

应用 24 h 膳食回顾询问法估计北京地区居民
 丙烯酰胺膳食摄入量的研究

金庆中 赵立文 徐 筠 卫 薇 罗仁才
 (北京市疾病预防控制中心,北京 100013)

摘 要:为了解北京地区居民丙烯酰胺的膳食摄入量,应用 24 h 回顾询问法,估计北京地区居民丙烯酰胺摄入量。采用 GC - MS 方法检测在北京市场上购买的 24 类(162 份)食物,并应用检测结果计算 2 460 份食谱(820 人 ×3 d)的丙烯酰胺含量。北京地区居民的丙烯酰胺的每天每人平均摄入量为:男性 18.6 μg,女性 16.6 μg; 97.5 分位数为:男性 59.0 μg,女性 50.4 μg。每天每公斤体重摄入量均值:男性 0.282 μg/kg BW d⁻¹,女性 0.284 μg/kg BW d⁻¹;97.5 分位数:男性 0.898 μg/kg BW d⁻¹,女性 1.007 μg/kg BW d⁻¹。各餐丙烯酰胺摄入比例为:早餐 20.48 %,午餐 38.99 %,晚餐 39.42 %,零食 1.17 %。检测结果表明午餐和晚餐食品是北京地区居民丙烯酰胺的主要来源,改变北京地区居民的正餐的烹调方式和控制北京传统早餐食品中的丙烯酰胺含量是减低北京地区居民丙烯酰胺暴露量的主要措施。
 关键词:丙烯酰胺;膳食;进食;最高容许暴露值

Estimation of Dietary Intake of Acrylamide by Beijing Residents by 24-hour-recall Study
 JIN Qing-zhong , ZHAO Li-wen , XU Jun , WEI Wei , LUO Ren-cai
 (Beijing Municipal Center for Disease Prevention and Control , Beijing 100013 , China)

Abstract: A 24-hour-recall study was performed to estimate the acrylamide intake by the Beijing residents. 162 samples of 24 different items of foods bought from the Beijing market were analyzed and 2 460 diet lists (820 participants ×3 days) were calculated. The mean intakes of acrylamide have been estimated as follows (μg/day) : males 18.6 , females 16.6. For the 97.5-percentile of the population the intake was estimated to be : males 59.0 , females 50.4. When dose was calculated as per kilogram bodyweight (μg/kg BW d⁻¹) the mean intake became males 0.282 , females 0.284. For the 97.5-percentile (μg/kg BW d⁻¹) : males 0.898 , females 1.007. The contribution of the different meals to the intake of acrylamide was as follows: breakfast 20.48 % , lunch 38.99 % , supper 39.42 % and snacks 1.17 % . The survey leads to the conclusion that lunch and supper are significant sources of acrylamide in a typical Beijing diet. Traditional breakfast is also an important source of acrylamide.
 Key word: Acrylamide ; Diet ; Eating ; Maximum Permissible Exposure Level

以检验机构为单位,8 个指标均满意的单位 13 个,占 41.9 %。
 2.2 饮料中防腐剂和甜味剂测定结果与分析 31 个考核对象中,2 个单位没有报送结果,17 个机构报送了全部 8 个指标结果,占发送样品的 54.8 % (17/31),报送 7、6、4、3、2 个指标的单位分别为 1、3、3、2、3 个机构。
 饮料中苯甲酸、山梨酸、对羟基苯甲酸甲酯、对羟基苯甲酸丙酯、糖精钠、乙酰磺胺酸钾、阿斯巴甜、环己基氨基磺酸钠单项满意检测结果的百分率分别为 83.9 %、80.6 %、54.8 %、54.8 %、83.9 %、71.0 %、58.1 %、74.2 %。
 以检验机构为单位,8 个项目均满意的单位 14 个,占 45.2 %。

3 讨论
 实验室间比对是目前评价实验室检测能力的有效措施,是促进检验机构检测能力持续提高的有效方法之一,是计量认证或实验室认可现场评审的重要补充形式。质控考核是实验室间比对的常见方式之一,通过对酱油和饮料中常见防腐剂和甜味剂含量测定进行实验室质量控制结果的分析,在一定程度上了解了各参加实验室检验人员的试验技能和水平,结果满意的不足 50 %的情况,反映了检验工作仍然存在一些亟待解决的问题,具有不满意或可疑结果的机构应积极查找原因,保证检测数据的准确性。

[收稿日期:2006 - 05 - 19]

中图分类号:R15;N36 文献标识码:C 文章编号:1004 - 8456(2006)04 - 0331 - 04

基金项目:北京市自然科学基金(7043069)
 作者简介:金庆中 男 主管医师

中国食品卫生杂志
 CHINESE JOURNAL OF FOOD HYGIENE

2006 年第 18 卷第 4 期



2002 年 4 月 24 日, 瑞典 National Food Administration 和 Stockholm 大学报道在许多油炸食品中发现丙烯酰胺, 并且指出丙烯酰胺的产生与应用传统的高温烹调工艺加工高糖类食品有关, 之后挪威、英国、瑞士、美国都有类似的报道^[1-4]。

丙烯酰胺的主要毒性为神经毒性、生殖毒性、致癌性。^[8-11] 丙烯酰胺对小鼠有致癌性, 小鼠每天从饮水摄入丙烯酰胺 2 mg/kg BW, 持续 2 年, 造成多器官(如胸腺、肾)的良性及恶性肿瘤。丙烯酰胺还可能造成脑、脊髓及其它组织的肿瘤。丙烯酰胺的致癌性与其它致癌物近似, 但是目前国外报道显示, 人的丙烯酰胺摄入量高于其它致癌物, 因此引起世界关注^[2-7]。本研究采用 24 h 膳食回顾询问的方法对北京地区居民群丙烯酰胺的摄入量进行研究。

1 材料与方法

1.1 研究对象 北京市市区(东城区 317 人, 男 143, 女 174)、近郊区(通州区 182 人, 男 87, 女 95)、远郊区(密云县 321 人, 男 157, 女 164)居民共 820 人。

1.2 材料 研究所用食品购自北京的大超市和饭馆(其中超市 50 份, 饭馆 112 份, 共 24 类, 162 份)。

1.3 方法 样品分析应用气相色谱质谱法, 样品先加入丙酰胺内标(内标与丙烯酰胺在旋转蒸发仪中有相似的损失率, 约 25 %) 10 μg/g, 用 60% 水提取, 离心, 用 2-丁酮萃取, 并用硫酸铵盐析蛋白, 萃取液在旋转蒸发仪中蒸发, 残渣在氮气流下干燥。用乙腈溶解, 加入正己烷脱脂后, 入 GC-MS 分析, 以峰面积内标法定量。检出限为 5 μg/kg, 本文条件下内标丙酰胺相对保留时间 5.7 min, 丙烯酰胺相对保留时间 7.0 min^[12]。

1.4 询问并记录研究对象 24 h 食用的所有食品(应用 2002 年全国营养调查结果北京地区 24 h 膳食回顾询问食谱), 根据各类食品丙烯酰胺含量, 计算人群的丙烯酰胺摄入量, 共计算 2 460 (820 人 × 3 d) 份食谱, 每份食谱分别计算早餐、中餐、晚餐和零食中丙烯酰胺的量。

1.5 应用 SPSS 11.5 软件进行统计分析

2 结果

2.1 北京地区各类食品中丙烯酰胺含量 按上述 GC-MS 方法检测各类食物中丙烯酰胺含量, 各类食物中丙烯酰胺含量见表 1。

表 1 表明, 除薯条、薯片中含有高浓度的丙烯酰胺外, 中国传统早餐如油条、油饼、焦圈、排叉等也可检出较高浓度的丙烯酰胺。虽然油饼、油条、炸糕、

糖耳朵等中国传统早餐食品中丙烯酰胺含量远远低于薯片(1 200 μg/kg), 但是由于这些食品是北京传统的早餐食品, 食用频率高, 食用量大, 是北京地区居民丙烯酰胺摄入的重要来源之一。

表 1 各类食物中丙烯酰胺含量

食物名称	样品份数	丙烯酰胺含量(μg/kg)
油条、油饼、炸馒头片、麻花、麻球	24	280
煎饼果子、炸糕、糖耳朵、糖火烧、火烧	15	100
焦圈、薄脆、排叉	8	620
面包	4	26
奶、饮料、酒和茶	8	<5
巧克力奶	2	11
米饭、米粉	3	<5
炒饭、炒米粉	6	44
面条、馒头、花卷、水饺	4	<5
通心粉、炒面、煎饺、春卷	10	40
大饼、烙饼	6	66
炒青菜	12	40
肉炒青菜	12	18
炒肉菜、炖肉	10	<5
比萨饼	3	20
汉堡包	3	<5
薯条膨化食品	8	450
薯片	3	1200
烤果仁、烤豆类	3	30
奶油炸果仁、炸豆	6	85
烤白薯	3	99
甜点(蛋糕、果酱饼)	3	14
饼干	3	180
巧克力	3	20

2.2 北京地区人群丙烯酰胺摄入量 应用表 1 结果计算北京地区居民丙烯酰胺摄入量, 结果如表 2 所示。

表 2 北京地区居民丙烯酰胺摄入量

	摄入量(μg/d 人 ⁻¹)			摄入量(μg/kg BW d ⁻¹)		
	总体	男性	女性	总体	男性	女性
均数	17.6	18.6	16.6	0.282	0.282	0.284
中位数	14.3	15.2	13.3	0.231	0.235	0.229
四分位数间距	13.8	14.1	13.7	0.227	0.205	0.248
90 分位数	32.9	35.8	31.4	0.566	0.533	0.592
97.5 分位数	56.7	59.0	50.4	0.946	0.898	1.007
99 分位数	65.8	74.8	62.1	1.193	1.226	1.193

表 2 结果表明, 北京地区居民群平均每人每天摄入丙烯酰胺的量为 17.6 μg, 其中男性 18.6 μg, 女性 16.6 μg。平均每公斤体重摄入量为 0.282 μg, 其中男性为 0.282 μg, 女性为 0.284 μg, 性别差异无显著性(经 t 检验, P > 0.05)。北京地区居民每天每公斤体重丙烯酰胺摄入量的中位数为 0.231 μg, 四分位数间距为 0.227 μg; 90 分位数为 0.566 μg, 95 分位数为 0.787 μg, 97.5 分位数 0.946 μg, 99 分位数为 1.193 μg。

2.3 早餐、中餐、晚餐和零食中丙烯酰胺摄入量比较 各餐丙烯酰胺摄入量所占比例如表 3 所示。

	平均摄入量 ($\mu\text{g}/\text{d 人}^{-1}$)			平均摄入量 ($\mu\text{g}/\text{kg BW d}^{-1}$)		
	总体	男性	女性	总体	男性	女性
早餐	3.60	4.15	3.12	0.058	0.063	0.053
中餐	6.85	7.11	6.60	0.110	0.108	0.113
晚餐	6.91	7.14	6.72	0.111	0.108	0.115
零食	0.21	0.21	0.21	0.003	0.003	0.003
合计	17.57	18.61	16.64	0.282	0.282	0.284

表 3 结果表明:午餐和晚餐是北京地区居民丙烯酰胺摄入的主要来源,约占总摄入量的 79 %。

3 讨论

世界卫生组织和国际粮农组织的丙烯酰胺暴露估计量为 $0.8 \mu\text{g}/\text{kg BW d}^{-1}$,瑞典人丙烯酰胺暴露估计量为 $0.67 \mu\text{g}/\text{kg BW d}^{-1}$,瑞士人丙烯酰胺暴露估计量为 $0.28 \mu\text{g}/\text{kg BW d}^{-1}$ 。我们的研究显示:北京地区居民群丙烯酰胺摄入量均值接近于瑞士人。根据全人群平均暴露量 $0.282 \mu\text{g}/\text{kg BW d}^{-1}$,高暴露量(97.5 分位数) $0.946 \mu\text{g}/\text{kg BW d}^{-1}$,计算暴露边缘值(Margins of Exposure ,MOEs):神经形态学的 NOEL(最大无作用剂量)为 $0.2 \text{ mg}/\text{kg BW d}^{-1}$,全人群 MOEs 为 709,高暴露组 MOEs 为 211;生殖、发育和其它非遗传毒性 NOEL 为 $2.0 \text{ mg}/\text{kg BW d}^{-1}$,MOEs 为 7 092,高暴露组 MOEs 为 2 114;丙烯酰胺的哺乳动物致癌性的 BMDL (benchmark dose lower limit ,基准剂量低限)为 $0.30 \text{ mg}/\text{kg BW d}^{-1}$,MOEs 为 1 063。基于这些 MOEs 评价,提示北京地区居民丙烯酰胺的膳食摄入量基本是安全的。但高暴露量致癌性的 MOEs 为 317,对于致癌性来说相对偏高。因此应采取一定措施,降低北京地区居民的丙烯酰胺摄入量。

午餐和晚餐是北京地区居民丙烯酰胺摄入的主要来源,其主要原因是北京地区居民主食食用量较大,吃蔬菜以炒菜为主,相对于国外主要以生吃和水煮蔬菜为主的烹调方式,会产生较高的丙烯酰胺。说明若要显著降低北京地区居民丙烯酰胺摄入量,需要改变食物的烹调方式。此外尽管北京地区居民早餐食用量较少,但是早餐的丙烯酰胺摄入仍占 20 %,提示控制早餐食品中丙烯酰胺含量也是降低丙烯酰胺摄入的有效手段。在北京地区居民丙烯酰胺摄入总量中,零食中的仅占很少部分(1 %),说明单纯采取与国外相同的(以控制膨化食品和油炸小食品为主要手段的)方法,对于降低北京地区居民丙烯酰胺的摄入作用很小。

中国传统早餐,特别是油炸、烧烤含糖类较高的食品,是造成部分人高丙烯酰胺暴露量的重要因素,提示控制早餐食品中的丙烯酰胺含量对于降低北京地区居民丙烯酰胺暴露量有重要意义。

参考文献

[1] FDA. Petition to establish interim acceptable levels for acrylamide in major food sources submitted by the center for science in the public interest us Department of HHS[Z]. US FDA , 2003.

[2] E J M Konings, A J Baars, J D van Klaveren, et al. Acrylamide exposure from foods of the Dutch population and an assessment of the consequent risks[J]. Food and Chemical Toxicology, 2003 , 41 :1569-1579.

[3] Dybing E, Sanner T. Risk assessment of acrylamide in foods [J]. Toxicological Sciences, 2003 ,75:7-15.

[4] Scientific Committee , Statens Næringsmiddeltilsyn (Norway) . Risk assessment of acrylamide intake from foods with special emphasis on cancer risk report from the Scientific Committee of the Norwegian Food Control Authority[Z]. 2002 - 06 - 06.

[5] Statens Næringsmiddeltilsyn (Norway) . Risk assessment of acrylamide intake from cereal-based baby foods report from the Scientific Committee of the Norwegian Food Control Authority[Z]. 2002.

[6] Scientific Committee , Statens Næringsmiddeltilsyn (Norway) . Assessment of cancer risk due to acrylamide intake from coffee consumption report from the Scientific Committee of the Norwegian Food Control Authority[Z]. 2002.

[7] European Chemicals Bureau, Institute for Health and Consumer Protection, Joint Research Centre, European Commission. Health and consumer protection direct orate general scientific committee on food-opinion of the scientific committee on food on new findings regarding the presence of acrylamide in food - SCF/CS/CNTM/CONT/4 Final, 2002 [Z].

[8] 夏元洵. 化学物质毒性全书[M]. 上海:上海科技文献出版社, 1991. 264.

[9] WHO. Acrylamide environmental health criteria 49, WHO [Z]. Geneva. 1985.

[10] 王爱红,夏昭林. 丙烯酰胺危害健康的研究进展[J]. 中国公共卫生, 2003 , 19 (12) : 1532-1533.

[11] 孙凤祥,赵泮梅,杨晓云. 丙烯酰胺对小鼠的毒性作用[J]. 中国公共卫生, 2004 ,20(5) :569-570.

[12] Maurus Biedermann, Sandra Biedermann-Brem, Anja Noti , et al. Two GC-MS methods for the analysis of acrylamide in foodstuffs [J]. Mitteilungen aus Lebensmitteluntersuchung und Hygiene. 2002 , 93(6) : 638-652.

[收稿日期:2006 - 02 - 15]

