_{i2}) \end{aligned} \right\}$$

其中, i :食物类别, k :第 k 种食物, x_{ik} :第 i 类 k 种食物的数量, E_{ik} :第 i 类 k 种食物每100克可食部, $a_{ik,1-13}$:第 i 类 k 种食物的1~13种营养素含量, b_{1-13} :RNI或AI推荐的1~13种营养素值下限, R_{i1} :第 i 类食物每人日摄入量下限, R_{i2} :第 i 类食物每人日摄入量上限。

1.3.5 建立模型所需食物数据库的原则与方法 我国食品常被分为九类。为了计算与预测,本研究以中国居民健康与营养调查2000年营养调查个人膳食数