

上海市15岁及以上居民膳食铝暴露水平评估

吴春峰^a, 罗宝章^b, 朱珍妮^b, 刘弘^b, 方亚敏^c, 虞慧婷^d, 邹淑蓉^b, 郭常义, 吴凡

摘要: [目的] 评估上海市15岁及以上居民膳食铝暴露状态。[方法] 采用多阶段分层随机抽样方法抽取上海市15岁及以上居民共1944人作为调查对象, 在不同季节, 应用3天24小时膳食回顾法和调味品称重法开展居民膳食调查, 采用总膳食研究方法进行食物聚类、膳食样品制备及铝含量(质量分数, 简称“含量”)检测, 评估居民膳食铝暴露水平。[结果] 发放调查问卷1944份, 收回有效问卷1748份, 问卷应答率为89.92%。膳食样品中铝含量较高的主要是油条等面制品, 各个季节膳食油条样品中铝含量均超过国家限量标准, 春季均值高达469.33 mg/kg, 超出国家限量标准近4倍。该市15岁及以上居民春夏秋冬四季膳食铝摄入量平均值分别为1.39、0.51、0.72、0.35~0.52 mg/kg(以每kg体重计), 不同季节居民膳食铝暴露有差异。膳食铝暴露的主要来源为谷类、蔬菜类、饮料及水。各个季节均显示城市中心地区居民膳食铝摄入量高于远郊地区, 尤其是春季城市中心地区居民膳食铝摄入量超过每周允许摄入量(PTWI)比例高达21.29%。居民膳食铝暴露无性别、年龄差异。[结论] 上海市15岁及以上居民膳食铝摄入量较高, 尤其是城市中心地区居民春季膳食铝的摄入。该市应加强油条等面制品中铝含量的监管, 市民应适当减少含铝食品, 尤其是油条的食用。

关键词: 膳食调查; 总膳食研究; 铝; 风险评估; 暴露评估

Assessment of Dietary Exposure Level of Aluminum in Residents Aged 15 Years or Above in Shanghai
WU Chun-feng^a, LUO Bao-zhang^b, ZHU Zhen-ni^b, LIU Hong^b, FANG Ya-min^c, YU Hui-ting^d, ZOU Shu-rong^b, GUO Chang-yi, WU Fan (a.Division of Profession Management b.Division of Health Risk Factors Surveillance and Control c.Division of Chemical Toxicity Testing d.Division of Information Management, Shanghai Municipal Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 200336, China). Address correspondence to WU Fan, E-mail: wufan@scdc.sh.cn • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To assess the dietary exposure level of aluminum among residents aged 15 years or above in Shanghai. [Methods] Residents ($n=1944$) aged 15 years or above who lived in Shanghai were enrolled by multi-stage stratified random sampling. A diet survey was carried out in different seasons by 24-hour diet recall and weighing method in three consecutive days, followed by food aggregation according to total diet study, food sampling and preparation, and determination of aluminum concentration in the analytical samples to assess the dietary exposure level of aluminum in residents. [Results] A total of 1748 valid questionnaires were returned with a response rate of 89.92% (1748/1944). Higher concentrations of aluminum were detected in flour product samples such as deep-fried dough sticks. The concentration in deep-fried dough sticks exceeded the national limit standard in each season, and the mean was 469.33 mg/kg in spring which was 5 times as much as the national standard. The means of dietary aluminum intakes among the subjects in four seasons were 1.39, 0.51, 0.72, and 0.35-0.52 mg/kg body weight, respectively, with significant differences. Grains, vegetables, and drinks and water were major sources of dietary aluminum exposure. The result indicated that the dietary aluminum intakes among residents living in downtown area were higher than those in rural area in each season. Moreover, the proportion of residents in downtown area whose dietary aluminum intakes exceeded the provisional tolerable weekly intake (PTWI) was up to 21.29% in spring. In addition, the dietary aluminum exposure had no significant differences across various sex or age subgroups. [Conclusion] Dietary aluminum intakes are high among residents aged 15 years or above, especially among those living in downtown area in spring. The government should strengthen regulation of flour products such as deep-fried dough sticks, and the citizens should decrease the intake of food containing aluminum, especially deep-fried dough sticks.

Key Words: diet survey; total diet study; aluminum; risk assessment; exposure assessment

DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2016.16270

[作者简介] 吴春峰(1981—), 男, 硕士, 主管医师; 研究方向: 食品安全与风险评估; E-mail: wuchunfeng@scdc.sh.cn

[通信作者] 吴凡, E-mail: wufan@scdc.sh.cn

[作者单位] 上海市疾病预防控制中心 a. 业务管理处 b. 健康危害因素监测与控制所 c. 化学品毒性检定所 d. 疾病预防控制中心信息所, 上海 200336

铝是人体非必需微量元素,地壳中含量丰富。铝具有生物蓄积性,主要作用于中枢神经、骨骼和造血系统,过量铝暴露与老年性痴呆的发生存在一定相关性^[1]。普通人群的铝暴露来源主要有饮用水、空气和食物。联合国粮农组织/世界卫生组织(FAO/WHO)食品添加剂联合专家委员会(JECFA)认为普通人群来源于空气和饮用水的铝暴露较低,普通人群铝暴露最主要来源于膳食,而食用添加含铝添加剂的食品是人群(长期食用含铝药物的人群除外)铝暴露的主要途径^[2]。我国广泛使用硫酸铝钾、磷酸铝钠等含铝食品添加剂作为食品加工过程中的膨松剂、增稠剂,以改善各种食物的口感,油条、馒头作为中国传统美食,深受广大人民的喜爱,尤其在上海,油条更是传统早点“四大金刚”之一,而大量食用含铝食品可能增加危害人体健康的风险。JECFA曾多次修改铝的暂定每周允许摄入量(PTWI),最近于2011年第74次会议,将铝的PTWI修订为每周2 mg/kg(以每kg体重计)^[3]。新的PTWI适用于食品中所有含铝化合物,包括含铝食品添加剂。

总膳食研究(TDS)方法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最好的通用方法^[4],考虑了一些化学物质在食品样品制备与烹调过程中的可能变化与损失,更能反映人体的实际摄入量。同时采用了通用的食物分类、制备与烹调习惯,也估计了饮料及饮用水对人体暴露量的贡献,使评估更加全面完整。

本研究依托“上海市居民膳食与健康状况监测”平台,于2012年至2013年完成春夏秋冬4个季节的15岁及以上居民膳食消费量调查,利用总膳食研究方法评估本市代表性人群不同季节全膳食铝的摄入水平。

1 研究方法

1.1 膳食调查

1.1.1 调查对象 膳食调查对象为本市15岁及以上常住人口(过去一年内,在本市居住时间累计超过6个月的居民)。

基于2010年全国第六次人口普查数据,根据非农人口比例、外来农业人口比例,将上海市所有街道/乡镇分为城市中心地区、城郊结合地区及远郊地区三层,按2:1:1样本分配;采用多阶段分层随机抽样方法,共抽取54个街道/乡镇,162个居委会/行政村。按15~44岁、45~59岁、60岁及以上年龄和性别分组,实

际共抽取1944人作为样本人群,开展膳食调查。

1.1.2 膳食调查方法 以家庭为单位,在春夏秋冬4个季节连续追踪开展膳食调查,采用连续3天24小时膳食询问调查及家庭调味品称重调查,再根据所有家庭成员及客人的能量摄入比例分配调查对象的调味品用量。调查内容包括调查对象在调查期间摄入的全部食物(包括零食、饮料和水以及调味品)的品种、数量和食用方法。

1.2 样品采集与制备

1.2.1 膳食聚类与样品采集 根据膳食调查计算获得的18岁成年男子标准人日消费量,结合中国总膳食研究方法的食物类别,对本市居民膳食消费进行聚类。根据聚类结果确定本市居民代表性食品品种,依照采样程序分别在城市中心地区、城郊结合地区、远郊地区各2个街道/乡镇内采集指定食物样品(约1 kg)。

1.2.2 膳食样品制备 将所采集到的食物样品,按膳食调查获得的主要烹调方法及调味品用量,将食物样品加工烹调制成为可直接入口的膳食,并经粉碎、匀浆后制备成膳食样品,装入高压聚乙烯塑料容器中,置于-20℃低温冰箱冷冻保存。

1.3 样品检测与评价

膳食样品经微波消解后,采用电感耦合等离子体光谱仪,在波长396.152 nm,功率1 150 W,辅助气流量0.5 L/min,蠕动泵转速50 r/min的工作条件下进行铝的质量分数(后简称“含量”)测定,检测下限为0.625 mg/kg。

参照GB 2760—2014《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》^[5]对膳食样品中铝含量是否符合标准进行判断。

1.4 膳食铝摄入量

1.4.1 铝摄入量计算 每周每kg体重膳食铝摄入量= $\sum(\text{某种食物的每周消费量} \times \text{某种食物中铝含量})/\text{体重}$ 。

1.4.2 铝摄入量评估 将本市居民膳食铝摄入量水平与JECFA制定的PTWI进行比较,高于PTWI则认为存在对人体健康造成危害的风险。

1.5 统计学分析

本研究数据分析根据复杂抽样的数据加权方法^[6],对样本加权,综合考虑了抽样设计权重、分层调整权重、以及无应答调整权重。膳食铝含量数据的处理根据“食品污染监测低水平数据处理”原则^[7]进行,膳食样品铝检出率高于40%时,未检出值以1/2检测下限(LOD)计;冬季膳食样品中铝检出率低于40%,未

检出值分别以 0 和 LOD 计, 由此计算膳食暴露的下限和上限值。

应用 SAS 9.4 软件中 Surveymeans、Surveyfreq 过程计算膳食铝摄入量, 采用 $\bar{x}$ 、 $P_{97.5}$ 进行统计描述, 以 95% 可信区间进行组间比较。消费量采用单因素方差分析进行比较, 并采用 SNK 法进行两两比较; 贡献率构成比采用列联表的卡方检验。

2 结果

2.1 调查人群

抽样样本 1 944 人, 实际完成本市居民膳食消费量调查 1 748 人, 问卷应答率为 89.92%。调查者中男女各占 50%; 15~44 岁、45~59 岁、60 岁及以上分别占总调查人数的 31.46%、33.07% 和 35.47%; 城市中心地区、城郊结合地区、远郊地区调查人数分别为 46.26%、23.86% 和 26.88% (见表 1)。因调查样本中各年龄组抽样比例相等, 分析中通过上海市实际人口构

成进行权重调整。

2.2 膳食样品中铝含量

根据总膳食研究方法, 按不同季节分别聚类出本市居民最常食用的 13 大类 80 余种膳食, 春夏秋冬各类膳食样品中铝含量检出率分别为 80.00%、100.00%、45.71%、34.70%。

其中谷类及其制品中铝含量最高, 春季、秋季谷类及其制品中平均铝含量达 44.50 mg/kg 和 31.55 mg/kg; 尤其是油条样品中铝含量最高, 春季、秋季油条样品中铝含量分别为 469.33、465.83 mg/kg, 超出国家限量标准 (100 mg/kg)^[5] 的 4 倍多, 夏季和冬季油条样品中铝含量也分别达到了 285.33、341.68 mg/kg。

水产类、蔬菜类、豆类坚果类、薯类样品中铝检出也较为普遍, 其中春季蔬菜类样品铝含量为 7.24 mg/kg, 秋季水产品类样品铝含量为 9.23 mg/kg。水果类、蛋类、乳类样品中铝检出较少, 铝含量也均较低。见表 2。

表 1 上海市膳食调查人群地区、性别和年龄分布

Table 1 Regional, age, and gender distributions of residents enrolled in diet survey in Shanghai

年龄组 (岁) Age (Years)	城市中心地区 Downtown area				城郊结合区 Urban-rural fringe area				远郊地区 Rural area				合计 Total			
	男	女	小计	构成比 (%)	男	女	小计	构成比 (%)	男	女	小计	构成比 (%)	男	女	小计	构成比 (%)
	Male	Female	Subtotal	Proportion	Male	Female	Subtotal	Proportion	Male	Female	Subtotal	Proportion	Male	Female	Subtotal	Proportion
15~	136	131	267	15.27	68	69	137	7.84	76	70	146	8.35	280	270	550	31.46
45~	140	148	288	16.48	69	68	137	7.84	73	80	153	8.75	282	296	578	33.07
60~	152	154	306	17.51	72	71	143	8.18	88	83	171	9.78	312	308	620	35.47
合计 (Total)	428	433	861	49.26	209	208	417	23.86	237	233	470	26.88	874	874	1 748	100.00

表 2 上海市居民代表性膳食样品中铝的平均含量 (mg/kg)

Table 2 Average aluminum concentrations in representative food samples for Shanghai residents

食物种类 (Food category)	春 (Spring)	夏 (Summer)	秋 (Autumn)	冬 (Winter)	
				下限 (Lower limit)*	上限 (Upper limit)*
谷类及其制品 (Grain and grain product)	44.50	13.54	31.55	15.92	16.35
油条 (Deep-fried dough stick)	469.33	285.53	465.83	341.68	341.68
豆类、坚果类及其制品 (Bean, nut, and their product)	6.25	1.78	3.57	1.61	2.01
薯类及其制品 (Potato and potato product)	7.75	1.46	1.24	1.75	2.12
肉类及其制品 (Meat and meat product)	0.32	0.43	0.37	0.77	1.23
蛋及蛋制品 (Egg and egg product)	0.39	0.00	0.38	0.00	0.71
水产及其制品 (Aquatic product)	1.60	4.52	9.23	1.34	1.95
乳及乳制品 (Milk and dairy product)	0.31	0.22	0.31	0.00	0.63
蔬菜类及其制品 (Vegetable and derived product)	7.24	0.54	1.73	0.68	1.27
水果类及其制品 (Fruit and derived product)	0.31	0.00	0.36	0.00	0.63
糖及糖制品 (Sugar and sugar product)	—	3.88	0.83	11.00	11.14
饮料及水 (Drink and water)	1.03	0.40	0.66	0.39	0.89
酒类 (Liquor)	7.20	1.06	2.53	0.68	0.88
平均值 (Mean)	6.99	2.32	4.40	2.85	3.31

[注]*: 未检出值分别以 0 和 LOD 计, 分别为膳食暴露的下限和上限值。
[Note]*: Not-detected value is counted respectively as 0 and LOD for lower limit and upper limit of dietary exposure.

2.3 居民膳食消费量

根据膳食调查结果聚类出的13种食物大类,计算经过膳食加工后食用前的食物消费量。本市居民不同季节除调味品以外的每日食物消费总量为2 000~2 400 g,其中夏季膳食消费量最高,为2 357.71 g;秋季最低为2 034.66 g。消费量前三位的分别为饮料及水、谷类和蔬菜类。

本市居民不同季节每日谷类消费量差异有统计学意义($F=3.51, P<0.05$);经两两比较,春季谷类消费量高于冬季($P<0.05$),其他季节之间无差异。其中,不同季节油条消费量也有不同,春季油条消费量(6.76 g/d)高于其他三个季节(均 <5 g/d)($F=3.82, P<0.05$)。不同地区居民油条的消费量也有不同,无论哪个季节,城市中心地区居民的油条消费量均高于城郊结合地区和远郊地区居民($F=20.59、8.89、24.19、13.14$,均 $P<0.01$);城郊结合地区与远郊地区无差异。春季、秋季城市中心地区居民油条消费量分别达7.98、7.69 g/d,城郊结合地区和远郊地区居民的油条消费量均不到其一半。见表3。

表3 上海市15岁及以上居民四季每日膳食平均消费量(g/d)
Table 3 Seasonal average daily dietary consumption in residents aged 15 years or above in Shanghai

食物种类 Food Category	春 Spring	夏 Summer	秋 Autumn	冬 Winter
谷类及其制品 Grain and grain product	488.41	444.77	445.87	424.18*
油条 Deep-fried dough stick	6.76	3.89*	4.93*	3.89*
城市中心地区 Downtown area	7.98	5.24	7.69	5.50
城郊结合地区 Urban-rural fringe area	2.24#	2.78#	3.20#	2.57#
远郊地区 Rural area	3.40#	2.43#	1.48#	2.12#
豆类、坚果类及其制品 Bean, nut, and their product	95.22	60.57	67.92	64.59
薯类及其制品 Potato and potato product	22.42	19.57	24.84	27.04
肉类及其制品 Meat and meat product	119.18	111.59	123.75	129.41
蛋及蛋制品 Egg and egg product	39.67	43.02	35.60	35.06
水产及其制品 Aquatic product	76.39	84.61	78.29	72.42
乳及乳制品 Milk and dairy product	80.14	87.43	89.17	87.46
蔬菜类及其制品 Vegetable and derived product	393.50	275.25	292.98	289.19
水果类及其制品 Fruit and derived product	92.03	213.62	95.54	95.88
糖及糖制品 Sugar and sugar product	0.36	0.39	0.91	0.98

续表3

食物种类 Food Category	春 Spring	夏 Summer	秋 Autumn	冬 Winter
饮料及水 Drink and water	819.86	999.39	764.39	940.83
酒类 Liquor	22.98	17.52	15.41	7.17
合计 Total	2250.16	2357.71	2034.66	2174.20

[注]*:与春季比较, $P<0.05$ 。#:与城市中心地区比较, $P<0.01$ 。
[Note]*: Compared with spring, $P<0.05$. #: Compared with downtown area, $P<0.01$.

2.4 居民膳食铝摄入量

本市15岁及以上居民春季膳食铝摄入量最高,秋季次之,均高于夏、冬两季。春季每周膳食平均铝摄入量为1.39 mg/kg,秋季为0.72 mg/kg(均以每kg体重计,后同),均未超过PTWI。春、秋两季膳食铝摄入量的 $P_{97.5}$ 为4.79、3.77 mg/kg,分别为PTWI的2.40、1.88倍;且分别有14.28%和6.18%的居民膳食铝摄入量超过PTWI。夏季和冬季也均有2%左右的居民膳食铝摄入量超出PTWI。见表4。

由图1可知,不同季节本市居民膳食铝摄入的来源差异无统计学意义($\chi^2=0.35, P>0.05$),主要来源均为谷类、蔬菜类、饮料及水,三大类食物的贡献率合计均在85%左右。其中膳食铝摄入来源于谷类的最多,四季贡献率范围为52%~70%,均 $>50%$;蔬菜类、饮料及水的贡献率次之,分别为10%~28%、6%~17%。进一步分析膳食铝摄入来源于谷类中各种食物的贡献构成,由图2可见,油条的贡献比例均超过50%,其他以面条、馒头等面制品为主,而来源于米饭的膳食铝摄入较少。

2.5 不同地区居民膳食铝摄入量

表4显示,不同地区居民膳食铝摄入量存在差异,不同季节城市中心地区居民膳食铝摄入量均较远郊地区居民高。春季城市中心地区居民每周膳食铝摄入量均值达1.52 mg/kg,高于城郊结合地区居民的1.07、0.94 mg/kg(均以每kg体重计)。春季城市中心地区居民每周膳食铝摄入量的 $P_{97.5}$ 达5.27 mg/kg,是PTWI的2.64倍;共有21.29%的居民膳食铝摄入量超出PTWI。春季城郊结合地区、远郊地区居民膳食铝摄入量略低,但也分别有9.17%和7.16%的居民膳食铝摄入量超出PTWI。

城市中心地区居民膳食铝摄入的主要来源为谷类,对铝摄入贡献比例达54.94%,其中油条的铝摄入贡献比例达56.90%;而城郊结合地区、远郊地区居民谷类的铝摄入贡献比例均在40.00%以下。

表 4 上海市不同地区 15 岁及以上居民每周膳食中铝摄入量及与 PTWI 比较

Table 4 Weekly intake of dietary aluminum compared to PTWI in residents aged 15 years or above in different regions in Shanghai

季节 Season	地区 Region	摄入量 (μg/kg, 以每 kg 体重计) Intake (μg/kg, bodyweight)			占 PTWI 的比例 (%) Proportion to PTWI		超出 PTWI 的居民比例 (%) Proportion of residents exceeding PTWI
		$\bar{x}$	95%CI	$P_{97.5}$	$\bar{x}$	$P_{97.5}$	
春 Spring	全市 Total	1389.04	1303.39~1474.69	4791.98	69.45	239.60	14.28
	城市中心地区 Downtown area	1520.91	1409.93~1631.89	5269.67	76.05	263.48	21.29
	城郊结合地区 Urban-rural fringe area	1074.50	952.44~1196.56	3898.67	53.73	194.93	9.17
	远郊地区 Rural area	939.59	840.72~1038.45	3537.01	46.98	176.85	7.16
夏 Summer	全市 Total	509.42	457.24~561.60	1923.80	25.47	96.19	2.03
	城市中心地区 Downtown area	538.83	472.28~605.38	1931.67	26.94	96.58	2.45
	城郊结合地区 Urban-rural fringe area	458.84	378.37~539.31	2090.31	22.94	104.52	2.05
	远郊地区 Rural area	382.82	299.63~466.01	1699.76	19.14	84.99	1.28
秋 Autumn	全市 Total	716.64	597.97~835.31	3767.45	35.83	188.37	6.18
	城市中心地区 Downtown area	797.22	645.92~948.52	3868.88	39.86	193.44	9.53
	城郊结合地区 Urban-rural fringe area	574.74	352.22~797.26	2774.31	28.74	138.72	4.05
	远郊地区 Rural area	361.57	279.57~443.58	1991.35	18.08	99.57	2.04
冬(下限) Winter(Lower limit)	全市 Total	349.90	292.89~406.92	1808.02	17.50	90.40	1.56
	城市中心地区 Downtown area	396.55	323.72~469.37	1885.82	19.83	94.29	1.88
	城郊结合地区 Urban-rural fringe area	225.43	164.52~286.34	1401.18	11.27	70.06	1.49
	远郊地区 Rural area	188.66	131.34~245.97	1088.19	9.43	54.41	1.03
冬(上限) Winter(Upper limit)	全市 Total	518.34	458.81~577.87	1931.46	25.92	96.57	1.91
	城市中心地区 Downtown area	564.86	488.71~641.01	2026.47	28.24	101.32	2.46
	城郊结合地区 Urban-rural fringe area	413.97	351.55~476.39	1516.87	20.70	75.84	1.79
	远郊地区 Rural area	336.51	280.79~392.23	1245.23	16.83	62.26	1.03

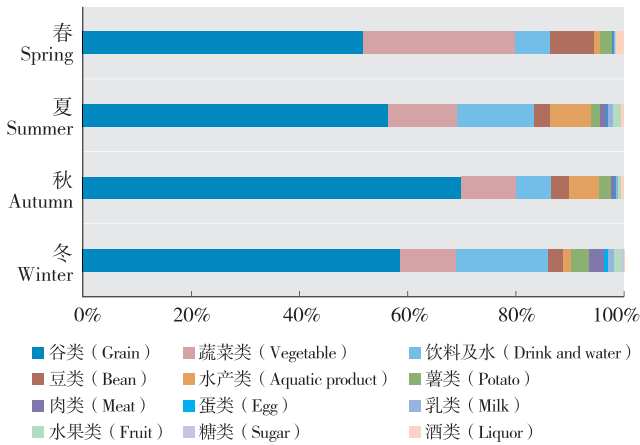


图 1 上海市 15 岁及以上居民膳食铝摄入的来源构成

Figure 1 Sources of dietary aluminum intake in residents aged 15 years or above in Shanghai

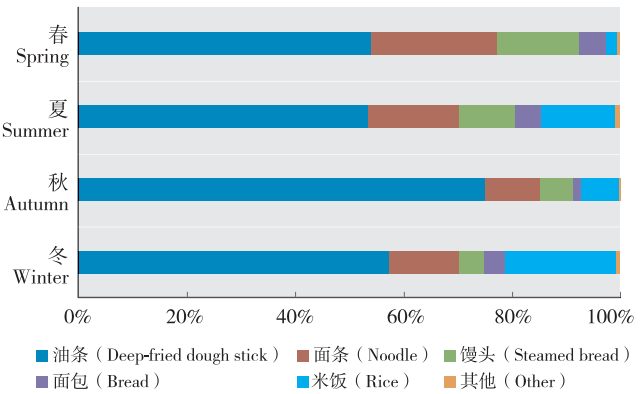


图 2 上海市 15 岁及以上居民膳食铝摄入来源于谷类中的各种食物构成

Figure 2 Sources of dietary aluminum intake from grains and their products in residents aged 15 years or above in Shanghai

2.6 不同性别、年龄居民膳食铝摄入量

各个季节不同性别居民膳食铝摄入量均无明显差异。

男性与女性、3个年龄组居民每周膳食铝摄入量均在1.3~1.4 mg/kg(以每kg体重计)范围,各组超过PTWI比例均较接近。春季男性、女性膳食铝摄入的 $P_{97.5}$ 分别为5.26、4.70 mg/kg(以每kg体重计),分别占PTWI的2.63、2.35倍;超过PTWI居民比例均约为14%,其余3个季节均低于春季。

3 讨论

上海市谷类及其制品中铝含量较其他各类食品高,主要是该类食品中包含了油条、馒头、面条等较常使用含铝添加剂的面制品,尤其是在油条样品中检出铝含量超出国家限量标准近4倍,而米饭样品中铝检出值较低。我国面制品是食源性铝暴露的最主要来源,面制品中的铝主要来源于含铝食品添加剂。硫酸铝钾、磷酸铝钠等含铝食品添加剂按照GB 2760—2014规定可以“按生产需要适量使用”,虽然规定了干品中铝的残留量必须 ≤ 100 mg/kg,但“按生产需要适量使用”可能存在滥用的隐患,应加强对面制品中铝含量的监管。

上海市15岁及以上居民不同季节膳食铝摄入量存在差异,其中春季膳食铝摄入量最高,每周膳食铝摄入量平均值为1.39 mg/kg(以每kg体重计),为JECFA规定的PTWI的2/3,略低于我国居民膳食铝平均摄入量(1.795 mg/kg)^[8],高于美国(0.96 mg/kg)^[9]、加拿大(0.76 mg/kg)^[10]和欧洲、澳洲等一些发达国家(英国0.50 mg/kg、法国0.28 mg/kg、澳大利亚0.25 mg/kg,均以每kg体重计)和我国香港地区(0.60 mg/kg)^[11-14]。我国广东省、成都市曾报道居民仅来源于面制品的膳食铝摄入量为0.70 mg/kg^[15]和0.71 mg/kg^[16],按本次评估中谷类及其制品对膳食铝摄入的贡献比例占一半以上,与该市居民的膳食铝摄入水平相当。

上海市居民在不同季节膳食铝摄入量均有不同比例超出PTWI,尤其春季全市共有14.28%的15岁及以上居民膳食铝摄入超出PTWI,存在着对人体健康造成危害的风险。此现象在全国十分普遍,我国全人群膳食铝摄入量超出PTWI的比例达32.5%^[8],本市及全国均应着力加强铝致人体健康危害的风险控制。

从膳食铝摄入的来源分析,上海市居民膳食铝摄入来源于谷类的占一半以上,而其中超量使用含铝食

品添加剂的油条贡献比例又达到了53%~75%,结合本市居民春季油条消费量显著高于其他3个季节,春季油条样品中铝含量检出值较高,这也是春季膳食铝摄入量高于其他季节的主要原因之一。上海市居民各季节蔬菜类、饮料及水的消费量均显著高于其他各类食品,故膳食铝摄入来源中,蔬菜类、饮料及水贡献率仅次于谷类,分别为10%~28%、6%~17%。而一些发达国家和地区膳食铝摄入的来源不同,美国主要来源于谷类和水产类,贡献率分别为49%和20%;英国主要来源于谷类及饮料类,贡献率分别为42%和34%;而我国香港地区膳食铝摄入来源于饮料及水(33%)、谷类(18%),蔬菜(13%)。相比较而言,上海市除了应迫切控制谷类、尤其是油条等面制品摄入的铝之外,蔬菜中铝摄入的贡献率较发达国家和地区高,对蔬菜中铝的污染也应引起足够重视。

此外,不同季节城市中心地区居民膳食铝摄入量均较远郊地区居民高,尤其是春季共有21.29%的城市中心地区居民每周膳食铝摄入量超出PTWI,而其他地区居民每周膳食铝摄入量超出PTWI的比例均不到10.00%。城市中心地区居民膳食铝摄入来源于谷类的比例高于城郊结合地区、远郊地区居民,而上海市城市中心地区居民油条消费量大可能是造成膳食铝摄入量较其他地区居民高的主要原因。加大对食品添加剂的监管,尤其是对街头摊贩的监管对减少上海市居民铝摄入将会起到关键作用;应提高居民食品安全意识,减少含铝油条的食用频率和消费量,使其自觉控制膳食铝的摄入,从而预防铝对人体健康造成危害的风险。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献

- [1] 傅洪军. 铝的神经毒性与老年性痴呆的研究进展[J]. 国外医学(卫生学分册), 2001, 28(6): 337-341.
- [2] Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Evaluation of certain food additives and contaminants: WHO Technical Report Series 947[R]. Geneva: FAO/WHO, 2007.
- [3] Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Summary and conclusion: JECFA/74/SC[R]. Geneva: FAO/WHO, 2011.
- [4] 李筱薇, 吴永宁, 陈君石. 中国总膳食研究二十年的发展演变[J]. 中华流行病学杂志, 2011, 32(5): 456-459.
- [5] 食品安全国家标准 食品添加剂使用标准: GB 2760—2014

- [S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- [6] 刘建华, 金水高. 复杂抽样调查总体特征量及其方差的估计[J]. 中国卫生统计, 2008, 8(25): 377-379.
- [7] 王绪卿, 吴永宁, 陈君石. 食品污染监测低水平数据处理问题[J]. 中华预防医学杂志, 2002, 36(4): 278-279.
- [8] 国家食品安全风险评估专家委员会. 中国居民膳食铝暴露风险评估: No.2011-002[R]. 北京: 国家食品安全风险评估专家委员会, 2012.
- [9] Egan SK, Tao SS, Pennington JA, et al. US food and drug administration's total diet study: intake of nutritional and toxic elements, 1991-96[J]. Food Add Cont, 2002, 19(2): 103-125.
- [10] Health Canada. Average dietary intakes of trace elements for Canadians in different age/sex groups for Total Diet Study in 2007[EB/OL]. [2016-04-05]. http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/surveill/total-diet/intake-apport/chem_age-sex_chim_2007-eng.php.
- [11] Hong Kong Food and Environmental Hygiene Department. The First Hong Kong Total Diet Study: Metallic Contaminants[R]. Hong Kong: Centre for Food Safety, Food and Environmental Hygiene Department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region, 2013.
- [12] Food Standards Australia New Zealand. 23rd Australian Total Diet Study[R/OL]. [2016-03-01]. <http://www.foodstandards.gov.au/publications/Pages/23rdaustriantotald5367.aspx>.
- [13] Rose M, Baxter M, Brereton N, et al. Dietary exposure to metals and other elements in the 2006 UK total diet study and some trends over the last 30 years[J]. Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess, 2010, 27(10): 1380-1404.
- [14] Arnich N, Sirot V, Rivière G, et al. Dietary exposure to trace elements and health risk assessment in the 2nd French Total Diet Study[J]. Food Chem Toxicol, 2012, 50(7): 2432-2449.
- [15] 蒋琦, 黄琼, 梁旭霞, 等. 广东省居民面制食品中铝的暴露评估研究[J]. 中国食物与营养, 2012, 18(4): 14-17.
- [16] 彭桢, 李晓辉, 王瑶, 等. 成都市面制食品中铝含量及人群暴露量[J]. 预防医学情报杂志, 2013, 29(11): 972-974.

(收稿日期: 2016-03-24)

(英文编辑: 汪源; 编辑: 丁瑾瑜; 校对: 洪琪)

【告知栏】

《环境与职业医学》杂志2016年1月1日至6月25日审稿专家名单

(按姓氏汉语拼音首字母顺序排列)

白云	常秀丽	陈波	陈春晖	陈健	陈仁杰	陈卫红	崔红梅	崔留欣	戴俊明
戴自祝	单晓梅	单正军	邓芙蓉	丁钢强	丁锦春	丁克颖	丁振华	段丽菊	冯晴
傅华	高建军	高林峰	顾沈兵	顾友直	关里	郭红卫	郭新彪	韩春姬	郝武平
何云	洪峰	胡天锡	黄金祥	黄丽红	贾光	贾晓东	姜岳明	金辉	金克峙
金泰虞	金锡鹏	荆涛	居丽雯	阚海东	柯跃斌	兰东	李枫	李健	李锐
李卫东	李新建	厉曙光	连玉龙	梁艺怀	梁友信	林立	林忠宁	刘继文	刘烈刚
刘冉	刘扬	卢坚	鲁彦	陆荣柱	吕斌	罗春燕	毛丽君	毛翎	孟紫强
聂继盛	牛侨	潘希和	浦跃朴	阮国洪	邵静	沈茜	沈孝兵	施榕	帅怡
宋宏	宋琦如	宋瑞金	宋伟民	孙道远	孙品	谈建国	唐萌	童建	万伟国
汪国权	汪作为	王德军	王海兰	王华	王焕强	王丽敏	王美林	王文静	王忠旭
王祖兵	卫平民	邬春华	邬堂春	吴辉	吴立明	吴庆	吴炜	伍一军	谢吉民
邢鸣鸾	徐东群	徐望红	徐兆发	许小幸	薛鹏	杨婧	杨克敌	杨立学	杨旭
姚耿东	姚三巧	殷浩文	余善法	余晓丹	虞慧婷	虞精明	袁晶	翟成凯	詹绍康
张慧东	张娟	张胜年	张晓峰	张艳淑	张玉彬	张蕴晖	张增利	张正东	章敏华
赵斌	赵金垣	赵金镯	赵一鸣	郑钧正	郑频频	庄志雄	周峰	周基元	周志俊
周紫垣	朱仁义	朱益民	邹昌洪						