

础, 尽管批评者认为社会心理流行病学缺乏坚实的传统经验和基本概念的支持<sup>[6]</sup>, 但是正如道德、规范、法律不是依据精密的科学实验数据归纳推理一样, 社会心理流行病学也是依据多数人都能接受的理念进行推理。依据“笑脸”推断其人是否高兴不一定百分之百准确, 冷笑、讥笑、苦笑、傻笑、社会性微笑、强颜欢笑等都会出现笑脸, 但将嘴角上翘、两颊侧突、眼眉下弯的面部表情判断为内心愉悦, 是大多数人可以接受的逻辑推理。

批判是学科发展的重要组成部分, 但过度的批判会阻碍创新的概念、创新的方法和创新的模式。社会心理流行病学和社会流行病学是一双并蒂莲, 它们是“无路可走”(no way)<sup>[5]</sup>, 还是“没有退路”(no way back)<sup>[9]</sup>? 纵观社会心理流行病学的历史, 是在批判中成长, 在批判中发展。道路虽然崎岖, 但曙光就在前头。

#### 参 考 文 献

[1] Le Richie WH, Jean M. Epidemiology as medical ecology. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1971: 307-338.

- [2] Kasl SV. Psychosocial/behavioral epidemiology. Med Care, 1985, 23(5):598.
- [3] Martikainen P, Bortley M, Lahrlma E. Psychosocial determinants of health in social epidemiology. Int J Epidemiol, 2002, 31: 1091-1093.
- [4] Benavides FG, Benach J, Muntaner C. Psychosocial risk factors at the workplace: is there enough evidence to establish reference values? J Epidemiol Community Health, 2002, 56: 244-245.
- [5] Zielhuis GA, Kiemeneij LA. Social epidemiology? No way. Int J Epidemiol, 2001, 30: 43-44.
- [6] Muntaner C, Chung HJ. Psuochosocial epidemiology, social structure, and ideology. J Epidemiol Community, 2005, 59: 540-541.
- [7] Muntaner C. Social capital, social class, and the slow progress of psychosocial epidemiology. Int J Epidemiol, 2004, 33: 674-680.
- [8] Tamayol T, Christian H, Rathmann W. Impact of early psychosocial factors (childhood socioeconomic factors and adversities) on future risk of type 2 diabetes, metabolic disturbances and obesity: a systematic review. BMC Public Health, 2010, 10: 525.
- [9] Muntaner C. Social epidemiology? No way back. Int J Epidemiol, 2001, 30: 43-44.

(收稿日期: 2011-02-22)

(本文编辑: 尹廉)

## 中国总膳食研究二十年的发展演变

李筱薇 吴永宁 陈君石

【关键词】 总膳食研究; 发展; 演变

**The development and evolution of Chinese Total Diet Study** LI Xiao-wei, WU Yong-ning, CHEN Jun-shi. National Institute of Nutrition and Food Safety, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100021, China

Corresponding author: WU Yong-ning, Email: wuyncdc@yahoo.com.cn

This work was supported by a grant from the Special Research Foundation for Health of the Ministry of Health of China (No. 200902009).

【Key words】 Total Diet Study; Development; Evolution

食品安全风险监测和评估制度是《中华人民共和国食品安全法》规定建立的国家制度。而针对化学污染物摄入量的暴露评估技术是我国目前亟待建立的技术。目前, 用于监测食物中化学污染物摄入

量的方法有 3 种。最常用的是收集代表性食物样品, 测定污染物的含量, 然后利用其他研究得到的食物消费数据计算污染物摄入量, 这种方法往往缺乏人群针对性, 因为测定污染物含量的食物样品常常不是研究对象所食用的, 其中还有一部分是生食, 烹调加工后污染物含量可能发生变化, 因此所得到的污染物摄入量也不是很准确; 第二种方法是双份饭法, 即跟随研究对象收集其所吃相同重量的每个饭菜, 通过实验室测定污染物含量, 这种方法解决了人

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2011.05.008

基金项目: 卫生部卫生行业科研专项(200902009)

作者单位: 100021 北京, 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所化学污染与健康安全重点实验室

通信作者: 吴永宁, Email: wuyncdc@yahoo.com.cn

群针对性,得到的污染物摄入量也比较准确;但由于工作量太大,在一次研究中能调查的对象数目比较有限;第三种方法是总膳食研究(total diet study, TDS),作为研究和估计某一人群通过烹调加工的、可食状态的代表性膳食(包括饮水)摄入的各种化学成分(污染物、营养素)的方法,既能较好地解决人群针对性,又能将食物样品经过烹调加工后进行测定,还可覆盖较多的调查对象,兼有以上两种方法的优点。

TDS也称“市场菜篮子研究”(market basket study),是目前国际上公认的评价一个国家或地区大规模人群膳食中化学污染物和营养素摄入量的通用的最好方法。美国是世界上最早开展TDS的国家,自1960年以来每年开展一次。WHO近30年来一直致力于TDS的推广应用,并开发了OPAL软件,以便将各国TDS数据纳入全球环境监测/食品(GEMS/FOOD)数据库,作为开展食品中化学污染物国际风险评估的依据。近年来,TDS作为一种膳食化学污染物和营养素监测手段,已得到越来越多国家的认同;目前定期开展TDS的国家已有20多个,包括少数发展中国家<sup>[1]</sup>。

### 一、TDS方法学

TDS工作程序:①在一个国家或地区,根据地理位置,按行政区域选择若干个区,即“菜篮子”,要求总体“菜篮子”具有国家或地区代表性。②对每个区分别进行抽样和膳食调查,以了解该区的平均膳食结构和每种食物的消费量。③按消费量聚类确定代表性食物(包括饮用水和烹调用水)后采样,并按当地菜谱进行烹调。④将食物样品送至一个中心实验室进行成分(化学污染物、营养素、非营养素等)测定。测定项目根据需要而定。GEMS/FOOD推荐测定的污染物名单包括重金属如铅、镉、汞、砷等,残留农药如有机氯和有机磷农药等、真菌毒素如黄曲霉毒素B<sub>1</sub>、M<sub>1</sub>等。⑤根据测定所得的每种食物中污染物或营养素含量,结合每种食物的人均消费量,分别计算各区或全国每人每天各种污染物或营养素的摄入量。如果数据允许,也可以进一步计算不同性别、年龄组的摄入量。从以上工作程序可以看出,TDS的特点是将所研究人群消费的食物中污染物和消费量直接挂钩,所得到的膳食污染物摄入量比较可靠。

TDS包含混合食物样品法与单个食物样品法。混合食物样品法一般是将所采集的个别食物样品经烹调后按食物类别混合成8~15类(如谷类、肉类、

蔬菜类等)进行实验室测定;而单个食物样品法是对所采集的个别食物样品经烹调后分别进行实验室测定。显然,混合食物样品法比较简单易行,但难以得到更加细化的不同性别、年龄组的结果,也不利于分析污染物摄入量贡献较大的食物品种以及追踪污染源。美国在20世纪60年代初开展全国性TDS的最初几年也是采用混合食物样品法,但到20世纪80年代就开始采用单个食物样品法。美国全国分成4个“菜篮子”,每年分季度轮流在各州采集食物样品,根据8个不同的性别、年龄组的食物消费量,对234种不同食物分别取样、烹调和测定。为了针对更多的亚人群,近几年来美国TDS已对14组(不同性别及年龄)人群的膳食进行测定。发达国家均建立专门开展TDS的实验室,并有专门的人员和经费。以美国为例,由食品药品监督管理局(FDA)分布在13个州的直属机构负责食物样品的采集、制备,送至设在勘萨斯市具有26人编制的直属专门实验室负责统一测定。美国政府每年拨出近200万美元专款用于开展TDS<sup>[2]</sup>。

由于人力、物力和技术等方面的限制,目前大多数国家采用混合食物样品法。最简单的方法是在膳食调查基础上以食物消费量获得全人群平均的模式膳食(即不分性别和年龄的成年男性“标准人”),然后对各种食物进行采样和烹调后,将食物归纳为8~15个食物类别,分别进行混合和测定。如果按4个“菜篮子”,每个“菜篮子”10个不同类别的混合食物样品计,则只需要测定40个样品。对于刚开始开展TDS或资源和技术水平有限的国家,采取混合食物样品法应该是可取的,至少可以得到国家和地区水平上的污染物的暴露情况。在实验室测定项目方面,大多数国家TDS的分析项目主要是化学污染物,包括农药、重金属和放射性元素。即使涉及营养素,也只有少数几种微量元素。只有少数国家的实验室测定项目超过20项。

由于开展TDS要求的条件、技术和经费均比较高,迄今为止,只有美、英、澳、新、加、日和荷兰等10余个发达国家每年或定期开展TDS。中国是发展中国家中第一个成功开展TDS的国家。究其原因,发展中国家往往缺少代表性的膳食消费数据,难以独立制定一套完整的课题设计和样品的采集、烹调制备以及可靠的实验室测定方法,这也是WHO连续4次组织国际TDS培训的目的和原因(1994年,美国勘萨斯市;1998年,澳大利亚布里斯班市;2002年,法国巴黎;2006年,中国北京)<sup>[1]</sup>。

## 二、中国 TDS 方法及其演变

中国疾病预防控制中心(CDC)营养与食品安全所被 WHO 指定为食品污染监测合作中心(中国),其最重要的任务就是开展中国 TDS 并为发展中国家提供技术支持。我国已经成功地开展了 4 次全国 TDS,目前正在开展第 5 次,并建立了具有中国特色的 TDS 方法和体系。1990、1992、2000 和 2007 年的 4 次 TDS 均以相同的 12 个省(直辖市、自治区)分成 4 个大区,覆盖我国总人口的接近 50%。1990 年是初次尝试,采用最简单的混合食物样品法,将食物分成 12 类,共计 48 个混和食物样品。但只有全人群成年男子“标准人”这一个模式膳食组。实验室测定项目 11 大项,包括热量、蛋白质(含氨基酸)、脂肪(含脂肪酸)、营养元素和重金属(铅、镉、汞)、有机氯和有机磷农药、黄曲霉毒素 B1、M1 和放射性核素等<sup>[3,4]</sup>。1992 年的第 2 次研究仍采用 12 类的混合食物样品法,但根据膳食调查结果将人群分成城乡和 4 个性别-年龄组,实验室测定项目增加了稀土元素、铝等,所得到的信息量既包括城乡差异,又有 4 个性别-年龄组和春秋两季,较 1990 年前进了一步。2000 年开展的第 3 次中国 TDS 中采用了混合食物样品和单个食物样品相结合的方法,即在将食物样品按类别混合的同时,分别保留所有 12 个省(直辖市、自治区)的单个食物样品,共计 662 个。这样既可用混合食物样品的结果与前两次的结果进行比较,又可在必要时检测个别样品。实践证明保留单个样品是十分有用的。首先,可以用于污染溯源,即在任意混合样品中发现高水平的某种污染物时,通过溯源可找到特定省的特定样品<sup>[5,6]</sup>。例如从动物性食品中摄入的“六六六”有所增加,主要来自北方一区 and 南方二区水产类样品中林丹的污染,进一步溯源到湖北省和黑龙江省的污染鱼具体品种;同时,发现北方一区的水产样品的镉含量很高时,对所属“菜篮子”中黑龙江、辽宁和河北 3 省的单个水产样品进行了分别测定,最终找到其中辽宁省的螃蟹样品中镉的含量超高,找到了特定的污染食品。同时,在需要对某种成分进行仔细测定时,可以对 662 个单个样品全部测定,以得到 12 个省的分布结果。例如,由于对铜的摄入量缺少全面的数据,而对所有 662 个单个样品的铜含量进行了测定,得出了各地区各年龄组的膳食(包括饮水)中铜的总摄入量,并提供了各类食品对膳食铜摄入量的贡献率。这是对我国居民膳食铜摄入量的一次最好的评价。根据 2000 年的实践,体会到这种混合食物样品和单

个食物样品相结合方法的优越性。4 个大区 48 个混合食物样品的结果显然太粗,能提供的信息有限,而对每一种实验室指标都进行 662 个单个样品的测定显然是不切合实际的。2000 年中国 TDS 所进行的实验室检测项目在原来的基础上还扩展至一些新的和近来关注度比较高的有机污染物,如多氯联苯、丙烯酰胺、有机锡、氯丙醇等<sup>[7,8]</sup>。2007 年的 TDS 基本保留了 2000 年的方法,但将按 4 个大区混合食物样品得到的“菜篮子”样品改变为仅混合到省的水平,混合样品由原来的 48 个扩大到 144 个,而且仍然保留了每个单个样品溯源单独测定的方法;同时也进一步扩展了更多的检测项目:全氟化合物、溴代阻燃剂、碘等,并且逐步开展单个样品法,首先在重金属和营养元素的测定中使用单个样品法,这样就可以得到高暴露百分位数的分布数据,对于评估我国居民的膳食暴露情况,将得到更有意义的的数据,使得中国 TDS 方法日趋完善。以上是中国 TDS 方法的演变,随着食品安全工作的进一步深入和发展,可以预计中国 TDS 的方法也必将进一步发展和变化。

## 三、开展 TDS 的目的和意义

TDS 通过对人群膳食中即食状态食物的化学污染物和/或营养素进行实验室测定,进而得到该人群膳食摄入量,能够提供一个国家、地区人群膳食的化学安全性和/或营养质量的综合评价。最大特点就是可获得组成某一个人群膳食中即食状态食物(包括饮用和烹调用水)代表性样品的污染物和营养素的实测含量;进一步所得到的人群污染物和营养素的膳食摄入量具有很强的人群针对性。加上 TDS 比较容易覆盖较大人群;因此,作为食品污染或营养监测的一种手段具有其独特的优势。然而,与其他监测手段一样,TDS 只有在一个国家和地区长期连续开展,其结果才具有最大的意义。

TDS 所得到的数据在食品安全领域中至少有以下用途。

第一,所得到的食品中污染物含量数据与限量标准比较,可以评价该种(类)食品的安全质量;如超过限量标准,则可以进一步发现问题食品。

第二,所得到的膳食污染物摄入量可以与每日可接受摄入量(ADI)、暂定每周可耐受摄入量(PTWI)等指导值比较,进行风险特征描述,评价该人群污染物摄入量的安全性;如果摄入量低于 PTWI、ADI,认为所研究的污染物对该人群不构成健康危害;如果摄入量高于 PTWI、ADI,则可以认为所研究的污染物有可能对该人群造成健康危害,应

进一步寻找污染源,采取相应的控制措施。

第三,可以提供不同食物类别/组或单个食物在不同年龄、不同性别、不同日期组中污染物和营养素的贡献来源,所得到的数据可以作为优先制定食品中污染物限量标准的科学依据;根据所得到的数据可以确定一个地区或人群需要优先控制的污染物。

第四,如果连续开展TDS,所得到的监测数据可以用来分析食品污染以及某些污染物对消费者健康潜在危害的发展趋势;所得到的数据可以用来评价某一个(些)控制措施的效果。

正是由于上述TDS的优势和TDS数据的多种用途,TDS受到了国际风险评估机构(JECFA、JMPR)以及国际食品标准制定机构(国际食品法典委员会,CAC)的高度重视,新西兰甚至没有其他的污染物监测计划,全部依赖TDS进行评估;美国FDA也主要通过TDS进行食品污染物监测,与美国农业部农药残留监控计划(PDP)密切配合。

#### 四、中国开展TDS的重要性

我国食品中化学污染问题比较突出,新老问题并存,而且有明显的地区差异和时间变化。因此,利用TDS与全国污染物监测网互相配合,对于掌握我国食品化学污染的变化趋势具有重要意义。我国食品安全标准制定以风险评估为科学基础,在食品污染物限量标准制定中TDS的暴露数据已经成为最重要的科学依据。此外,在我国食品中污染物限量标准对WTO成员国的卫生与植物卫生措施(SPS)通报和应对质疑以及处理国际食品贸易争端时,TDS数据提供了有针对性的中国人膳食暴露数据。

考虑到我国在膳食、环境等方面的迅速而又明显变化,定期开展TDS十分必要。TDS在技术方面有一定的难度和复杂性,无论是现场工作和实验室测定需要有较高的技术水平和严格的质量控制。而且在方法学方面还需要根据情况发展的需要,及时进行修改。这也是当今世界上发展中国

家很少能连续开展全国性TDS的主要原因。我国已成功地开展了4次全国TDS,拥有一支有经验和高水平的技术队伍,并已摸索出一套适合于中国国情的TDS方法,实验室测定项目已超过大多数开展TDS的国家,这些均是我国继续开展TDS的重要有利条件。

#### 参 考 文 献

- [1] Moy G, Vannoort RW, Verger JP. Total diet studies. New York: Springer, 2011.
- [2] Pennington JA. Revision of the Total Diet Study food list and diets. J Am Diet Assoc, 1983, 82(2): 166-173.
- [3] Chen J, Gao J. The Chinese Total Diet Study in 1990. Part I. Chemical contaminants. J AOAC Int, 1993, 76(6): 1193-1205.
- [4] Chen J, Gao J. The Chinese Total Diet Study in 1990. Part II. Nutrients. J AOAC Int, 1993, 76(6): 1206-1213.
- [5] Zhao YF, Wu YN, Wang XQ, et al. Study on dietary pesticide residues in Chinese residents. Chin J Epidemiol, 2003, 24(8): 661-664. (in Chinese)  
赵云峰, 吴永宁, 王绪卿, 等. 中国居民膳食中农药残留的研究. 中华流行病学杂志, 2003, 24(8): 661-664.
- [6] Zhang L, Gao JQ, Li XW. Lead intakes by different age-sex population groups from Chinese Total Diet Study in 2000. J Hygiene Research, 2007, 36(4): 459-467. (in Chinese)  
张磊, 高俊全, 李筱薇. 2000年中国总膳食研究——不同性别年龄组人群膳食铅摄入量. 卫生研究, 2007, 36(4): 459-467.
- [7] Zhao KX, Zhao YF, Wu YN. Study on contamination level and intake of organotins of Chinese dietary. Chin J Prev Med, 2007, 41(6): 453-457. (in Chinese)  
赵孔祥, 赵云峰, 吴永宁. 中国居民膳食有机锡污染水平和摄入量. 中华预防医学杂志, 2007, 41(6): 453-457.
- [8] Shi ZX, Wu YN, Li JG, et al. Dietary exposure assessment of Chinese adults and nursing infants to tetrabromobisphenol A and hexabromocyclododecanes: occurrence measurements in foods and human milk. Environ Sci Technol, 2009, 43(12): 4314-4319.

(收稿日期: 2010-12-26)

(本文编辑: 万玉立)