

综述

非职业人群膳食镉暴露评估研究进展

林程程¹,王桂安²,黄琼³ 审校(1. 湖南省益阳市第一中学,湖南 益阳 413000; 2. 宁波市疾病预防控制中心,浙江 宁波 315010;
3. 广东省疾病预防控制中心,广东 广州 510300)**摘要:**本文概述了人群镉暴露的主要途径、膳食镉暴露的主要食物、国内外不同地区人群膳食镉暴露水平等方面的研究进展,为进行人群膳食镉暴露危害的风险评估提供参考依据。**关键词:**镉; 膳食; 暴露评估; 食品安全**中图分类号:**R155.5;O614 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-8456(2014)06-0624-04**DOI:**10.13590/j.cjfh.2014.06.026**The exposure assessment research progress of dietary cadmium progress with non-occupational crowd**

LIN Cheng-cheng, WANG Gui-an, YANG Xing-fen, HUANG Qiong

(Yiyang Municipal No. 1 High School, Hunan Yiyang 413000, China)

Abstract: This paper summarizes the main way of people exposure to cadmium, the main food of crowd dietary cadmium exposed, dose levels of dietary cadmium exposure in different countries, for assessment of the crowd dietary cadmium of the risk exposure harm provide the reference.**Key words:** Cadmium; dietary; exposure assessment; food safety

镉是一种广泛存在于自然界的微量元素,环境中镉主要在火山爆发及岩石风化等过程中产生,影响环境中镉的本底值。工业革命以来,由于工业生产能力提高及生产规模不断增大,人类向环境中排放的含镉废弃物越来越多,垃圾的焚烧也会产生镉而污染环境。由人类活动引起的土壤镉污染具有严重的生态环境效应,通过生物富集作用使得人群的镉暴露风险增加,严重危害人体健康。

对于镉的关注始于二十世纪五六十年代,20世纪中期在日本地区暴发了镉污染导致的公害病——“痛痛病”,给当地居民造成灾难性后果。此后,随着对镉污染及其毒性了解的深入,各相关国际组织对镉污染的关注度也越来越高。1972年联合国粮农组织和世界卫生组织(FAO/WHO)食品添加剂联合专家委员会(JECFA)在关于食品污染的毒性报告中将其作为优先研究的食品污染物^[1]。1984年联合国环境规划署(UNEP)提出具有全球意

义的12种有害物质,更是将镉列为首位,是重点研究的环境污染物^[1]。在对于镉的危害进行了比较深入研究的基础上,应针对不同人群提出减少人群镉暴露的措施,以降低镉对人群的健康危害。研究不同人群镉暴露的主要途径及暴露水平,对于更深入地了解镉对人群的健康危害,提出科学的防控措施具有重要意义。

1 暴露途径

由于生活条件及工作环境的差异,不同地区人群的镉暴露主要途径存在差异。人群镉暴露主要来源于镉污染的环境(大气、水、土壤等)、膳食以及吸烟等途径。本综述重点关注非职业人群的镉暴露。

非职业人群,即普通人群一般通过食物、水、空气和吸烟等途径接触镉。此类人群虽然可能处于较严重的镉暴露环境中,却往往不易发现因镉长时间的暴露累积所引起的健康危害。以往对国内外不同人群的调查结果均显示,无论是镉污染区还是非镉污染区,膳食摄入是人群镉暴露的主要来源^[2-5]。本课题组既往对广东省江门地区进行的镉风险评估结果也显示,普通人群镉暴露的主要来源是膳食摄入(占99.94%),大气和饮用水镉暴露所占比例极小,分别为0.05%和0.01%^[6]。

收稿日期:2014-06-20

基金项目:广东省科技计划项目(2009B030803006);广东省自然科学基金(S2011010004984)

作者简介:林程程 女 学生 研究方向为食品安全

E-mail:1173423767@qq.com

通讯作者:黄琼 女 副主任医师 研究方向为食品安全

E-mail:huangqiong@cdcp.org.cn

人体能通过消化道吸收食物中的镉,通过膳食途径摄入的镉吸收率一般在5%左右^[7],但由于生理状况、人体营养状况、是否多胎妊娠及当前所患疾病等因素影响导致个体间存在较大差异,不同个体间的膳食镉吸收率差别较大。有研究表明^[8]膳食镉的吸收率可高达20%~30%,而每天仅有体内镉总量的0.005%排出体外。较高的吸收率及低排出率使得镉在体内不断积累。因此对普通人群的日常镉暴露方式研究特别要关注膳食镉的暴露水平。

2 膳食镉暴露水平

镉是蓄积性毒物,其在体内生物半衰期长达10~30年,随着年龄的增长,通过膳食途径人体内镉的蓄积量也逐渐升高,在50岁时将会达到一个相对稳定的水平^[9]。镉对人体的损伤是一个长期的过程,身体一旦受到损伤将很难恢复。评估人群膳食镉暴露水平时既要关注食物中镉的污染水平,也要关注高消费量的食物。

2.1 食物中镉含量分析

不同食物含镉量存在差异,且由于自然环境的影响,同一种类食物种植在不同地区其镉含量也往往存在较大差别。2003—2007年,一项涉及欧盟20个成员国对140 000份不同种类的食品调查结果显示,海藻、鱼类和海产品、巧克力等几类食品的镉含量最高,虽然总体上仅有少量食物(<5%)镉含量超标,但是有20%以上的块根芹、马肉、鱼类、双壳类软体动物(除了牡蛎和头足类)超过WHO规定的食物中镉含量允许水平^[10](其允许水平分别为0.2、0.2、0.1、1.0 mg/kg)。

2000年进行的中国总膳食研究结果显示^[11],水产类和肉类中镉含量较高,分别为0.86 mg/kg和0.42 mg/kg。在不同省份进行的食物中镉含量调查显示^[12-14],不同地区食物中的镉含量差别较大。覃志英等^[12]对广西省2002—2003年市售食品进行的镉含量调查发现,动物肾脏类食物的镉含量均值为1.9 mg/kg,镉超标率为100%,最高超标倍数为88.9倍,螺类海产品镉含量均值为1.1 mg/kg,超标率达92.8%,蟹类镉含量均值为0.44 mg/kg,超标率为66.7%;邓峰等^[13]于2000—2005年,对广东省进行的食物中污染物动态监测结果显示,猪肾、虾蛄、干食用菌和海产贝类中镉含量较高,镉平均含量分别为3.130、1.950、0.877、0.546 mg/kg;2006年俞莎等^[14]对浙江省市售食物进行的镉含量检测显示,镉含量较高的食品是猪肾、甲壳类、软体类、海鱼,平均含量为1.637、0.346、0.285、0.159 mg/kg。由于不同地区环境中镉含量的差异

及不同种类植物的镉富集能力不同,使得不同食物的镉含量存在差异,同时由于调查过程中所调查的食物种类不同以及进行食物分类的标准不同,都可能使得不同地区镉含量较高的食物种类存在差异。

2.2 不同地区人群膳食镉暴露水平

因为镉在土壤中转化并被植物吸收的过程很快,因此在绝大多数食物中都存在镉,土壤中的镉含量水平与植物体内镉含量水平密切相关,因此,膳食镉暴露水平在不同的国家和地区之间存在差别。很多国家和地区对环境镉污染区和非污染区居民膳食镉暴露水平都开展过研究。

2.2.1 非镉污染区人群膳食镉暴露水平

2001年Nasreddine等^[15]基于欧洲国家居民食物消费量及食物中镉含量,估算欧洲居民每日的膳食镉摄入量为10~30 μg。1997—1998年澳大利亚通过对不同食物中镉的含量及国家居民膳食消费量分析,估计澳大利亚居民每日膳食镉摄入量在7~9 μg,但经过内暴露试验对他们肾皮质中镉含量分析提示,澳大利亚居民人均每日膳食镉摄入量应在20~30 μg^[9]。

我国从20世纪80年代开始展开对于膳食镉摄入量的研究,2000年总膳食研究资料表明^[11],我国成年人(体重以60 kg计)人均每日膳食镉摄入量为12.6~30.6 μg。闻剑等^[16]对广东省居民2004—2005年膳食镉初步风险评估结果显示,广东省居民每日膳食平均镉摄入量为65 μg,其中城市居民的平均每日镉摄入量为63.48 μg,农村居民的平均每日镉摄入量为65.42 μg。田明胜等^[17]于2005—2006年对上海居民进行的膳食镉摄入量研究发现,当地居民的人均每日膳食镉摄入量为28.72 μg。不同地区居民膳食镉摄入量差异较大,除人群饮食偏好、风俗习惯等因素外,环境条件等也影响居民膳食镉暴露水平,对于膳食镉高暴露区应深入开展研究,并指导居民采取措施减少膳食镉的暴露。

2.2.2 镉污染区人群膳食镉暴露水平

环境镉污染区由于食物中镉含量较高,居民膳食镉暴露水平也会升高,20世纪60年代日本发生“痛痛病”的地区通过测定当地大米中镉的含量估算当时居民人均每日镉摄入量为600 μg,一个人终生(按70年计算)的膳食镉摄入量估计在1 580~2 000 mg^[18]。2007年对我国南方某镉污染城镇进行的膳食镉摄入量研究发现^[17],当地居民人均每日膳食镉摄入量为100.77~282.91 μg。不同地区人群膳食镉摄入量存在较大差异,环境镉污染区的人群膳食镉摄入量要远远高于非镉污染区。

2.3 膳食镉主要贡献食物

2000年进行的中国总膳食研究结果显示^[19],谷类、蔬菜和水产类分别占膳食镉总摄入量的33.3%、27.3%和19.6%,三类食物贡献了80%左右的膳食镉,另外肉类贡献了约15%的膳食镉。2006年通过风险监测数据和消费量数据对上海居民膳食镉暴露的风险评估显示^[17],谷类、水产品、蔬菜、畜禽肉、薯类、干豆及乳类分别贡献了膳食镉摄入量的37.50%、37.36%、5.85%、4.42%、2.47%、1.43%和0.66%。2007年张文丽等^[20]对我国南方某镉污染区进行了膳食镉的摄入量研究,发现大米是食品中镉来源的最主要部分(90%以上),其次为蔬菜类(2%左右)和肉禽蛋类(0.3%左右)。以上研究显示,在我国不论是镉污染区还是非镉污染区,谷类和蔬菜是居民膳食镉摄入的主要来源。吴永宁教授^[21]指出,大米和蔬菜是人们日常生活中必不可少的食物,在膳食结构中,大米和蔬菜贡献了镉摄入量的80%。

欧盟食品安全局(EFSA)利用2003—2007年食物镉含量数据计算的膳食镉暴露水平显示^[10],人群镉摄入主要来源是谷类及其制品、蔬菜、坚果、干豆类、淀粉含量高的植物根茎类(如土豆)以及肉和肉制品等高消费量食物。2009年比利时进行的研究发现^[22],谷物和土豆贡献了超过60%的膳食镉。2006年瑞典镉膳食摄入量研究结果显示^[23],80%的膳食镉来源于谷物。

3 镉膳食暴露的健康风险

2010年,JECFA调整镉的暂定每月耐受摄入量(provisional tolerable monthly intake, PTMI)为25 μg/kg BW^[24],即标准人(体重为60 kg)每月镉的耐受摄入量为1 500 μg。非镉污染区欧洲居民平均每月膳食镉摄入量占PTMI的20%~60%。国内居民膳食镉摄入量占PTMI的25.2%~61.2%。有文献报道^[20]我国南方某镉污染区居民膳食镉摄入量高达PTMI的201.54%~565.82%,日本“痛痛病”地区达到PTMI的1 200%。可见,镉污染区居民的镉风险远远高于非镉污染区居民。

4 小结

镉是人体非必需元素,体内蓄积过量的镉会对人体健康产生严重危害。镉的危害首先作用于肾脏尤其是近端小管细胞,经过长期积累最终引起肾损伤。镉也可以通过直接作用于骨或者间接地引起肾损伤后再导致骨损伤。长期暴露于高镉膳食会引起肾小管过滤功能的降低,甚至导致肾衰。国

际组织已经将镉列为I类致癌物,最新流行病学研究表明^[15]镉能增加肺癌、子宫内膜癌、膀胱癌及乳腺癌的患病率。镉对人体的危害已经非常明确。不同地区、不同人群的膳食镉摄入量存在差异。应该加强国际交流,研究控制食品中镉污染的科学方法,同时应该密切关注镉污染区人群健康危害变化趋势,及时采取措施,降低镉对人群的健康损害。

参考文献

- [1] Clemens S. Toxic metal accumulation, responses to exposure and mechanisms of tolerance in plants[J]. *Biochimie*, 2006, 88(11): 1707-1719.
- [2] FAO/WHO. Evaluation of certain food additives and contaminants [R]. Geneva: WHO, 1989.
- [3] Nogawa K, Kobayashi E, Okubo Y, et al. Environmental cadmium exposure, adverse effects and preventive measures in Japan[J]. *Biochemistry and Medicine*, 2004, 17(5): 581-587.
- [4] Ikeda M, Ezaki T, Tsukahara T, et al. Threshold levels of urinary cadmium in relation to increases in urinary beta 2-microglobulin among general Japanese populations[J]. *Toxicol Lett*, 2003, 137(3): 135-141.
- [5] 金泰冀, 雷立健, 常秀丽. 镉接触健康效应危险度评价[J]. *中华劳动卫生职业病杂志*, 2006, 24(1): 1-2.
- [6] 丁涛, 杨杏芬. 广东省某市城区居民环境镉污染的暴露评估及基准剂量研究[D]. 广州: 中山大学公共卫生学院, 2008.
- [7] IPCS. Cadmium, environmental health criteria 134 [S]. Geneva: World Health Organization, 1992.
- [8] Kikuchi Y, Nomiyama T, Kumagai N, et al. Uptake of cadmium in meals from digestive tract of young non-smoking Japanese female volunteers[J]. *J Occup Health*, 2003, 45(1): 43-52.
- [9] Satarug S, Baker J R, Reilly P E B, et al. Cadmium levels in the lung, liver, kidney cortex and urine samples from Australians without occupational exposure to metals [J]. *Arch Environ Health*, 2002, 57(1): 69-77.
- [10] EFSA. Cadmium in food—scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain [S]. EFSA, 2009.
- [11] 高俊全, 李筱薇, 赵京玲. 2000年中国总膳食研究: 膳食铅、镉摄入量[J]. *卫生研究*, 2006, 35(6): 750-754.
- [12] 覃志英, 唐振柱, 吴祖军. 广西2002—2003年部分食品镉含量监测及分析[J]. *微量元素与健康研究*, 2006, 23(2): 26-29.
- [13] 邓峰, 梁春穗, 黄伟雄. 2000—2005年广东省食品化学污染物网络监测与危害分析[J]. *中国食品卫生杂志*, 2007, 1(19): 1-9.
- [14] 俞莎, 沈向红, 汤黎, 等. 浙江省部分食品中铅镉污染水平研究[J]. *中国卫生检验杂志*, 2006, 16(3): 328-329.
- [15] Nasreddine L, Parent-Massin D. 2002, Food contamination by metals and pesticides in the European Union: should we worry? [J]. *Toxicol Lett*, 2002, 127(1/3): 29-41.
- [16] 闻剑, 李海, 戴昌芳, 等. 广东省食品中镉的危险性评估[J]. *华南预防医学*, 2008, 34(1): 63-64.
- [17] 田明胜, 戚柳彬. 上海市居民膳食镉摄入的危险性评估[J]. *上海食品药品监管情报研究*, 2007(1): 37-42.
- [18] Kobayashi E, Okubo Y, Suwazono Y, et al. Dose-response relationship between total cadmium intake calculated from the cadmium concentration in rice collected from each household of

- farmers and renal dysfunction in inhabitants of the Jinzu River basin, Japan [J]. *J Appl Toxicol*, 2002, 22(6):431-436.
- [19] 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、镉摄入量[J]. *卫生研究*, 2008, 37(3):338-342.
- [20] 张文丽,李秋娟,史丽娟,等. 中国南方某镉污染区人群膳食镉摄入调查研究[J]. *卫生研究*, 2009, 5(38):553-557.
- [21] 吴永宁. 现代食品安全科学[M]. 北京:化学工业出版社, 2003:191.
- [22] Vromman V, Waegeneers N, Cornelis C, et al. Dietary cadmium intake by the Belgian adult population[J]. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*, 2010, 27(12):1665-1673.
- [23] Akesson A, Julin B, Wolk A. Long-term dietary cadmium intake and postmenopausal endometrial cancer incidence: a population-based prospective cohort study[J]. *Cancer Res*, 2008, 68(15):6435-6441.
- [24] Friedman L S, Luckyanova E M, Kundiev Y I, et al. Anthropometric, environmental, and dietary predictors of elevated blood cadmium levels in Ukrainian children: Ukraine ELSPEC group [J]. *Environ Res*, 2006, 102(1):83-89.

综述

茶叶中真菌毒素污染的国内外研究概况

马燕,张冬莲,苏小琴,段双梅,赵明

(云南农业大学龙润普洱茶学院,云南昆明 650201)

摘要:本文综述了国内外与茶叶真菌毒素污染有关的研究,结果表明,红茶、绿茶、白茶和黑茶都可能污染真菌和真菌毒素,应引起我国相关部门的重视。为降低真菌毒素污染茶叶的风险,建议加强茶叶毒素检测,普查各类茶叶真菌毒素污染情况;应用过程控制原理,筛选不产毒素菌株发酵黑茶,监测发酵过程,建立安全的黑茶发酵技术体系。

关键词:茶;真菌毒素;检测

中图分类号:TS201.6 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-8456(2014)06-0627-05

DOI:10.13590/j.cjfh.2014.06.027

Review of the studies on the contamination of mycotoxins in tea

MA Yan, ZHANG Dong-lian, SU xiao-qin, DUAN Shuang-mei, ZHAO Ming

(College of Longrun Pu-erh Tea, Yunnan Agricultural University, Yunnan Kunming 650201, China)

Abstract: This paper reviews the studies about mycotoxin contamination in tea. Some results showed that mycotoxin producing fungi and mycotoxins were detected in black tea, green tea, white tea and dark tea. It needs to pay attention to the possibility of mycotoxin contamination in tea. To reduce the risk of mycotoxin contamination in tea, it is suggested to monitor mycotoxins in various types of tea, and develop safe fermentation technology of dark tea by process control using non-mycotoxin-producing fungi as fermentation starter and monitor mycotoxins during fermentation.

Key words: Tea; mycotoxins; detection

真菌毒素(mycotoxins)是某些真菌在一定条件下产生的,危害人和动物的次级毒性代谢产物^[1-2]。迄今发现超过400种真菌毒素,主要有黄曲霉毒素(aflatoxins)、赭曲霉毒素A(ochratoxin A)、展青霉素(patulin)、单端孢霉烯族毒素(trichothecenes)中的脱氧雪腐镰刀菌烯醇

(deoxynivalenol)和T-2毒素(T-2 toxin)、玉米赤霉烯酮(zearalanone)、伏马毒素(fumonisin)、杂色曲霉毒素(sterigmatocystin)、桔青霉素(citrinin)等^[3-5]。这些毒素经口或皮肤吸入对人和动物具有急性毒性,还可作用于肝脏、肾脏、神经系统、内分泌系统和免疫系统,具有致畸、致癌、致突变、中毒性肾损害、肝细胞毒性、免疫抑制和生殖紊乱等慢性毒性^[6-8]。

真菌毒素主要由曲霉属(*Aspergillus*)、青霉属(*Penicillium*)、链格孢属(*Alternaria*)和镰刀菌属(*Fusarium*)的一些种产生^[2-4]。这些微生物广泛分布在植物、土壤和空气中,可能污染谷物、大豆、坚果、水果、调味料、可可、咖啡、中草药等植物性食物及制品(如葡萄、啤酒)、饲料^[8-11]等。并且可能在

收稿日期:2014-03-02

基金项目:国家自然科学基金(31160174);云南自然科学基金(2010ZC084)

作者简介:马燕 女 讲师 研究方向为茶叶生化与安全性

E-mail: mayan202@163.com

通讯作者:赵明 男 副教授 研究方向为茶叶加工以及应用微生物学

E-mail: zhaoming02292002@aliyun.com