

营养健康新观察

No. 58

二〇二〇年十二月

December 2020

NUTRITION NEWSLETTER

达能营养中心通讯

碘与营养
专题



达能营养中心
致力营养与健康

营养健康新观察

主办单位：达能营养中心

名誉编辑：王 宇

主 编：陈君石 副主编：梁晓峰 杨月欣

委 员（按姓氏笔画顺序）：

丁钢强 马冠生 马爱国 孙建琴

田向阳 汪之瑛 苏宜香 杨晓光

张国雄 张立实 易国勤 程义勇

蔡 威

本期责任编辑：杨晓光 张国雄

责任校对：许 妍



达能营养中心
致力营养与健康

Nutrition Newsletter

Sponsorship: Danone Institute China

Honorary Chief Editor: Wang Yu

Chief Editor: Chen Junshi

Associate Editor: Liang Xiaofeng, Yang Yuexin

Committeeman:

Ding Gangqiang, Ma Guansheng, Ma Aiguo, Sun Jianqin,

Tian Xiangyang, Wang Zhixu, Su Yixiang, Yang Xiaoguang

Zhang Guoxiong, Zhang Lishi, YiGuoqin, Cheng Yiyong

Cai Wei

Executive Editor: Yang Xiaoguang, Zhang Guoxiong

Executive Proofreader: Xu Yan



目次

CONTENT



编者寄语	03	Speech from Editor
关注碘营养，预防碘缺乏和碘过量	03	Pay attention to iodine nutrition, prevent iodine deficiency and iodine excess
达能营养中心工作简讯	05	News from Danone Institute China
2016年“达能营养中心膳食营养研究与宣教基金”介绍（1）	05	On-going Project introduction of “Danone Institute China Diet Nutrition Research & Communication Grant” in 2016 (1)
学术报告厅	08	Science Reports
上海市居民碘营养及膳食碘摄入状况综合评估	08	Comprehensive assessment of iodine nutrition and dietary iodine intake in Shanghai residents
妊娠期妇女尿碘适宜界限值的研究	18	Evaluation of median urinary iodine concentration cut-off for defining iodine deficiency in pregnant women after a long term USI in China
不同人群碘安全水平基础与应用研究进展	25	Research progress of basic and applied research on iodine safety level in different populations
加工食品碘盐使用对中国人群碘摄入影响的研究	30	Study of the effect of iodized salt utilization in processed foods on the iodine intakes in Chinese residents
达能焦点论坛	39	Danone Focusing Forum
中国居民碘营养状况评估	39	Assessment of iodine nutritional status of Chinese residents

解读“2017-2018年全国生活饮用水碘含量调查报告”

47

Interpretation of "2017-2018 National Survey Report on Iodine Content of Drinking Water"

最新情报站

50

New Development in Nutrition

中国孕妇碘营养状况评价

50

Evaluation of iodine nutritional status among pregnant women in China

2018年台湾北部某城区孕妇碘营养状况

52

Iodine nutritional status of pregnant women in an urban area of northern Taiwan in 2018

美国育龄妇女碘营养状况调查

54

A Review of Iodine Status of Women of Reproductive Age in the USA

巴西学龄儿童碘营养状况：全国横断面调查

56

Iodine Status of Brazilian School-Age Children: A National Cross-Sectional Survey

评价人群碘状况的标志物在人群碘状况分类中的一致性：系统综述

58

Agreement between markers of population iodine status in classifying iodine status of populations: a systematic review

会讯

60

Congress

征订表

61

Subscription

DANONE

编者寄语

Speech from Editor

关注碘营养， 预防碘缺乏和碘过量

Pay attention to iodine nutrition, prevent iodine deficiency and iodine excess

碘是维持甲状腺功能和人体健康的重要微量营养素，长期碘缺乏和碘过量均会对人体健康造成危害，常见的碘缺乏危害包括甲状腺功能异常、甲状腺肿大和地方性克汀病等；常见的碘过量危害包括甲状腺功能异常、甲状腺肿大和免疫性甲状腺炎等。碘过量引起甲状腺癌的证据不充分。碘缺乏病曾是我国面临的严重公共卫生问题。据 20 世纪 70 年代调查，我国各省、自治区、直辖市（除上海）市均有不同程度的碘缺乏病流行，全国有地方性甲状腺肿（地甲肿）患者近 3500 万人，地方性克汀病患者 25 万人。20 世纪 90 年代实施普遍食盐加碘（USI）政策前，全国 1778 个县有碘缺乏病的流行，地方性甲状腺肿病人 776 万，典型的地方性克汀病人 18.8 万。出生和生活在碘缺乏地区的人群受到碘缺乏所致的不同程度的智力损害，碘缺乏地区学龄儿童的智商低于碘充足地区的儿童智商。

上世纪 50 年代以来，我国在部分病区开始了食盐加碘，至 1985 年，全国 29 个病区省份中，18 个省份的病区普及了加碘食盐，5 个病区省份碘盐供应量达 90% 以上，使严重流行的碘缺乏病得到了有效控制，但距离消除还有较大差距。1991 年我国政府在联合国《儿童生存、保护和发展世界宣言》上签字，做出了中国到 2000 年消除碘缺乏病的承诺。1993 年国务院召开了“中国 2000 年实现消除碘缺乏病目标动员会”，通过了《中国 2000 年消除碘缺乏病规划纲要》，采取了以普遍食盐加碘为主的防治策略，随后又颁布了《食盐加碘消除碘缺乏危害管理条例》和《食盐专营办法》等法规，使碘缺乏病的防治有了可靠的法律保障。到 2000 年，我国在国家水平上达到了基本消除碘缺乏病阶段目标；2010 年，我国 28 个省（区、市）实现了消除碘缺乏病目标，西藏、盐青海、新疆实现了基本消除碘缺乏病目标；2015 年底，根

据《全国地方病防治“十二五”规划》终期考核评估结果，全国94.2%的县实现了消除碘缺乏病目标。普遍食盐加碘干预措施的实施不仅使我国基本上消除了碘缺乏病，而且极大地改善了人群碘营养不良的状况。

目前，我国碘缺乏病防治工作面临双重任务。一方面，我国碘缺乏病的防治任务较以前更加艰巨和复杂。首先，由于食盐加碘防治措施得到有效落实，因碘缺乏所致严重疾病—克汀病和地甲肿已较为罕见，群众对碘缺乏危害认识不够，防治意识逐渐淡化；其次，随着盐业体制改革的推进，市场上供应食盐种类增多，居民更容易购买到未加碘食盐。另一方面，我国有世界上已知范围最大的水源性高碘地区，生活在这些地区的居民会受到甲状腺肿、亚临床甲状腺功能减退、自身免疫性甲状腺炎等高碘的危害。

本期《营养健康新观察》以碘与营养为主题，介绍近年国内外学者在碘营养领域的研究新进展。所选文章涉及人群碘摄入量评估、加工食品碘盐使用对人群碘摄入量的影响、特殊人群碘安全水平、全国生活饮用水碘含量调查，同时探索了新时期适合我国孕妇尿碘界值的评价标准。结合国外最新研究，本期报道在一定程度上反映了这一研究领域的最新发展趋势，旨在提高大家对碘营养的认识，关注碘缺乏和碘过量，维持机体碘营养的适宜状态。



杨晓光

卫生部营养专业标准委员会主任委员
国家营养食物咨询委员会副主任委员
国家农业转基因生物安全委员会副主任委员
国务院食品安全委员会专家委员会委员
中国营养学会副理事长
达能营养中心科学委员会委员

2016 年“达能营养中心膳食营养研究与宣教基金”介绍(1)

On-going Project introduction of “Danone Institute China Diet Nutrition Research & Communication Grant” in 2016 (1)

学龄儿童钠摄入量调查及减钠干预措施研究

Study on the school-aged students for the survey of sodium intake and intervention of sodium reduction

申请人姓名：杨明亮

申请人工作单位：中国学生营养与健康促进会

资助金额：20 万

国外的一些研究显示，早年血压较高者长大后更易患高血压，越来越多证据表明，钠盐摄入对于调节儿童血压也起重要作用。调查显示，学龄儿童营养知识知晓率普遍偏低，对预包装食品营养标签认识度更低，预包装食品已成为学龄儿童膳食的组成部分，这部分食物钠的含量也不容忽视。对学龄儿童加强营养教育，引导其通过食品营养标签选择低钠零食，培养低钠饮食习惯和健康行为显得尤为重要。

采用随机整群抽样方法，选取 6 所小学校，以 4-5 年级学龄儿童为研究对象，并按照不同班分成两组，即干预组和对照组。对包括家庭基本信息、3 天 24 小时膳食回顾、基础营养知识和健康信息，以及预包装食品采购食用情况等内容进行问卷调查。对调查问卷进行录入、分析，借助《中国食物成分表》等工具，计算学龄儿童钠摄入量，了解学龄儿童钠

摄入的主要来源。对 6 所学校干预组学龄儿童开展减钠宣传教育。项目组组织专家设计编写统一宣传教育课件，在学校健康教育课堂上，教师可以采取讲授、开展教育实践和主题活动等多种形式传授课件内容。

6 所学校干预组对象进行为期一学期的减钠教育干预后，再次进行问卷调查，调查问卷同样分为学龄儿童和家长两部分，通过对照组和干预组的基线数据和评估数据的对比分析，对学龄儿童健康教育效果和减钠干预措施进行评价，并提出下一步工作的改进措施。通过营养健康知识的学习，培养学龄儿童健康素养，以食品营养标签为指导，减少钠的摄入量，降低慢性病患病风险，发表学术论文 1-2 篇。

本项目拟在调查学龄儿童钠摄入量及其主要来源的基础上，通过对学龄儿童进行以预包装食品营养标签解读和正确使用为主的健康教育干预，引导学龄儿童从小培养其良好饮食习惯和健康行为，通过食品营养标签选择低钠零食，减少高钠零食摄入，达到控盐和预防高血压等相关慢性病的目的。

中国居民钠摄入状况与健康风险评价及趋势

Study of assessment on the sodium intake and health risk among adults in China

申请人姓名：张继国

申请人单位：中国疾病预防控制中心营养与健康所

资助金额：20 万

钠是人体中一种不可缺少的常量元素。钠的生理功能主要是调节细胞外液、维持酸碱平衡和正常血压。研究发现，

长期钠摄入过多会引起高血压、心血管疾病和脑卒中等慢性病的发生，并可增加胃癌和结肠癌的危险性。而减少钠摄入量可以降低血压以及与此相关的慢性病风险。少数研究也发现，减少钠摄入量可能对人群健康产生负效应，如血脂、儿茶酚胺水平和肾功能。所以，钠摄入量的评价及其对人群血压水平和高血压等慢性病的影响仍然是现阶段的重要研究方

向。目前，有关人类钠需要量的研究资料十分有限，且无足够的研究数据确定钠的平均需要量。我国关于这方面的研究资料也较缺乏。本研究拟采用 1991–2015 年“中国健康与营养调查”的纵向追踪数据，评价我国居民膳食钠的摄入状况、食物来源及变化趋势。建立多水平混合效应模型，分析

不同钠摄入量对血脂、血压水平和高血压等慢性病的长期影响，评估钠摄入量过高或过低对于人群健康的风险效应。应用重复测量数据 ROC 曲线分析法来确定预防高血压的适宜切点值，并探讨不同研究方法在评估钠营养状况的差异，从而为我国居民钠需要量研究提供重要的科学依据。

我国哺乳期妇女碘的平均需要量（EAR）及推荐摄入量（RNI）的研究

The research on iodine EAR and RNI in Chinese lactating

申请人姓名：桑仲娜

申请人单位：天津医科大学

资助金额：20 万

我国碘盐浓度的下调导致当前哺乳期妇女面临碘缺乏的风险。明确乳母营养水平，并依据相应标准调整乳母碘摄入，保障其适宜的营养水平是当前亟需解决的公共卫生问题。目前我国尚缺乏乳母碘平均需要量（EAR）和推荐摄入量（RNI）

的直接研究资料。鉴于此，课题组在前期成人碘平衡试验系列工作基础上拟进行：1. 我国成年女性碘平衡试验，2. 婴儿称重实验；利用项目组建立的 ICPMS 技术测定乳汁、食物等样本碘含量。在上述两个实验基础上，以本国人群直接的证据资料推导中国乳母碘 RNI。本研究以保障哺乳期妇女及其子代健康为目的，为我国乳母碘 RNI 的修订提供直接证据，也为哺乳期科学补碘和今后的食盐补碘政策（USI）科学、合理地实施提供科学依据。

生命早期营养不良与中老年期认知功能障碍的相关性研究

The Correlation Study between Early-life Malnutrition and Cognitive Dysfunction in Middle-aged/old People

申请人姓名：席元第

申请人工作单位：首都医科大学

资助金额：20 万

生命早期营养对成年期健康的影响备受关注，已知生命早期营养不良与成年期慢性病的高发密切相关，但对中老年期认知功能的影响尚处于研究起步阶段。由于以认知功能障碍为特征的阿尔茨海默病（AD）等神经退行性疾病的发病原因及确切机制尚不明确，生命早期营养的提出，为寻找认知障碍发生和发展的可能原因提供了全新的探索领域。本研究拟在前期建立的以 AD 为结局的双向队列的基础上，采用横断面研究和巢式病例对照研究，将生命早期营养假设为影响中老年期认知功能的源头因素，通过营养流行病学方法以及

多元统计分析法（如 Lasso 法等），探索生命早期营养不良暴露及其相关的成年期慢性病和不合理膳食模式与中老年期认知功能障碍的相关性及其交互作用，找出生命早期营养对中老年期认知功能的潜在影响以及可能的影响因素。旨在证明“生命早期营养不良暴露人群更倾向于成年期高胆固醇摄入等不合理的膳食结构和饮食习惯，而不合理膳食相关的成年期慢性病与中老年期认知障碍的高发密切相关，其机制可能与机体炎症和免疫损伤有关”这一研究假设。从疾病源头角度，为中老年认知功能障碍相关神经退行性疾病的防治研究提供新思路，也为下一步围产期妇幼营养保健，生命早期营养不良暴露婴幼儿期喂养以及成年期膳食模式改善等方面的研究及营养宣教，提供基础数据和科学依据。

全谷物 – 发芽糙米对糖尿病人群的干预效果及机制研究

Intervention of diabetes patients with whole grains-germinated brown rice and its mechanisms

申请人姓名：单毓娟

申请人工作单位：哈尔滨工业大学

资助金额：20 万

近 30 年来，我国居民谷类消费量逐年下降并以食用精白米和精白面为主；谷类过度精加工导致 B 族维生素、矿物质和膳食纤维丢失而引起摄入量不足，从而增加慢性非传染性疾病的发病风险。为此，2016 年新版《中国居民膳食指南》大力提倡“全谷物膳食”模式。

研究证实全谷类糙米可以降低代谢综合征、糖尿病等发病风险；然而糙米在蒸煮性能及口感上的缺陷而使其难以被广泛接受和食用。发芽糙米在改善糙米口感、提高营养成分和利用率等方面具有极大优势。国外研究表明发芽糙米在降血脂、调节血糖及抗癌等方面均具有良好的作用。蔡云清教授在国内率先开展了发芽糙米对高血脂人群的干预研究，结果发现 80.9% 受试患者的血脂明显改善。而我国有关发芽糙米对糖尿病人群的干预研究尚未见报道。发芽糙米中富含的 B 族维生素、膳食纤维以及酚类物质进入机体后被肠道菌群

代谢为短链脂肪酸（SCFAs），SCFAs 对血糖的调节作用已经证实。由此推测发芽糙米对血糖的改善作用可能涉及肠道菌群及其代谢产物 SCFAs。目前国内外关于发芽糙米如何影响肠道菌群构成及其与血糖调节的关系尚未见报道。本项目拟首先对糖尿病患者进行 3 个月的干预研究，观察发芽糙米对空腹血糖、胰岛素、糖化血红蛋白、血脂及尿酸水平的改善作用。此外，通过对粪便基因组 DNA 的 DGGE 分析，结合相关生物信息学手段对干预前后菌群的相似度、表征指数 Dice coefficient 矩阵及 UPGMA 树状图进行解析。采用 Real-time PCR 技术分析聚糖、膳食纤维降解相关菌群分泌的降解酶，采用气相色谱技术分析发芽糙米的肠道代谢产物——短链脂肪酸的构成及变化；通过以上手段初步探讨肠道菌群在发芽糙米调控血糖中的作用机制。

综上，本项目将为我国居民更好的了解全谷物发芽糙米的营养和健康作用，树立全谷物新观念，调整膳食结构提供科学依据；本项目对于更好地贯彻《中国居民膳食指南》，指导我国居民科学饮食、预防营养相关慢性病，具有重要的理论意义和应用价值。

上海市居民碘营养及膳食碘摄入状况综合评估

Comprehensive assessment of iodine nutrition and dietary iodine intake in Shanghai residents

臧嘉捷, 汪正园, 史泽环, 崔雪莹, 宋琪, 朱珍妮, 吴春峰, 郭常义

上海市疾病预防控制中心, 上海 200336

目的:

评价全面实行食盐加碘 20 余年来上海市居民碘营养及膳食碘摄入状况的变化。

方法:

采用砷铈催化分光光度法测定 1995—2020 年上海市学龄儿童、孕妇、乳母及成年人的尿碘水平, B 超测定学龄儿童的甲状腺容积, 计算甲状腺肿大率; 采用直接滴定法/仲裁法定量检测居民户食盐中碘含量水平; 采用 3d24h 膳食询问调查及调味品称量方法开展膳食调查, 分析全部食用碘盐及全部食用无碘盐情况下各人群碘摄入水平及来源。

结果:

上海市学龄儿童尿碘水平 1995 年为 $72.3 \mu\text{g/L}$, 1997—1999 年为 $214 \sim 231 \mu\text{g/L}$, 2002 年后稳定于 $100 \sim 200 \mu\text{g/L}$, 儿童甲状腺肿大率均低于 5%。孕妇尿碘的中位数为 $126.5 \sim 148.2 \mu\text{g/L}$, 成年人、哺乳期妇女、婴幼儿及育龄妇女的尿碘中位数分别为 138.4 、 $123.1 \sim 131.1$ 、 $150.1 \sim 155.6$ 及 $125.6 \mu\text{g/L}$ 。2001—2009 年居民合格碘盐食用率在 90% 以上, 2010 年开始逐年下降。如全部食用碘盐, 总碘摄入量中位数 7~10 岁、11~13 岁、14~18 岁及 18 岁以上男性分别为 200.3 、 235.5 、 252.7 及 $215.4 \mu\text{g/L}$; 女性分别为 193.0 、 213.8 、 208.3 及 $186.1 \mu\text{g/L}$ 。碘盐在男、女性膳食中贡献率分别为 $51.6\% \sim 54.1\%$ 和 $49.1\% \sim 53.0\%$ 。海带、紫菜及鱼虾类对碘的贡献率分别为 $7.6\% \sim 16.6\%$ 和 $4.5\% \sim 7.4\%$ 。

结论:

20 余年来上海市居民的碘营养状况趋于稳定, 总体处于

适宜和安全的水平, 但孕妇碘营养不足。碘盐是沿海地区膳食碘的主要来源。为保证居民碘的日常需要, 控制居民的碘缺乏风险, 上海地区继续实施食盐加碘的策略仍有必要。

碘是人体必需的微量营养素, 是合成甲状腺激素的主要原料。已有充分的科学证据表明, 碘缺乏和碘过量均会对人体健康造成危害^[1]。碘缺乏病是由于外环境缺碘, 造成人体碘摄入不足而发生的一系列疾病的总称。我国大部分地区外环境几乎都缺碘, 尤其是山区、丘陵、河谷地带、荒漠化地区和河流冲刷地区缺碘较为严重^[2-4]。1970—1980 年我国碘缺乏病普查结果显示, 儿童的甲状腺肿大率(甲肿率) $> 20\%$, 尿碘中位数 $< 50 \mu\text{g/gCr}$, 肉眼可见的甲状腺肿大 3500 万人, 典型的克汀病患者 25 万人, 严重威胁我国人民的健康。预防碘缺乏病最简便、安全、有效的方法是食用碘盐。世界卫生组织(WHO)、联合国儿童基金会(UNICEF)以及国际控制碘缺乏病理事会(ICCID)推荐所有缺碘国家都要实施食盐全部加碘^[5]。

据统计, 在我国实施普遍食盐加碘计划前, 我国受碘缺乏威胁的人口约为 7.27 亿人, 占当时世界受威胁人口的 45%, 分布于全国 31 个省、自治区、直辖市^[6]。1994 年, 我国开始实施普遍食盐加碘, 大规模的全国碘营养监测结果表明, 我国自 2000 年已消除碘缺乏病, 人群碘营养总体处于适宜范围^[7]。WS276—2007《地方性甲状腺肿诊断标准》中规定, 8~10 岁儿童甲肿率超过 5% 为碘缺乏病流行地区。在普遍食盐加碘之前, 监测结果表明上海市不属于碘缺乏病流行地区, 但市民的碘营养水平偏低, 因此, 1996 年 4 月起全面供应加碘食盐。本研究对上海市实行全面食盐加碘 20 年以来居民的碘营养及膳食碘摄入状况进行综合评价。

1. 材料与方法

本研究所用监测数据分为三部分：① 1995—2020 年对上海市学龄儿童、孕妇、乳母等特殊人群及成年人进行的 10 次监测资料，主要监测指标为尿碘水平及儿童甲肿率。② 2001—2020 年共 15 次居民层次的盐碘含量监测资料，主要监测指标为居民碘盐食用率及食用盐中碘水平。③ 2012—2013 年上海市居民膳食碘摄入情况监测资料，主要监测指标为食用碘盐及食用无碘盐情况下各人群碘摄入水平。

1.1 碘营养状况及盐碘监测

1.1.1 对象

按照《碘缺乏病监测方案》中规定的人口比例概率抽样方法 (PPS) 确定 30 个街道 (乡镇)，然后随机抽取 1 所小学，从该小学中随机抽取 40 名 8~10 岁学生，测量甲状腺容积

和尿碘含量，并检测其家中食用盐碘含量。同时，在每个抽取小学所在街道 (乡镇)，抽样检测 20 名孕妇的尿碘含量。

1.1.2 检测方法

甲状腺容积测量采用 B 超法，用 LOGIQ α 50 型和深圳迈瑞 M5 型 B 超仪，检查学生颈部两侧甲状腺的长、宽和厚，并转换成体积。采用砷铈催化分光光度法 (WS/T107—2006) 测定日间随机中段尿的尿碘浓度。家中食用盐的碘含量测定采用直接滴定法，川盐及其他强化食用盐采用仲裁法 (GB/T 13025.7—2012)。

1.1.3 判定和评价标准

按 WS276—2007《地方性甲状腺肿诊断标准》判定，即当 8、9、10 岁学生的甲状腺体积分别超过 4.5、5.0、6.0 mL 时，即判为肿大。尿碘水平判定标准见表 1。

表 1 WHO/ UNICEF/ ICCIDD 推荐的人群碘营养状况评价标准

人群	尿碘中位数 (μg/L)	碘营养状况
儿童和成人	<100	不足
	100~199	适宜
	200~299	超过适宜量 (可能存在较低风险)
	≥300	过量 (存在健康风险)
孕妇	<150	不足
	150~249	适宜
	250~499	超过适宜量
	≥500	过量 (超过了预防和控制碘缺乏所需的量)

食用盐碘含量 2012 年前为 (35±15) mg/kg (20~50 mg/kg)，2012 年食用盐碘含量标准修改后 30mg/kg±30% (21~39mg/kg) 的为合格碘盐；在非高碘地区，居民食用盐碘含量低于 5mg/kg 的为非碘盐；加碘食盐中碘含量低于或超出国家碘含量最新标准的为不合格碘盐。

1.2 膳食碘摄入监测

1.2.1 对象

采用多阶段分层随机抽样方法，在上海市抽取 15 周岁以

上且过去 1 年内，在上海市居住时间累计超过 6 个月的具有代表性的样本人群。

1.2.2 调查方法

2012 年 5—6 月由培训合格的调查员入户进行问卷调查，内容包括家庭基本情况、身体活动等生活方式与行为因素。家庭基本情况调查内容包括家庭成员基本情况、家庭健康环境及经济状况、调查对象一般情况。同时，开展膳食询问调查、家庭调味品称重和家庭就餐人次调查。膳食询问调查 (连

续 3d×24h) 对象为调查户 2 岁及以上家庭成员, 让被调查者回忆调查前 24h 内的进食情况, 记录在家和在外摄入的所有食物, 包括主食、副食、饮用水、零食、水果、酒、饮料等, 连续 3d 入户询问进食情况。家庭调味品调查采用称重法, 调查家庭 3d 内各种食用油、盐、味精等主要调味品详细的消费量, 同时记录调查期间家庭每日用餐人次数。

1.2.3 统计学分析

碘营养状况数据采取尿碘中位数、尿碘水平低于 50 μg/L 或 100 μg/L 的百分比进行统计描述。甲状腺肿大情况、盐碘检测情况采用率进行描述。不同年龄人群膳食碘摄入量包括来自食盐、其他食物及水的碘摄入量。其中假设全人群均

食用碘盐或均食用无碘盐分别计算。膳食碘来源计算方法为不同食物来源的碘占总碘的百分比。

2. 结果

2.1 尿碘水平

2.1.1 8 ~ 10 岁儿童尿碘情况

8 ~ 10 岁儿童的尿碘中位数 1995 年 (食盐加碘之前) 为 72.3 μg/L, 1997—1999 年 (食盐加碘之初) 为 214.3 ~ 231.0 μg/L, 2002 年以后均 < 200.0 μg/L。其中尿碘中位数 < 50 μg/L 及 < 100 μg/L 的比例较低。8 ~ 10 岁儿童的甲肿率均 < 5% (表 2)。

表2 1995—2020 年上海市 8 ~ 10 岁儿童尿碘及甲状腺肿大情况

年份	尿碘中位数 (μg/L)	尿碘<50 μg/L的比例(%)	尿碘<100 μg/L的比例(%)	儿童甲肿率 (%)	
				触诊法	B超法
1995	72.3			1.54	1.57
1997	231			3.9	3.07
1999	214.3			0.83	0.4
2002	173.2	--	--	4.1	4.4
2004	171.4			2.6	0.6
2005	198.1			1.2	0.1
2011	181.7	5.6	16.4	--	0.1
2012	151	5.9	28.1	--	--
2014	179.2	0.4	29.8	--	0.3
2015	171.4	2.8	14.6	--	0.9
2016	191.6	--	--	--	--
2017	195	7.6	23.9	--	2.03
2018	166	4.6	16.3	--	--
2019	181.3	4.9	18.4	--	--
2020	235	2.8	11.3	--	1.55

注: GB 16006—2008 《碘缺乏病消除标准》: 8 ~ 10 岁儿童尿碘中位数 < 100 μg/L 的比例 < 50%, < 50 μg/L 的比例 < 20%

2.1.2 其他人群尿碘情况

2009—2020 年孕妇的碘营养状况不足, 尿碘中位数均 <

150.0 μg/L。成年人、哺乳期妇女、婴幼儿及育龄妇女的碘营养状况适宜 (表 3)。

表3 2009—2020年上海市其他人群尿碘情况

年份	孕妇	成人	哺乳期妇女	婴幼儿	育龄妇女
2009	135.9	138.4	131.1	-	-
2011	139.8	-	123.1	-	-
2012	-	-	-	150.1	125.6
2014	137.4	-	-	-	-
2015	126.5	-	-	-	-
2016	143.2				
2017	151				
2018	129		129.8	155.6	
2019	148.2				
2020	140.9				

注: WHO/UNICEF/ICCIDD 推荐的人群碘营养状况评价标准: 哺乳期妇女: < 100 μg/L 为不足; < 2 岁婴儿: > 100 μg/L 为适宜。

2.1.3 碘盐监测结果

2001—2009 年居民合格碘盐食用率基本在 90% 以上，2010 年开始居民合格碘盐食用率低于 90%，且逐年下降，至 2015 年居民合格碘盐食用率为 66.84%，非碘盐率为 20.91%（表 4）。

表4 2001—2018年上海市居民户碘盐监测情况

年份	碘盐覆盖率 (%)	碘盐合格率 (%)	合格碘盐食用率 (%)	非碘盐率 (%)	中位数 (mg/kg)
2001		合格件数2953件，合格率90.67%			--
2002	94.52	96.74	91.45	5.48	32
2003	95.14	97.35	92.68	4.86	31
2004	94.87	97.12	92.2	5.13	31.2
2005	95.59	97.64	93.39	4.41	31.2
2006	94.18	96.86	91.22	5.82	30.5
2007	90.99	96.99	88.28	9.01	29.6
2008	94.85	97.66	92.67	5.15	31.5
2009	96	98.02	94.11	4	30.5
2010	92.87	95.53	88.75	7.13	29.2
2011	92.1	94.56	87.13	7.9	26.7
2012	90.9	93.42	84.89	9.1	25.7
2013	89.54	92.84	83.14	10.46	25.2

(表4) 续表

年份	碘盐覆盖率 (%)	碘盐合格率 (%)	合格碘盐食用率 (%)	非碘盐率 (%)	中位数 (mg/kg)
2014	83.06	87.43	72.98	16.94	24.4
2015	79.09	84.48	66.84	20.91	24.4
2016	81.09	85.16	69.06	18.91	25
2017	78.77	81.81	64.44	21.23	23.3
2018	69.5	79.6	55.3	30.5	24.7

注: 2001 年仅有碘盐合格率数据

2.1.4 食用碘盐和无碘盐人群尿碘差异

食用碘盐的儿童尿碘中位数为 167.0 $\mu\text{g/L}$, 食用无碘盐儿童的尿碘中位数为 193.5 $\mu\text{g/L}$ 。食用碘盐的孕妇人群尿碘

中位数为 145.4 $\mu\text{g/L}$, 食用无碘盐儿童的尿碘中位数为 125.4 $\mu\text{g/L}$ 。详见表 5、表 6。尿碘分布详见图 1、图 2。

表5 2016年上海市8-10岁学龄儿童食用不同盐时尿碘分布情况

年龄 (岁)	碘盐情况	检查人数 (人)	M (P25, P75) ($\mu\text{g/L}$)	尿碘频数分布 (%)			
				<50	50-100	100-199	≥ 200
8	无碘盐	186	167.0 (109.7,239.0)	7.5	14	40.3	38.2
	碘盐	840	196.0 (128.9,273.0)	5.2	10.7	36.1	48
9	无碘盐	233	167.0 (113.4,254.0)	5.6	17.6	40.3	36.5
	碘盐	953	191.6 (129.0,259.9)	3.2	10.8	39.9	46.2
10	无碘盐	234	178.9 (127.0,262.0)	6	9.4	43.6	41
	碘盐	955	200.5 (133.0,277.0)	4.6	11.6	34	49.7
总体	无碘盐	653	167.0 (113.0,249.0)	6.7	15.2	40.8	37.3
	碘盐	2748	193.5 (129.0,274.1)	4.2	11.1	37.3	47.3
合计		3401	188.0 (126.0,270.0)	4.7	11.9	38	45.4

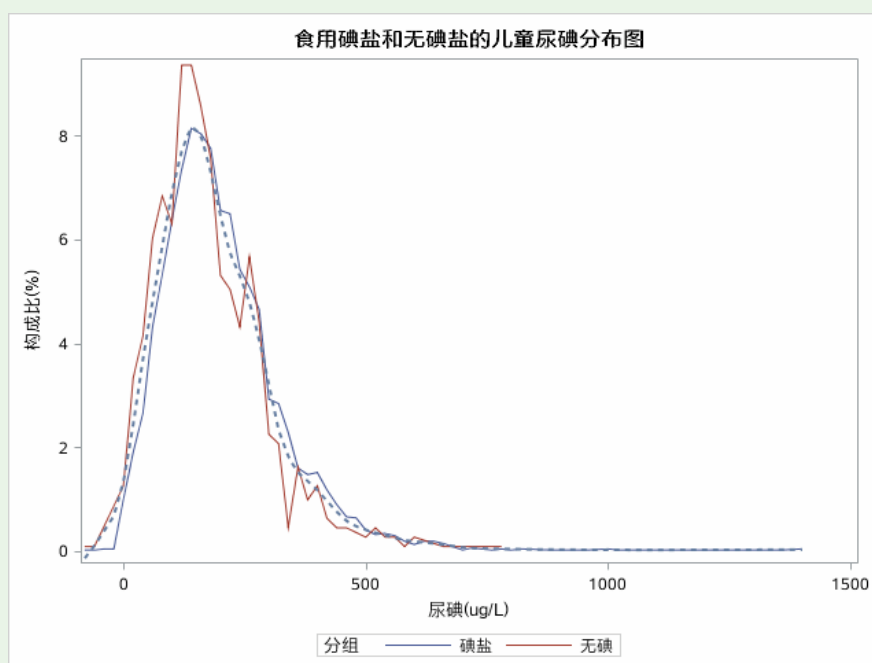


图 1 食用碘盐和无碘盐的儿童尿碘分布图

表6 2016年上海市孕妇食用不同盐情况下尿碘水平分布

食盐分类	年龄 (岁)	样本数 (人)	M (P25, P75) ($\mu\text{g/L}$)	尿碘水平频率分布 (%)				
				<50	50-100	100-150	150-249	≥ 250
非碘盐	<25	18	176.3 (85.3,288.0)	11.1	22.2	16.7	16.7	33.3
	25-30	151	120 (78.0,202.0)	13.3	24.5	23.8	21.9	16.6
	30-35	104	121.2 (84.4,185.0)	5.8	31.7	26.9	25	10.6
	≥ 35	43	132.5 (82.7,251.0)	11.6	18.6	20.9	23.3	25.6
	合计	316	125.4 (80.7,202.3)	10.4	26	24.1	22.8	16.8
碘盐	<25	167	151.0 (82.1,250.0)	8.4	25.8	15.6	25.2	25.2
	25-30	669	144.8 (90.2,232.1)	9.6	20.5	21.8	26.2	22
	30-35	403	146.5 (80.3,228.0)	10.4	20.8	20.6	27.3	20.8
	≥ 35	163	139 (87.0,223.4)	9.2	24.5	20.9	25.8	19.6
	合计	1402	145.4 (87.0,232.2)	9.6	21.7	20.6	26.3	21.8

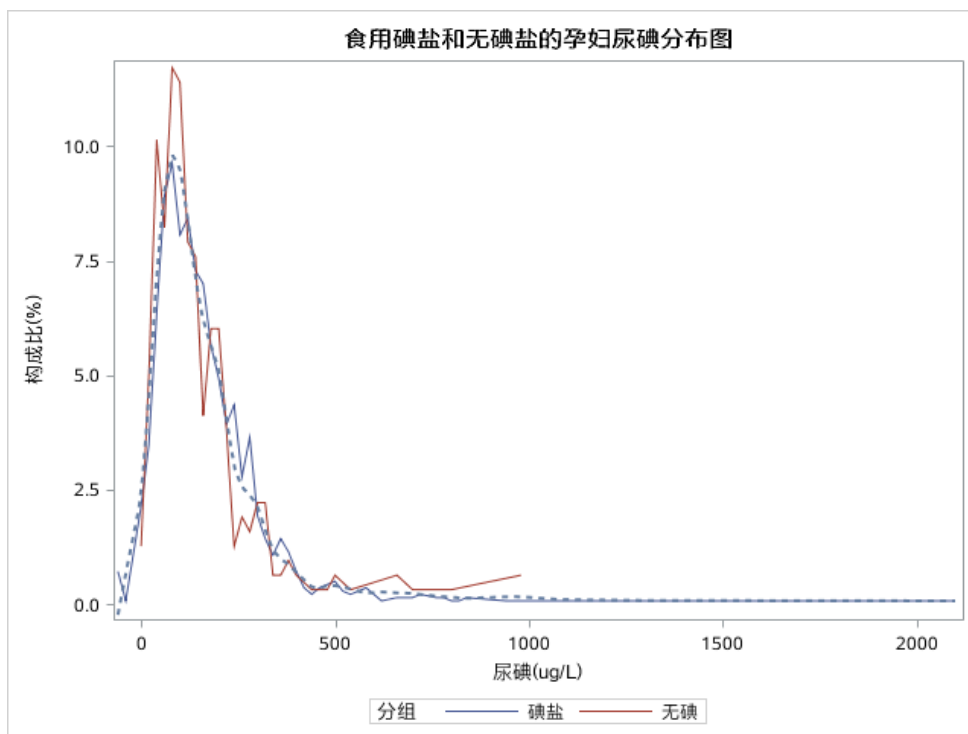


图 2 食用碘盐和无碘盐的孕妇尿碘分布图

2.2 膳食碘摄入量情况

本研究共监测 7 岁以上居民 5275 人，其中男性 2614 人，女性 2661 人。如全部食用碘盐则 7~10 岁、11~13 岁、14~17 岁、18 岁及以上男性的总碘摄入量中位数分别为 200.3、235.5、252.7、215.4 $\mu\text{g/L}$ ；女性分别为 193.0、

213.8、208.3、186.1 $\mu\text{g/L}$ 。如全部食用碘盐，7~10 岁、11~13 岁、14~17 岁、18 岁及以上男性的碘摄入量处于推荐摄入量 (RNI) 至最高可接受耐受量 (UL) 之间的比例分别为 69.4%、76.5%、77.4% 及 78.6%，女性分别为 69.8%、75.3%、77.0% 及 72.7% (表 7)。

表 7 上海市不同年龄人群膳食碘摄入量分布 (食物+碘盐+水) ($\mu\text{g/d}$)

性别	年龄 (岁)	样本量	如全部食用碘盐碘总摄入量 ($\mu\text{g/d}$)		如全部食用非碘盐碘总摄入量 ($\mu\text{g/d}$)		分布 (%)			
			均值	中位数	均值	中位数	<EAR	EAR~RNI	RNI~UL	\geq UL
男性	7~10	617	300.4	200.3	169.8	74.2	0.6	2.4	69.4	27.6
	11~13	503	350.5	235.5	210.9	91.1	0.8	3.2	76.5	19.5
	14~18	703	317.4	252.7	163.7	97.6	4.6	6	77.4	12.1
	18~	791	291.6	215.4	131.9	70.4	5.4	10.2	78.6	5.7
女性	7~10	636	332.2	193	205.5	72.3	1.1	2.7	69.8	26.4
	11~13	507	328.1	213.8	202.5	83.3	1.6	5.3	75.3	17.8
	14~18	704	312.6	208.3	187.2	86.4	5.8	6.3	77	10.9
	18~	814	312.5	186.1	185.2	65.5	7.6	15	72.7	4.7

注: a. 平均需要量; b. 7~10岁: 90 $\mu\text{g/d}$, 11~13岁: 110 $\mu\text{g/d}$, 14~17岁: 120 $\mu\text{g/d}$, 18~岁: 120 $\mu\text{g/d}$; c. 7~10岁: 300 $\mu\text{g/d}$, 11~13岁: 400 $\mu\text{g/d}$, 14~17岁: 500 $\mu\text{g/d}$, 18~岁: 600 $\mu\text{g/d}$

2.3 膳食碘的来源

各年龄段不同人群膳食碘主要来源中，碘盐贡献率均在

50.0% 左右。海带、紫菜及鱼虾类对碘的贡献率分别为 7.6% ~ 16.6% 及 4.5% ~ 7.4%（图 3）。

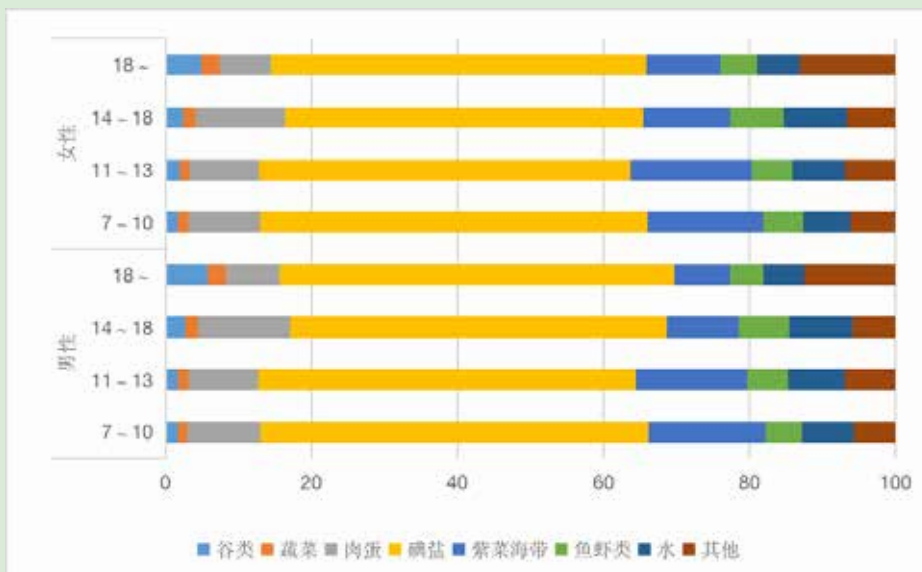


图 3 上海市不同年龄人群各种碘的膳食来源贡献率

3. 讨论

本研究发现，目前上海地区居民碘营养状况总体水平是适宜的，食盐中的碘含量调整后，上海市成人、儿童及乳母的尿碘中位数均为 100 ~ 200 $\mu\text{g/L}$ ，在相关人群的适宜范围内。但多次监测发现，孕妇尿碘中位数均 < 150 $\mu\text{g/L}$ ，属于碘营养不足，说明上海市孕妇碘缺乏风险高，需要特别关注。与 2010 年中国食盐加碘和居民碘营养状况的风险评估报告比较，盐碘浓度调整后上海市成人、儿童的尿碘中位数分别升高 58.0、3.6 $\mu\text{g/L}$ ，孕妇的尿碘中位数降低 9.4 $\mu\text{g/L}$ 。综上所述，随着食盐碘含量下调，居民的碘营养状况降低，但总体处于适宜和安全水平，孕妇碘营养状况仍处于不足状态。

在评价营养素缺乏或过量的潜在风险时，通常采用人群或个体营养素摄入量与 EAR、RNI、UL 比较进行综合判断的方法^[8]。当个体的碘摄入量低于 EAR 时，发生碘缺乏的风险高于 50%，当个体的碘摄入量达到 EAR 水平，其碘缺乏概率为 50%。当个体的碘摄入量达到 RNI 水平时，发生碘缺乏的概率小于 3%，即绝大多数个体发生碘缺乏的风险很低。当

摄入量继续增加超过 UL 时，个体出现不良反应的风险增加，但并不等于超过 UL 就会造成碘中毒，发生碘中毒的概率取决于超过 UL 的程度、持续时间和机体状态。在 UL 水平下，随着碘摄入量的增加，碘缺乏的风险越来越低，而介于 RNI 和 UL 之间的碘摄入量是一个“安全摄入范围”，在此范围内发生碘缺乏和中毒的风险很低^[9]。本研究发现，上海市居民如全部食用碘盐总体上可以完全满足日常需要，如全部食用非碘盐则无法满足日常需要。7 岁以上人群膳食碘摄入量在 RNI 和 UL 之间的比例为 69.4% ~ 78.6%，低于 EAR 的比例小于 7.6%。小年龄组膳食碘摄入量高于 UL 的比例较高，主要是由于小年龄组的 UL 界值较成年人低，RNI 与 UL 之间范围较窄，该部分人群可能存在过量风险。

另外，研究还发现男性膳食中碘盐贡献率为 51.6% ~ 54.1%，女性碘盐贡献率为 49.1% ~ 53.0%；紫菜、海带等植物性水产品占比不高。上海市居民虽然消费较多的动物性水产品，但由于动物性水产品中碘含量较低，仅与主食类食物碘含量相当，故对碘的贡献率较低。上海市辖区内水碘含量较低，中位数为 12.6 $\mu\text{g/L}$ ，水对碘的贡献也很有限。因此，碘盐是上海市居民膳食碘的主要来源。

近年来,上海市居民合格碘盐食用率逐年降低,至2015年合格碘盐食用率已低至66.84%。同时,随着体检中甲状腺检查项目的普及以及检查技术的不断完善与提高,甲状腺疾病的检出率和手术量不断攀升,受不正确舆论的影响,越来越多的市民选择无碘盐,使得居民食用碘盐覆盖率、碘盐合格率等呈下降趋势,非碘盐率呈上升趋势。分析食用碘盐和无碘盐的人群尿碘发现,食用无碘盐的儿童及孕妇人群的碘营养状况低于食用碘盐的人群。尤其是食用无碘盐的孕妇人群。因此,在合格碘盐覆盖率降低的情况下需重点关注不在外就餐、食用无碘盐、食用不含碘补充剂的孕妇人群。

缺碘影响胎儿和儿童的神经、智力发育,可引起克汀病、缺碘地区人群不可逆的智力水平下降^[10]。缺碘也可能导致成人的甲状腺肿、甲状腺结节、甲状腺功能亢进症和甲状腺功能减退症^[11-14]。孕产妇碘缺乏会影响胎儿的脑发育,严重者还会引起流产、胎儿畸形和死亡。

甲状腺癌的危险因素包括电离辐射、碘摄取异常、甲状腺自身免疫性病变、雌激素水平等^[15-16]。近年来,我国甲状腺癌发病率呈增加趋势,甲状腺癌组织类型也出现明显变化,如甲状腺乳头状癌构成比明显升高,滤泡状癌以及未分化癌比例明显下降,表明甲状腺癌恶性程度下降^[17]。北京协和医院1986—2015年临床数据库资料显示,甲状腺微小乳头状癌自2008年开始检出,并不断增加,至2012年达到最高的18.2%(236/1296),提示我国甲状腺癌发病率增加,尤其是早期微小细胞癌病例的增加,可能主要与医疗保健程度的迅速提高和超声影像学检查的普及应用密切相关^[18]。

碘过量可能与甲状腺功能亢进、甲状腺功能减退、自身免疫性甲状腺炎、甲状腺肿大及甲状腺结节的发生有关。另外碘摄入过量与甲状腺恶性肿瘤发生的关系是近些年来国内外研究者和公众关注的热点。Zimmermann等^[19]对8项关于实施碘盐项目或者盐碘水平增加对甲状腺癌亚型影响的研究进行了综合分析,结果显示,乳头状甲状腺癌(PTC)与滤泡状甲状腺癌(FTC)比例呈增加趋势,其中7项研究显示未分化型甲状腺癌(ATC)百分比降低,没有研究发现随着碘摄入增加,ATC的发病率增加。这些研究结果与Williams^[20]的早期报道一致,即在碘摄入水平不同(高、中、低)的国家,PTC、FTC的比例呈不同程度的降低。目前尚无明确的科

学证据表明食盐加碘或者碘摄入过量与甲状腺肿瘤的发生有关。因此,应持续关注碘缺乏引发的健康危害。为保证居民碘的日常需要,控制居民的碘缺乏风险,上海地区继续实施食盐加碘的策略仍有必要。

参考文献

- [1] 滕卫平. 碘营养与甲状腺疾病[J]. 内科理论与实践, 2010, 5(2): 112-117.
- [2] 刘守军, 苏晓辉, 于钧, 等. 2002年中国碘缺乏病监测报告[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2003.
- [3] 刘鹏, 苏晓辉, 申红梅, 等. 2011年全国碘缺乏病病情监测结果分析[J]. 中华地方病学杂志, 2015, 34(3): 181-185.
- [4] 申红梅, 苏晓辉, 葛旭光, 等. 碘缺乏病病区划分标准: GB 16005—2009[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [5] WORLD HEALTH ORGANIZATION, UNICEF. Progress towards the elimination of iodine deficiency disorders [M]. Geneva: World Health Organization, 1999.
- [6] 陈祖培. 当前碘缺乏病防治应当注意的问题[J]. 中华地方病学杂志, 2004, 23(3): 193-194.
- [7] KAEN C, CHEN Z P, SHEN H M, et al. China: leading the way in sustained IDD elimination [J]. IDD Newsletter, 2014, 42: 2-5.
- [8] 中国营养学会. 中国居民膳食营养素参考摄入量(2013版)[M]. 北京: 科学出版社, 2014.
- [9] WORLD HEALTH ORGANIZATION. Iodine and inorganic iodides: human health aspects [M]. Geneva: World Health Organization, 2009.
- [10] ABU TO N J, ABUDOU M, CANDEIAS V, et al. Effect and safety of salt iodization to prevent iodine deficiency disorders: a systematic review with meta-analyses [M]. Geneva: World Health Organization, 2014.
- [11] ZIMMERMAN M B, BOELAE R T K. Iodine deficiency and thyroid disorders [J]. Lancet Diabetes Endocrinol, 2015, 3(4): 286-295.
- [12] DU Y, GAO Y, MENG F, et al. Iodine deficiency and

excess coexist in China and induce thyroid dysfunction and disease: a cross-sectional study [J]. PLoS One,2014,9 (11): 1-11.

[13] TENG W, SHAN Z, TENG X, et al. Effect of iodine intake on thyroid diseases in China [J]. N Engl J Med, 2006, 354 (26): 2783-2793.

[14] 韩俊霞, 成兴波, 邵新宇, 等. 尿碘含量与甲状腺结节患病率的关系 [J]. 江苏医药, 2015, 41 (3): 271-272.

[15] DAVIES L, MORRIS L G, HAYMA, T M, et al. American association of clinical endocrinologists and American college of endocrinology disease stage clinical review: the increasing incidence of thyroid cancer [J]. Endocr Pract, 2015, 21 (6): 686-696.

[16] CHEN W, ZHENG R, BAADE P D, et al. Cancer statistics in China, 2015 [J]. CA Cancer J Clin, 2016, 66 (2): 115-132.

[17] 关海霞, 单忠艳, 米小轶, 等. 普遍食盐碘化前后甲状腺癌发病变化的 11 年病理资料分析 [J]. 中国医科大学学报, 2006, 35 (3): 284-285.

[18] HAN M A, CHOI K S, LEE H Y, et al. Current status of thyroid cancer screening in Korea: results from a nationwide interview survey [J]. Asian Pac J Cancer Prev, 2011, 12 (7): 1657-1663.

[19] ZIMME R MANN M B, GALETTI V. Iodine intake as a risk factor for thyroid cancer: a comprehensive review of animal and human studies [J]. Thyroid Res, 2015, 8(8): 1-21.

[20] WILLIAMS E D. Dietary iodide and thyroid cancer [M]. New York: Raven, 1985.

妊娠期妇女尿碘适宜界限值的研究

Evaluation of median urinary iodine concentration cut-off for defining iodine deficiency in pregnant women after a long term USI in China

张惠迪¹, 武萌², 杨丽琛^{1,*}, 吴景欢¹, 胡贻椿¹, 韩建华³, 谷云有⁴, 李秀维⁴, 王海燕⁴, 马良坤^{5,*}, 杨晓光^{1,*}

Huidi Zhang¹, Meng Wu², Lichen Yang^{1,*}, Jinghuan Wu¹, Yichun Hu¹, Jianhua Han³, Yunyou Gu⁴, Xiuwei Li⁴, Haiyan Wang⁴, Liangkun Ma^{5,*} and Xiaoguang Yang^{1,*}

- 1 中国疾病预防控制中心营养与健康所, 北京, 中国;
- 2 陕西省疾病预防控制中心, 西安, 中国
- 3 中国医学科学院北京协和医院检验科, 北京, 中国
- 4 中国疾病预防控制中心国家碘缺乏病参照实验室, 北京, 中国
- 5 中国医学科学院北京协和医院妇产科, 北京, 中国

- 1 National Institute for Nutrition and Health, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing, China;
- 2 Shaanxi Provincial Centre for Disease Control and Prevention, Xi'an, Shaanxi, China;
- 3 The Department of Laboratory Medicine, Peking Union Medical College Hospital, Chinese Academic Medical Science and Peking Union College, Beijing, China;
- 4 The National IDD Reference Laboratory, National Institute for Nutrition and Health, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing, China;
- 5 Department of Obstetrics-gynecology, Peking Union Medical College Hospital, Beijing, China.

摘要:

妊娠期妇女因其特殊的生理需要, 是碘营养状况关注的重点人群。WHO/UNICEF/ICCIDD 等将妊娠期碘缺乏定义为尿碘浓度中位数 (MUIC) $\leq 150 \mu\text{g/L}$ 。中国于 1995 年开始实施全民食盐加碘政策, 目前在全国范围内已经消除了碘缺乏症。但在 2015 年对 9000 名孕妇尿碘进行检测的数据显示, MUIC 为 $145 \mu\text{g/L}$, 小于国际推荐界值 $150 \mu\text{g/L}$, 但却未观察到碘缺乏症状的出现。本研究旨在探索在我国长期食盐加碘政策下, 妊娠期妇女尿碘浓度中位数小于 $150 \mu\text{g/L}$ 是否会影响孕妇及其新生儿的甲状腺功能。本研究在北京协和医院选入了 103 名甲状腺功能正常且 MUIC 低于 $150 \mu\text{g/L}$ 的孕妇。收集

其基本人口学信息。在受试者妊娠 12 周、24 周和 32 周产检时进行随访。每次访视时, 收集 3 天 24 小时的饮食记录、饮用水样本和食用盐样本和 24 小时尿液。对全孕期的孕妇甲状腺功能、膳食总碘摄入量、尿碘排出量进行监测, 同时在生产后对新生儿甲状腺功能进行监测。综合评价孕妇和新生儿的甲状腺功能状况。在 103 名入选的孕妇中, 有 79 名完成了全部 3 次随访。大多数受试者在整个妊娠期保持甲状腺功能正常, 有 19 位孕妇分别出现一次甲状腺功能异常, 但未对孕妇及新生儿健康造成影响。血清碘中位数为 $71 \mu\text{g/L}$; 甲状腺球蛋白中位数 $< 13 \mu\text{g/L}$, 低于碘缺乏筛查界值。孕期的膳食碘摄入量中位数为 $231.17 \mu\text{g/d}$ 。根据机体碘 90% 通过尿液

排出，尿碘排出量为 200.11 $\mu\text{g}/\text{d}$ ，则机体总碘排出量为 222.34 μg ，基于膳食总碘摄入量与总碘排出量的评估结果一致，该孕妇群体在整个妊娠期间基本处于碘营养代谢正平衡状态。所有新生儿血样的 TSH 水平均低于 10 mIU/L，甲状腺功能正常。孕妇全孕期尿碘浓度中位数为 107.41 $\mu\text{g}/\text{L}$ 。在长期实施食盐加碘政策的背景下，中国妊娠期妇女的尿碘浓度中位数为 107.41 $\mu\text{g}/\text{L}$ ，小于国际组织推荐的 150 $\mu\text{g}/\text{L}$ 界限，但是可以维持孕妇和新生儿的甲状腺功能正常。

关键词：尿碘；孕妇；甲状腺功能

Abstract:

The WHO/UNICEF/ICCIDD define iodine deficiency during pregnancy as median urinary iodine concentration (MUIC) $\leq 150 \mu\text{g}/\text{L}$. China implemented universal salt iodization (USI) in 1995, and recent surveillance showed nationwide elimination of iodine deficiency disorders (IDD). Data from 2015 showed that the MUIC was 145 $\mu\text{g}/\text{L}$ in 9000 pregnant women. However, symptoms of iodine deficiency were absent. Our study sought to evaluate whether MUIC below 150 $\mu\text{g}/\text{L}$ affects thyroid function of Chinese pregnant women and their newborns in Chinese context. We screened 103 women with normal thyroid function and MUIC lower than 150 $\mu\text{g}/\text{L}$ during week 6 of pregnancy at Peking Union Medical College Hospital. Patient demographics and dietary salt intake were recorded. Subjects were followed at 12, 24, and 32 gestational weeks. At each visit, a 3-day dietary record, drinking water samples, and edible salt samples were collected and analyzed for total dietary iodine intake. Additionally, 24-h urine iodine and creatinine were measured. Blood tests assessed thyroid function in both mothers and newborns. Of 103 pregnant women enrolled, 79 completed all follow-up visits. Most subjects maintained normal thyroid function

throughout pregnancy. However, 19 had thyroid dysfunction based on thyroid stimulating hormone and free thyroxine levels. The median serum iodine was 71 $\mu\text{g}/\text{L}$ (95% CI: 44, 109). The median thyroglobulin was $< 13 \mu\text{g}/\text{L}$. values above this level indicate iodine deficiency in pregnant women. The median dietary iodine intake was 231.17 $\mu\text{g}/\text{d}$. Assuming 90% urinary iodine excretion (UIE), 200.11 $\mu\text{g}/\text{d}$ UIE means the 222.34 μg iodine loss per day, suggesting that subjects had a positive iodine balance throughout pregnancy. All neonatal blood samples showed TSH levels lower than 10 mIU/L, indicating normal thyroid function. No significant difference was found among gestational weeks for urinary iodine, and the MUIC in subjects who completed 3 follow-up visits was 107.41 $\mu\text{g}/\text{L}$. Twenty years after implementing USI, expectant Chinese mothers with MUIC of 107.4 $\mu\text{g}/\text{L}$, less than the WHO's 150 $\mu\text{g}/\text{L}$ benchmark, maintained thyroid function in both themselves and their newborn babies.

Key words: Urinary iodine, Chinese pregnant woman, Thyroid function

碘是人体必需的微量元素，同时也是合成胎儿认知发育所必需的甲状腺激素的重要组成部分。孕期严重的碘缺乏会导致胎儿神经系统和认知功能不可逆转的损害^[1]。妊娠期碘的状况仍是当前研究的重点。由于机体大部分的碘从尿中排出^[2,3]，尿碘浓度中位数（MUIC）是评估碘营养状态的常用指标。世界卫生组织（WHO），联合国儿童基金会（UNICEF）和国际控制碘缺乏症理事会（ICCIDD）的联合工作组^[4]建议孕妇的 MUIC 应在 150 至 249 $\mu\text{g}/\text{L}$ 之间。尿碘中位数小于 150 $\mu\text{g}/\text{L}$ 被定义为碘缺乏症。中国曾经是世界上碘缺乏病发病率最高的国家之一。自 1995 年实施食盐加碘计划（USI）以来^[5]，中国居民的碘营养水平有所提高，在 2000 年我国

在国家水平上达到了基本消除碘缺乏病的阶段目标^[6]。中国最新的监测数据表明,普通人群的碘营养状况,特别是在8-10岁的儿童中,已经达到了适宜的水平^[7]。但是根据2015年中国成人慢性病和营养监测(CACDNS)中的数据显示,超过50%的省份的孕妇尿碘水平低于 $150\ \mu\text{g/L}$ (未发布)。该研究涉及的9000名孕妇的MUIC为 $145\ \mu\text{g/L}$,但并未表现出碘缺乏或甲状腺功能障碍的症状。因此,确定尿碘浓度中位数 $<150\ \mu\text{g/L}$ 是否会影响孕妇及其新生儿的甲状腺功能具有重要意义。本研究的目的是系统评估我国尿碘中位数低于 $150\ \mu\text{g/L}$ 的孕妇妊娠全周期及其新生儿的甲状腺功能,为我国食盐加碘政策提供数据支持。

1、对象与方法

1.1 研究对象

于2016年6月至2017年5月间,招募在北京协和医院产科门诊进行常规产检的健康妊娠早期妇女,收集记录相关资料,包括姓名、年龄、病人ID、联系方式等,按照以下纳入、排除标准选择符合本研究的孕妇。入选标准包括:(1)尿中碘浓度低于 $150\ \mu\text{g/L}$,TSH低于 2.5mIU/L ,TPOAb和TGAb阴性。(2)孕妇身体状况良好,单胎妊娠。排除标准如下:(1)有甲状腺疾病的个人病史和家族病史的受试者;(2)有可见或明显甲状腺肿的受试者;(3)服用甲状腺相关药物的受试者;(4)患有其他妇科疾病,例如子宫肌瘤的孕妇。所有孕妇均签署本研究知情同意书。本研究经过中国疾病预防控制中心营养与健康所伦理审查委员会的审批。

1.2 研究方法

研究对象在孕6周常规检测甲状腺功能(包括TSH、FT4、FT3、TGAb、TPOAb)的基础上,增加随机尿碘检测。追踪观测孕妇孕早期(孕12周左右)、孕中期(孕24周左右)、孕晚期(孕32周左右)甲状腺功能、碘营养水平(包括膳食总碘摄入量与尿碘排出水平)及新生儿甲状腺功能。三次追踪随访前,孕妇均需要连续记录3天饮食情况,同时留取24h尿液、饮用水及家庭用食盐样品,于产检当日带来。在产检当天常规抽血时,增加甲状腺功能相关指标(TSH、FT4、FT3、TG、SI)的检测,并且由调查员现场询问核对膳

食记录信息。所携带样品中,除1份尿液样品送至协和医院检验科进行尿钠、尿肌酐检测外,其余样品均带回,运送至国家碘缺乏病参照实验室,进行碘含量检测。新生儿于产后3天进行常规足跟血TSH检测。

1.3 统计方法

采用SAS9.4软件进行统计学处理,全部数据进行正态性检验,满足正态分布时各项指标以“均数±标准差”表示,不满足时以“中位数(四分位间距)”表示。相关指标参考值范围的制定采用百分位数法,结果以P2.5~P97.5表示。基本信息对入组孕妇尿碘浓度、甲状腺功能的影响采用单因素方差分析。完成全部随访孕妇与失访孕妇基本信息的比较,采用卡方检验。构成比与率的比较采用卡方检验。不同孕期各指标间比较采用重复测量方差分析。对符合正态分布的数据,指标间相关性采用Pearson积矩相关分析法,非正态分布数据,采用Spearman秩相关分析法。 $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2、结果

2.1 研究对象基本情况

本研究共纳入103位妊娠早期妇女,其中79人完成3次追踪调查,24人存在不同程度失访。失访的原因主要是24h尿液收集困难,对部分孕妇正常工作生活造成一定影响,且随着孕中晚期血容量增加,血液相对稀释,部分孕妇担心出现贫血,拒绝后期抽血检查。

对入组孕妇的年龄、民族、文化程度、职业、收入等社会人口学特征进行调查。结果显示,入组孕妇平均年龄为 32 ± 4 岁,年龄最小25岁,最大44岁。分析以上因素对孕妇入组时尿碘浓度、甲状腺功能的影响,结果显示均无统计学意义,不会对研究结果产生偏倚。对失访人群和随访到的人群基本信息进行比较,差异均无统计学意义,删除失访人群对本研究并无影响。因此,本研究进行数据分析时,删除了失访人群,仅对完成3次追踪随访的79人进行分析。该79人入组时平均孕周为孕6周。

2.2 不同孕期甲状腺功能指标分布及比较

随着妊娠期的增加，游离三碘甲状腺原氨酸（FT3）、游离甲状腺素（FT4）、血清碘（SI）均呈逐渐下降趋势。孕12周、孕24周、孕32周FT3、FT4水平与孕6周结果比较，差异均有统计学意义（ $P < 0.05$ ）。孕24周、孕32周FT3、FT4、SI

水平与孕12周比较，差异均有统计学意义（ $P < 0.05$ ）。促甲状腺激素（TSH）、甲状腺球蛋白（TG）值呈先下降后上升的“U型”变化趋势。详情见表1。

表1 不同孕期血液学指标比较

孕周	N	FT3 (pmol/L)	FT4 (pmol/L)	TSH (mIU/L)	SI ($\mu\text{g/L}$)	TG ($\mu\text{g/L}$)
孕6周	79	4.74 ± 0.52	16.01 ± 2.00	1.48 ± 0.65	-	-
孕12周	79	4.44 ± 0.56 ^a	15.38 ± 1.97 ^a	1.08 ± 0.70 ^a	80.11 ± 15.72	8.91(6.83~15.22)
孕24周	78	3.90 ± 0.36 ^{ab}	12.59 ± 1.51 ^{ab}	1.58 ± 0.63 ^b	68.99 ± 13.39 ^b	7.74(5.03~12.98) ^b
孕32周	78	3.94 ± 0.78 ^{ab}	12.62 ± 1.84 ^{ab}	1.74 ± 0.73 ^{abc}	69.14 ± 15.75 ^b	9.92(6.19~16.33) ^c
F值		50.36	132.61	32.61	38.39	14.24
P值		<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

备注：a与孕6周比较， $p < 0.05$ ；b与孕12周比较， $p < 0.05$ ；c与孕24周比较， $p < 0.05$ ；

2.3 全孕期甲状腺功能状况评价

本研究对79位孕妇分别进行4次甲状腺功能检查，在孕6周时，79位孕妇甲状腺功能均正常。在后期3次甲状腺功能检测时发现，有19位孕妇分别出现一次甲状腺功能异常。1位孕妇出现2次甲状腺功能异常。因此，79位孕妇中，有78位孕妇在全孕期甲状腺功能基本正常，有1位孕妇在整个

孕期可能存在甲状腺功能异常。不同孕期甲状腺功能状况见表2。

孕12周、24周、32周甲状腺功能异常率分别为8.9%、6.4%、11.5%，不同孕期甲状腺功能异常率差别无统计学意义（ $P > 0.05$ ）。其中，孕12周亚临床甲减率为2.5%，孕32周亚临床甲减率为5.1%。

表2 不同孕期甲状腺功能状况

孕周	N	甲状腺功能正常	临床性甲减	亚临床性甲减	临床性甲亢	亚临床性甲亢	孤立性低FT4血症
孕6周	79	79	0	0	0	0	0
孕12周	79	72	0	2	1	4	0
孕24周	78	73	1	0	0	0	4
孕32周	78	69	1	4		1	3
合计	314	293	2	6	1	5	7

2.4 不同孕期膳食总碘摄入量

孕12周水碘摄入量为3.12（0.63~5.23） $\mu\text{g/d}$ ，食物碘摄入量为59.62（41.91~116.71） $\mu\text{g/d}$ ，食盐碘摄入量为140.04（111.52~173.58） $\mu\text{g/d}$ ，膳食总碘摄入量为218.14（177.91~306.58） $\mu\text{g/d}$ 。孕24周水碘摄入量为

3.58（1.05~6.12） $\mu\text{g/d}$ ，食物碘摄入量为63.22（42.52~104.35） $\mu\text{g/d}$ ，食盐碘摄入量为153.25（129.96~216.63） $\mu\text{g/d}$ ，膳食总碘摄入量为233.51（184.04~345.74） $\mu\text{g/d}$ 。孕32周水碘摄入量为3.23（0.42~5.79） $\mu\text{g/d}$ ，食物碘摄入量为62.51（44.52~114.28） $\mu\text{g/d}$ ，食盐碘摄入量为

163.09 (116.40 ~ 206.30) $\mu\text{g}/\text{d}$ ，膳食总碘摄入量为 243.66 食盐碘、膳食总碘摄入量差别均无统计学意义 ($P>0.05$)。其中，(194.11 ~ 328.62) $\mu\text{g}/\text{d}$ 。经计算，不同孕期水碘、食物碘、食盐碘摄入占膳食总碘摄入的 56.84% ~ 75.55%。

表3 不同孕期膳食碘摄入量比较 (μg)

孕周	N	水碘摄入量	食物碘摄入量	食盐碘摄入量	膳食总碘摄入量
孕12周	79	3.12 (0.63~5.23)	59.62 (41.91~116.71)	140.04 (111.52~173.58)	218.14 (177.91~306.58)
孕24周	79	3.58 (1.05~6.12)	63.22 (42.52~104.35)	153.25 (126.96~216.63)	233.51 (184.04~345.74)
孕32周	79	3.23 (0.42~5.79)	62.51 (44.52~114.28)	163.09 (116.40~206.30)	243.66 (194.11~328.62)
F值		1.12	0.33	2.75	0.22
P值		0.3092	0.6954	0.0674	0.7996

2.5 不同孕期尿碘、尿肌酐排出水平及比较

经计算，不同孕期 24h 尿量 (V24h)、24h 尿碘浓度 (UIC24h)、24h 尿碘排出量 (UIE) 差别均无统计学意义 ($P>0.05$)。24h 尿量总体中位数 1863ml，四分位间距为 1450ml ~ 2395ml。24h 尿碘浓度总体中位数为 107.41 $\mu\text{g}/\text{L}$ ，四分位间距为 83.84 $\mu\text{g}/\text{L}$ ~ 150.13 $\mu\text{g}/\text{L}$ 。24h 尿碘排出量总体中位数 200.11 $\mu\text{g}/\text{d}$ ，四分位间距为 152.75 $\mu\text{g}/\text{d}$ ~ 265.50 $\mu\text{g}/\text{d}$ 。

不同孕期 24h 肌酐浓度 (UCR) 比较，差别有统计学意义 ($P<0.05$)。孕 32 周肌酐浓度高于孕 24 周，差别有统计学意义 ($P<0.05$)。随着孕周增加，肌酐浓度呈增高趋势。不同孕期 24h 肌酐排出量 (UCR24h) 比较，差别有统计学意义 ($P<0.05$)。孕 32 周肌酐排出量高于孕 12 周与孕 24 周，差别有统计学意义 ($P<0.05$)。随着孕周增加，24h 肌酐排出量呈增高趋势。孕 12 周、24 周、32 周 24h 肌酐排出量分别为 1.02、1.05、1.08g/d。详情见表 4。

表4 不同孕期尿碘与尿肌酐排出水平

孕周	N	V24h (ml)	UIC24h ($\mu\text{g}/\text{L}$)	UIE ($\mu\text{g}/\text{d}$)	UCR (g/L)	UCR24h (g/d)	UICR ($\mu\text{g}/\text{g}$)
合计	237	1863 (1450~2395)	107.41 (83.84~150.13)	200.11 (152.75~265.50)	0.54 (0.43~0.72)	1.06 (0.90~1.24)	195.7 (102.81~146.65)
孕12周	79	1850 (1425~2215)	101.56 (83.18~140.32)	185 (142.75~254.76)	0.55 (0.44~0.69)	1.02 (0.94~1.18)	188.26 (144.81~256.74)
孕24周	79	1900 (1450~2500)	108 (85.14~137.00)	209.1 (153.88~270.00)	0.53 (0.40~0.69)	1.05 (0.85~1.24)	204.88 (160.39~272.21)
孕32周	79	1900 (1400~2300)	113 (80.94~157.00)	198.5 (161.28~274.00)	0.58 ^b (0.45~0.88)	1.08 ^{ab} (0.92~1.32)	195.7 (142.80~233.94)
F值		1.69	1.16	1.82	3.62	5.39	1.82
表P值		0.1878	0.3149	0.1652	0.03	0.01	0.17

备注：a与孕12周比较， $p<0.05$ ；b与孕24周比较。

2.6 新生儿甲状腺功能情况

本研究追踪随访的 79 例孕妇均顺利分娩。79 例新生儿中，男孩儿有 42 例，占总人数的 53.2%，女孩儿有 37 例，占总人数的 46.8%。79 例新生儿出生时足跟血 TSH 均低于临床甲状腺功能减低的筛查切点值 (≥ 10 mIU/L)，其平均水平为 1.78 (1.11 ~ 2.68) mIU/L。大于 5mIU/L 者共有 5 例，占总人数的 6.3%。其中，TSH 最高值为 7.3mIU/L。

3、讨论

本研究结果表明，长期实行食盐加碘的地区，孕妇尿碘中位数略低于 150 $\mu\text{g/L}$ 可能足以维持妇女及其新生儿与碘相关的生物学功能。Anderson^[8] 的一项研究验证了有效实施食盐加碘政策两年以上 (90% 以上的人口食用碘盐^[9]) 时，孕妇体内储存的碘可以满足其甲状腺功能所需的含量。因此，本研究的重点是评估 MUIC 值低于 150 $\mu\text{g/L}$ 是否会影响孕妇及其新生儿的甲状腺功能，以及当前的 MUIC 水平 (107.41 $\mu\text{g/L}$) 是否可以在孕期维持正常的甲状腺功能。

在本研究中，未招募 TGA 和 TPOAb 阳性的个体，以避免甲状腺自身免疫性疾病患者的潜在混杂因素。FT3、FT4 和 TSH 用于评估整个妊娠期间甲状腺功能的状况。在我们的结果中，FT3 和 FT4 最初下降，然后保持不变。这与 Soldin^[10] 和 Kahric^[11] 的研究结果一致。可能是由于随着孕期进程的增加提高了基础代谢率并增加了甲状腺激素的消耗。在整个孕期，研究对象的 TG 和 TSH 值均呈“U”形趋势，这可能受到人绒毛膜促性腺激素 (HCG) 的影响。HCG 可能具有甲状腺刺激作用^[12]。它可以竞争性地抑制 TSH 的排泄^[13] 并引起 TG 的增加^[14]。一些研究^[15, 16] 表明，如果体内存在碘缺乏症，TG 的浓度会相应增加，并且 TG 的浓度变化比甲状腺肿更敏感。本研究中 TG 中位数为 11.8 $\mu\text{g/L}$ ，与 Moletti^[17] 研究中 TG 水平为 10.2 $\mu\text{g/L}$ 的结果相似。血清碘是监测碘营养状态的另一种生物标记，它反映了体内甲状腺组织可以利用的生物活性碘离子的水平，且相对稳定，不易随饮食改变^[18]。与 TG 相似，SI 也没有统一的阈值。本研究中 SI 的分布为 44 ~ 109 $\mu\text{g/L}$ ，与 WHO、美国梅奥医学中心提供的血清碘正常参考值范围 45 ~ 90 $\mu\text{g/L}$ 、52 ~ 109 $\mu\text{g/L}$ 相似。

饮食中碘的摄入量是评估碘营养状况的重要指标。我们的结果表明，该研究中平均总饮食碘摄入量为 231.17 $\mu\text{g/d}$ 。

该值达到了中国孕妇碘的推荐营养摄入量 (RNI) (230 $\mu\text{g/d}$)^[19]。碘的摄入量会随研究对象的饮食状况而有很大的波动，因此，在每次追踪随访后，我们都会提供相关结果的反馈并提供有关其膳食摄入的专业建议。

尿碘中位数已被广泛用于评估人群的碘状态^[20]。根据尿碘排泄占总碘排泄的 90%^[21, 22]，200.11 $\mu\text{g/d}$ UIE 意味着每天排出 222.34 $\mu\text{g/d}$ 碘。与饮食中碘的总摄入量相比为 231.17 $\mu\text{g/d}$ ，尿碘排除量表明本研究的孕妇在整个孕期碘代谢呈正平衡。这两种评估碘摄入状态的方法均表明本研究的受试者饮食中碘摄入良好。

新生儿足跟血 TSH 是 WHO/UNICEF/ICCIDD 推荐的另一种碘状态指标^[4]。TSH 值 10mIU/L 被广泛用作临床甲状腺功能减退症的筛查界值。世卫组织还指出，新生儿足跟血中 TSH > 5mIU/L 的不到 3% 可能表明该地区总体碘充足^[5, 23]。我们的研究有 5 个婴儿 (6.3%) 的足跟血 TSH 高于 5mIU/L。尽管该百分比高于 3%，但所有检测值均低于 10mIU/L 的临界值。一些研究^[24, 25] 发现，在碘充足地区筛查的新生儿 TSH 时，许多地方的 TSH > 5mIU/L 高于 3%。但尚无任何随机对照临床试验数据证实轻度至中度碘缺乏与儿童神经行为发育障碍之间的关系^[26]。

综上所述，在本研究中，随着中国 20 多年全民食盐加碘政策的实施，尿碘浓度中位数 107.4 $\mu\text{g/L}$ (低于 WHO 推荐的 150 $\mu\text{g/L}$) 的孕妇也可以维持自身及其新生儿的正常碘营养状态。

参考文献

- [1] Glinoe D. The regulation of thyroid function during normal pregnancy: importance of the iodine nutrition status. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* 2004;18(2):133–52.
- [2] WHO, G.S.E., Indicators for assessing iodine deficiency disorders and their control through salt iodization. World Health Organization, 1994.
- [3] Stanbury JB, Hetzel BS. Endemic goiter and endemic cretinism; iodine nutrition in health and disease; 1980.

- [4] WHO/UNICEF/ICCIDD. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination: a guide for programme managers, 3. Geneva: World Health Organization; 2007. (http://whqlibdoc.who.int/publications/2007/9789241595827_eng.pdf, Accessed 18 Nov. 2020)
- [5] Zhao J, Van DHF. Progress in salt iodization and improved iodine nutrition in China, 1995–99. *Food Nutr Bull.* 2004;25(4):337.
- [6] Wang Y, et al. Iodine deficiency disorders after a decade of universal salt iodization in a severe iodine deficiency region in China. *Indian J Med Res.* 2009;130(4):413–7.
- [7] Sun DJ, Lei ZL, Liu SJ. 2014 National Iodine Deficiency Disorders Surveillance. Beijing: People's Medical Publishing House; 2017.
- [8] Andersson M, De BB, Delange F, et al. Prevention and control of iodine deficiency in pregnant and lactating women and in children less than 2-years-old: conclusions and recommendations of the technical consultation[J]. *Public Health Nutr.* 2007;10(12A):6.
- [9] WHO/UNICEF/ICCIDD. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination: a guide for programme managers, 2. Geneva: World Health Organization; 2001. (http://whqlibdoc.who.int/hq/2001/WHO_NHD_01.1.pdf, Accessed 18 Nov. 2020).
- [10] Soldin OP, et al. Trimester-specific changes in maternal thyroid hormone, thyrotropin, and thyroglobulin concentrations during gestation: trends and associations across trimesters in iodine sufficiency. *Thyroid.* 2004;14(12):1084–90.
- [11] Kahric-Janjic N, et al. Tandem mass spectrometry improves the accuracy of free thyroxine measurements during pregnancy. *Thyroid.* 2007;17(4):303–11.
- [12] De Groot L, et al. Management of thyroid dysfunction during pregnancy and postpartum: an Endocrine Society clinical practice guideline. *J Clin Endocrinol Metab.* 2012;97(8):2543–65.
- [13] Koulouri O, et al. Diagnosis and treatment of hypothyroidism in TSH deficiency compared to primary thyroid disease: pituitary patients are at risk of under-replacement with levothyroxine. *Clin Endocrinol.* 2011;74(6):744–9.
- [14] Costeira MJ, et al. Parameters of thyroid function throughout and after pregnancy in an iodine-deficient population. *Thyroid.* 2010;20(9):995–1001.
- [15] Zimmermann MB, et al. Development of a dried whole-blood spot thyroglobulin assay and its evaluation as an indicator of thyroid status in goitrous children receiving iodized salt. *Am J Clin Nutr.* 2003;77(6):1453–8.
- [16] Zimmermann MB, et al. Thyroglobulin is a sensitive measure of both deficient and excess iodine intakes in children and indicates no adverse effects on thyroid function in the UIC range of 100–299 µg/L: a UNICEF/ ICCIDD study group report. *J Clin Endocrinol Metab.* 2013;98(3):1271–80.
- [17] Moleti, et al. Iodine prophylaxis using iodized salt and risk of maternal thyroid failure in conditions of mild iodine deficiency. *J Clin Endocrinol Metab.* 2008;93(7):2616–21.
- [18] Suzuki K, et al. Excess iodide decreases transcription of NIS and VEGF genes in rat FRTL-5 thyroid cells. *Biochem Biophys Res Commun.* 2010;393(2):286–90.
- [19] Chinese Nutrition Society. Chinese dietary reference intakes (2013)[m]: Science Press; 2014.
- [20] Chitalia VC, et al. Cost-benefit analysis and prediction of 24-hour proteinuria from the spot urine protein-creatinine ratio. *Clin Nephrol.* 2001;55(6):436–47.
- [21] Zimmermann MB, Andersson M. Assessment of iodine nutrition in populations: past, present, and future. *Nutr Rev.* 2012;70(10):553–70.

[22] Micronutrients, I.O.M.P., Dietary reference intakes for vitamin a, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, Iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. 2001: National Academy Press. 294–301.

[23] Zimmermann MB. Iodine deficiency in pregnancy and the effects of maternal iodine supplementation on the offspring: a review. *Am J Clin Nutr.* 2009;89(2):668S–72S.

[24] Xiao Hui SU, et al. Chinese neonatal umbilical cord blood TSH level: Chinese Journal of Endemiology; 2001.

[25] Yan-Li MA, Qin LY, Tang YD. The applying study on the neonate screening TSH cut-off. *Maternal & Child Health Care of China.* 2006.

[26] Pearce EN, et al. Consequences of iodine deficiency and excess in pregnant women: an overview of current knowns and unknowns. *Am J Clin Nutr.* 2016;104(3).

不同人群碘安全水平基础与应用研究进展

Research progress of basic and applied research on iodine safety level in different populations

碘是人体必需的微量元素之一，主要以甲状腺素形式发挥其重要的生理功能。我国实施全民食盐加碘政策 (universal salt iodization, USI) 二十余年间，消除碘缺乏病成果显著，但仍存在碘缺乏与碘过量并存的问题，尤其是儿童和孕妇等特殊人群，其因对碘缺乏和过量更为敏感，安全范围也更为狭窄。近年来，碘的安全摄入水平为社会各界所广泛关注。因此，明确不同人群碘营养安全水平，制定膳食推荐摄入量尤为重要。本文综述了儿童和孕妇人群碘安全水平的国内外研究进展，以期能够为保障特殊人群碘营养适宜及全民食盐加碘政策的科学实施提供理论依据。

1、碘的膳食参考摄入量

为评价人群碘营养状况、保证碘营养适宜，国际组织和各国政府均制定了碘的膳食摄入量 (Dietary Reference Intakes)，包括碘平均需要量 (Estimated Average Requirements, EAR)、推荐摄入量 (Recommended Nutrient Intake, RNI)、适宜摄入量 (Adequate Intakes, AI)、可耐受最高摄入量 (Tolerable Upper Intake Levels, UL) 等。

基于人群碘适宜的需求，国际组织和各国政府均制定了

碘的膳食摄入量标准，其最直接有效的证据来自于人体代谢实验和人群流行病学调查。因为有关人体碘代谢研究的数据较少，我国标准的制定缺乏国人的研究数据，2000年版中国居民膳食营养素参考摄入量的制定多采纳或参考了WHO及美国等的相关数据，随后2013版DRIs应用循证营养学方法采集国内外最新研究成果和相关组织文件，结合国人生理特点进行了增补和修订，并增加了我国成年人碘UL数据^[1]，但是其他人群数据还是经过推算得到，缺少直接证据。因此，确定我国不同人群碘适宜摄入水平、评价和保证居民碘营养状况具有重要意义。

2、不同人群碘安全摄入水平的制定

2.1 成人

碘安全水平的制定目标是保护健康人群中绝大多数的成员碘营养适宜。目前国外关于成人碘安全摄入水平数据还是来自于20世纪80年代，美国Gardner^[2]和Paul^[3]进行的人体代谢实验。选择碘摄入量1700 μg以不确定系数(UF)为1.5来确定成人碘的UL为1100 μg/d。欧盟^[4]同样在Gardner和Paul的实验基础上，结合了5年的流行病学调

查,发现成人的碘暴露水平约为 $30 \mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{d}$ 时,无临床甲状腺病理改变,得到成人的每日碘暴露量约为 $1800 \mu\text{g}$,并根据 UF 为 3,得出成人碘的 UL 为 $600 \mu\text{g}/\text{d}$ 。为获得国人的数据,张万起团队在 2004 年中国营养学会和 2008 年国家自然科学基金的支持下,开展了我国碘安全摄入量的成人双盲 RCT 实验研究^[5, 6],得到中国居民成人碘安全摄入水平 (UL) 为 $600 \mu\text{g}/\text{d}$ ^[11]。与国外经典研究相比,该研究以更多的志愿者 (8 倍)、更细的剂量分组 (4 倍) 以及更长的观察周期 (2 倍),获得证据度更高的研究结果,且该研究首次以我国居民作为观察对象,更好地反映国人碘需求,确定国人碘安全水平。但是,与普通人群相比,某些特别敏感人群会不同于健康人群,如孕乳婴和儿童等特殊人群对碘缺乏和过量均相对较为敏感^[7, 8]。

2.2 儿童

美国对不同年龄段儿童碘的 RNI 是根据 Ingenbleek^[9] 等碘平衡实验研究,确定了 1-8 岁儿童 EAR $65 \mu\text{g}/\text{d}$, 9~13 岁儿童 EAR 是根据代谢体重 ($\text{kg}^{0.75}$) 从成人外推得到为 $73 \mu\text{g}/\text{d}$, 14-18 岁儿童 EAR 为 $95 \mu\text{g}/\text{d}$ 。取变异系数 CV 为 20% 计算 RDA 的值,最终得到 1~8 岁儿童 RDA 为 $90 \mu\text{g}/\text{d}$, 9~13 岁为 $120 \mu\text{g}/\text{d}$, 14~18 岁为 $150 \mu\text{g}/\text{d}$ ^[10]。国际上关于儿童碘的安全上限值目前还没有统一的参考值。美国以成人 UL $1100 \mu\text{g}/\text{d}$ 为依据,根据体重调整得出 4-8 岁儿童碘 UL 为 $300 \mu\text{g}/\text{d}$, 9-13 岁儿童碘的 UL 为 $600 \mu\text{g}/\text{d}$ ^[11]。欧盟同样也是在成人 UL 为 $600 \mu\text{g}/\text{d}$ 的基础上,根据体表面积调整得出,7-10 岁儿童碘 UL 为 $300 \mu\text{g}/\text{d}$, 11-14 岁儿童碘的 UL 为 $450 \mu\text{g}/\text{d}$ ^[4]。我国 2013 版 DRIs 儿童 UL 根据成人标准、儿童体重推算得出,11~17 岁儿童碘的 UL 水平,7-10 岁儿童及 11-14 岁儿童的 UL 值分别为 $600 \mu\text{g}/\text{d}$ 、 $300 \mu\text{g}/\text{d}$ 和 $400 \mu\text{g}/\text{d}$ 。Farebrother 和 Zimmermann 等人根据尿碘浓度估测每日的碘摄入量,发现肯尼亚地区学龄期儿童 $382 \mu\text{g}/\text{d}$ 的碘摄入水平以及坦桑尼亚地区儿童 $468 \mu\text{g}/\text{d}$ 的每日碘摄入量, Tg 浓度显著升高^[12]。张万起教授课题组等对我国不同地区学龄儿童进行横断面调查发现,儿童尿碘浓度 $300 \mu\text{g}/\text{L}$ 时甲状腺体积出现轻度增大。尿碘浓度大于 $600 \mu\text{g}/\text{L}$ 是亚临床甲减的危险因素,首次提出了当前中国儿童 $800 \mu\text{g}/\text{d}$ 碘摄上限值对于我国儿童偏高的结论^[13]。为了更精准观察不同碘

暴露对于儿童健康的影响,获得直接来自儿童的碘安全数据,后续选择不同水碘暴露地区儿童进行营养流行病学调查发现,重复两次 24 小时尿样采集与爱荷华大学合作利用 BLUP 方法推导出碘的摄入量,再结合甲状腺体积及功能等项指标评价得出 7-10 岁儿童在 $250-300 \mu\text{g}/\text{d}$ 的发生甲肿风险显著增大,而 11-14 岁儿童 $300-400 \mu\text{g}/\text{d}$ 的发生甲肿风险显著增大,并且随着碘摄入量的增加而增加。结合各指标,最后推荐 7-10 岁儿童的碘摄入量不宜超过 $250 \mu\text{g}/\text{d}$, 11-14 岁儿童的碘摄入量不宜超过 $300 \mu\text{g}/\text{d}$ ^[14]。

2.3 孕妇

美国、加拿大、澳大利亚、新西兰及 WHO 对孕妇碘的 RNI 是根据 Delange 等^[15] 对新生儿甲状腺碘含量研究,估计胎儿每日甲状腺碘摄取量为 $75 \mu\text{g}/\text{d}$,而非妊娠妇女 EAR 为 $95 \mu\text{g}/\text{d}$,从而得到孕妇 EAR 为 $170 \mu\text{g}/\text{d}$ 。根据 Delange^[15] 等对新生儿碘平衡的研究,若胎儿平均体重为 3kg,则充分发育胎儿的平均碘保留量为 $22 \mu\text{g}/\text{d}$ 。Dworkin 等^[16] 研究证实孕妇摄入碘为 $160 \mu\text{g}/\text{d}$ 时可达到碘平衡。因此,EAR 范围从 $117 (22+95) \sim 160 \mu\text{g}/\text{d}$ 。根据 Berghout 和 Wiersinga、Romano 等和 Glinoe^[17, 19] 这三项妊娠期碘补充研究,确定孕妇 EAR 为 $160 \mu\text{g}/\text{d}$, RDA 为 EAR 的 140%,即为 $220 \mu\text{g}/\text{d}$ 。2012 年,张万起课题组评估高碘和适碘地区孕晚期孕妇碘摄入量对其甲状腺功能的影响时,发现了当尿碘浓度大于 $250 \mu\text{g}/\text{L}$ 时,其发生亚临床甲状腺功能减退的危险性增大,从而影响新生儿的甲状腺功能。建议孕妇碘摄入量不应超过 $500 \mu\text{g}/\text{d}$ 。此研究明确了孕期过量碘摄入与孕妇健康的关系,在我国首次提出了可能对孕妇造成危害的尿碘排泄量水平的界限值^[20]。2014 年欧洲甲状腺协会发布了“妊娠期妇女和儿童亚临床甲状腺功能减退症管理指南”,在指南中引用了上述研究结果。2015 年,滕卫平课题组对我国 7190 名孕妇的横断面研究也进一步证实了此结果:在碘充足的地区,孕早期孕妇碘摄入的上限尿碘浓度不应超过 $250 \mu\text{g}/\text{L}$ ^[21]。在最新的孕妇碘平衡实验中,张万起课题组研究发现,孕妇早中晚三期的“零碘平衡值”没有统计学差异,并根据适碘地区孕妇的数据得到了 $313.2 \mu\text{g}/\text{d}$ 的零碘平衡值。当区分孕妇碘营养背景,发现“零碘平衡值”随着碘摄入量的改变发生漂移,这一现象在后续的动物平衡实验中得到了证实^[22]。

以上研究都为孕妇碘 DRIs 提供了重要的数据支持。

3、个体碘营养评价方法

碘营养的评价方法有许多种，但适用条件不同，如尿碘中位数、甲状腺肿大率、新生儿 TSH 筛查阳性率等指标适用于人群营养水平的评价，但随着公众健康诉求的日益增高，人群评价指标渐渐无法满足“人人碘适宜”的需要。此外，不同人群碘膳食推荐摄入量的研究也需要基于对个体碘营养状况的评价。个体碘营养评价指标包括甲状腺体积、甲状腺功能、24h 尿碘排出量和血清碘等。其中，24h 尿碘排出量较随机尿碘更为准确，但其采集困难，也会受到近期膳食碘摄入水平的影响^[23]。近年来，基于国人数据，尿碘评价人群碘营养状况的有效性也得到了评估^[24, 25]。此外，基于国人数据的儿童甲状腺体积标准、血清碘、唾液碘评价效果也有了研究进展^[26-30]。

新时代背景下，随着公民生活水平的提高和精准医疗的发展，个体碘营养评价的便捷、快速、精准的需求也在不断增加。互联网结合碘膳食频率问卷为实现个体精准碘营养的快速评价提供了新途径。食物频率问卷可反映调查对象长期膳食的平均化水平，经过碘营养考量优化的碘专用食物频率问卷更快捷，可稳定地评价个体的碘营养状况，其有效性已被国内外研究多次验证^[31-33]。膳食评价结合互联网、手机 APP 应用于个体营养评估的系统正在逐渐完善，有待推广应用^[34, 35]。此评价方式在国际上也被广泛认同^[36, 37]。相比较于常规碘营养评价方法，基于地域饮食特点和膳食频率问卷构建的“互联网+”个体碘营养状况评价的方式，将节省大量的人力、物力和财力，具有更好的使用前景和应用价值，这也将是新时代个体精准碘营养评价的发展方向。

4、挑战与展望

我国地理环境复杂，水碘分布不均，为满足各地碘营养需求，全民食盐加碘经历了“全民食盐加碘—下调碘盐浓度—各省灵活选择”的政策沿革，但从 2017 年的监测数据来看仍然存在缺碘与高碘并存的问题，尤其的儿童和孕妇等特殊人群^[38]是碘营养关注的重点人群，需要进一步研究特殊的提供更为精准的碘营养干预策略。

同时，不同人群碘膳食营养参考摄入量还有待完善，特别是针对儿童、孕妇、乳母及婴幼儿等群体的碘参考摄入量的研究数据较少，仍是今后研究工作的重点内容。此外，近年来高碘与甲状腺疾病（如甲状腺结节、甲状腺癌）的关系是社会各界的关注焦点也一直存在争议，两者间的因果联系及机制亟需进一步明确。因此，从公众健康诉求出发，顺应时代发展，不断完善人群碘营养标准数据和监测指标体系，实现“因地制宜、分类指导、科学补碘”，达到全民碘营养适宜的目标，助力健康中国战略的实施。

参考文献

- [1] 张万起：碘，中国营养学会，editor，中国居民膳食营养素参考摄入量（2013 版），北京：科学出版社，2014：230-237.
- [2] Gardner D F, Centor R M, Utiger R D. Effects of low dose oral iodide supplementation on thyroid function in normal men[J]. Clin Endocrinol (Oxf), 1988, 28(3): 283-8.
- [3] Paul T, Meyers B, Witorsch R J, Pino S, Chipkin S, Ingbar S H, Braverman L E. The effect of small increases in dietary iodine on thyroid function in euthyroid subjects[J]. Metabolism, 1988, 37(2): 121-4.
- [4] Scientific Committee on Food E C. Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of Iodine[J], 2002.
- [5] Sang Z, Wang P P, Yao Z, Shen J, Halfyard B, Tan L, Zhao N, Wu Y, Gao S, Tan J, Liu J, Chen Z, Zhang W. Exploration of the safe upper level of iodine intake in euthyroid Chinese adults: a randomized double-blind trial[J]. Am J Clin Nutr, 2012, 95(2): 367-73.
- [6] 桑仲娜，沈钧，刘嘉玉，吴蕴棠，陈祖培，张万起。关于成人碘安全摄入量的探讨[J]。营养学报，2009，31(1)：15-20.
- [7] Chen R, Li Q, Cui W, Wang X, Gao Q, Zhong C, Sun G, Chen X, Xiong G, Yang X, Hao L, Yang N. Maternal Iodine Insufficiency and Excess Are Associated with Adverse Effects on Fetal Growth: A Prospective Cohort Study in Wuhan, China[J]. J Nutr, 2018, 148(11): 1814-1820.

- [8] Farebrother J, Zimmermann M B, Andersson M. Excess iodine intake: sources, assessment, and effects on thyroid function[J]. *Ann N Y Acad Sci*, 2019, 1446(1): 44-65.
- [9] Ingenbleek Y, Malvaux P. Iodine balance studies in protein-calorie malnutrition[J]. *Arch Dis Child*, 1974, 49(4): 305-9.
- [10] Efsa Panel on Dietetic Products N, Allergies. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for iodine[J]. 2014, 12(5): 3660.
- [11] Institute of Medicine (IOM). Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc[M]. Washington, DC: The National Academies Press, 2001: 800.
- [12] Farebrother J, Zimmermann M B, Abdallah F, Assey V, Fingerhut R, Gichohi-Wainaina W N, Hussein I, Makokha A, Sagno K, Untoro J, Watts M, Andersson M. Effect of Excess Iodine Intake from Iodized Salt and/or Groundwater Iodine on Thyroid Function in Nonpregnant and Pregnant Women, Infants, and Children: A Multicenter Study in East Africa[J]. *Thyroid*, 2018, 28(9): 1198-1210.
- [13] Sang Z, Chen W, Shen J, Tan L, Zhao N, Liu H, Wen S, Wei W, Zhang G, Zhang W. Long-term exposure to excessive iodine from water is associated with thyroid dysfunction in children[J]. *J Nutr*, 2013, 143(12): 2038-43.
- [14] Chen W, Li X, Wu Y, Bian J, Shen J, Jiang W, Tan L, Wang X, Wang W, Pearce E N, Zimmermann M B, Carriquiry A L, Zhang W. Associations between iodine intake, thyroid volume, and goiter rate in school-aged Chinese children from areas with high iodine drinking water concentrations[J]. *Am J Clin Nutr*, 2017, 105(1): 228-233.
- [15] Delange F, Burgi H. Iodine deficiency disorders in Europe[J]. *Bull World Health Organ*, 1989, 67(3): 317-25.
- [16] Dworkin H J, Jacques J A, Beierwaltes W H. Relationship of iodine ingestion to iodine excretion in pregnancy[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 1966, 26(12): 1329-42.
- [17] Berghout A, Wiersinga W. Thyroid size and thyroid function during pregnancy: an analysis[J]. *Eur J Endocrinol*, 1998, 138(5): 536-42.
- [18] Romano R, Jannini E A, Pepe M, Grimaldi A, Olivieri M, Spennati P, Cappa F, D'armiento M. The effects of iodoprophylaxis on thyroid size during pregnancy[J]. *Am J Obstet Gynecol*, 1991, 164(2): 482-5.
- [19] Glinoe D. Iodine supplementation during pregnancy: importance and biochemical assessment[J]. *Exp Clin Endocrinol Diabetes*, 1998, 106 Suppl 3: S21.
- [20] Sang Z, Wei W, Zhao N, Zhang G, Chen W, Liu H, Shen J, Liu J, Yan Y, Zhang W. Thyroid dysfunction during late gestation is associated with excessive iodine intake in pregnant women[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2012, 97(8): E1363-9.
- [21] Shi X, Han C, Li C, Mao J, Wang W, Xie X, Li C, Xu B, Meng T, Du J, Zhang S, Gao Z, Zhang X, Fan C, Shan Z, Teng W. Optimal and safe upper limits of iodine intake for early pregnancy in iodine-sufficient regions: a cross-sectional study of 7190 pregnant women in China[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2015, 100(4): 1630-8.
- [22] 王伟. 妊娠期妇女碘平衡实验及尿碘/肌酐比值应用于碘营养评价研究 [D]. 2019.
- [23] Peniamina R, Skeaff S, Haszard J J, Mclean R. Comparison of 24-h Diet Records, 24-h Urine, and Duplicate Diets for Estimating Dietary Intakes of Potassium, Sodium, and Iodine in Children[J]. *Nutrients*, 2019, 11(12).
- [24] Zhang H, Wu M, Yang L, Wu J, Hu Y, Han J, Gu Y, Li X, Wang H, Ma L, Yang X. Evaluation of median urinary iodine concentration cut-off for defining iodine deficiency in pregnant women after a long term USI in China[J]. *Nutr Metab (Lond)*, 2019, 16: 62.
- [25] Yang L, Li M, Liu X, Wu M, Zhang J, Zhao L, Ding G, Yang X. Evaluation of Iodine Nutritional Status Among Pregnant Women in China[J]. *Thyroid*, 2020, 30(3): 443-450.

- [26] Chen W, Zhang Q, Wu Y, Wang W, Wang X, Pearce E N, Tan L, Shen J, Zhang W. Shift of Reference Values for Thyroid Volume by Ultrasound in 8- to 13-Year-Olds with Sufficient Iodine Intake in China[J]. *Thyroid*, 2019, 29(3): 405-411.
- [27] Cui T, Wang W, Chen W, Pan Z, Gao S, Tan L, Pearce E N, Zimmermann M B, Shen J, Zhang W. Serum Iodine Is Correlated with Iodine Intake and Thyroid Function in School-Age Children from a Sufficient-to-Excessive Iodine Intake Area[J]. *J Nutr*, 2019, 149(6): 1012-1018.
- [28] Pan Z, Cui T, Chen W, Gao S, Pearce E N, Wang W, Chen Y, Guo W, Tan L, Shen J, Zhang W. Serum iodine concentration in pregnant women and its association with urinary iodine concentration and thyroid function[J]. *Clin Endocrinol (Oxf)*, 2019.
- [29] Liu P, Su X, Li M, Shen H, Yu J, Kelly P J, Meng F, Liu L, Fan L, Li M, Liu S, Sun D. Should urinary iodine concentrations of school-aged children continue to be used as proxy for different populations? Analysis of data from Chinese national surveys[J]. *Br J Nutr*, 2016, 116(6): 1068-76.
- [30] Guo W, Pan Z, Zhang Y, Jin Y, Dong S, Wu W, Chen W, Zhang W. Saliva Iodine Concentration in Children and Its Association with Iodine Status and Thyroid Function[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2020, 105(9).
- [31] Sam C H Y, Skidmore P, Skeaff S, Wall C, Bradbury K E, Parackal S. Relative Validity and Reproducibility of a Short Food Frequency Questionnaire to Assess Nutrient Intakes of New Zealand Adults[J]. *Nutrients*, 2020, 12(3).
- [32] Gunes F E, Imeryuz N, Akalin A, Bekiroglu N, Alphan E, Oguz A, Dehghan M. Development and validation of a semi-quantitative food frequency questionnaire to assess dietary intake in Turkish adults[J]. *J Pak Med Assoc*, 2015, 65(7): 756-63.
- [33] Wu Y, Chen W, Shen J, Tan L, L'abbe M R, Pearce E N, Wang W, Tian X, Wang W, Zhang W. Reproducible and reliable general semiquantitative food frequency questionnaire for evaluating iodine intake in Chinese children[J]. *Nutr Res*, 2018, 55: 72-80.
- [34] 张万起, 陈雯. 解决当前重点人群碘营养问题的关键策略: 个体化碘适宜方案 [C]. 中国营养学会微量元素营养第十二次学术会议暨第六届微量元素营养分会会员大会, 2014: 2.
- [35] 张万起. 解决当前重点人群碘营养问题的关键策略——基于互联网的公众个体化碘适宜方案 [C]. 第十二届全国营养科学大会, 2015: 1.
- [36] Carter M C, Albar S A, Morris M A, Mulla U Z, Hancock N, Evans C E, Alwan N A, Greenwood D C, Hardie L J, Frost G S, Wark P A, Cade J E. Development of a UK Online 24-h Dietary Assessment Tool: myfood24[J]. *Nutrients*, 2015, 7(6): 4016-32.
- [37] Cade J E. Measuring diet in the 21st century: use of new technologies[J]. *Proc Nutr Soc*, 2017, 76(3): 276-282.
- [38] 中国疾病预防控制中心地方病控制中心. 2017 年度全国碘缺乏病监测、水源性高碘地区监测情况 (摘要) [R]. 2017.

加工食品碘盐使用对中国人群碘摄入影响的研究

Study of the effect of iodized salt utilization in processed foods on the iodine intakes in Chinese residents

杨晓光, 王惠君, 王竹, 何宇纳, 徐菁, 李秀维, 杨丽琛, 李敏, 徐维盛

Xiaoguang Yang, Huijun Wang, Zhu Wang, Yuna He, Jing Xu, Xiuwei Li, Lichen Yang, Min Li, Weisheng Xu

中国疾病预防控制中心营养与健康所, 北京, 中国

National Institute for Nutrition and Health, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing, China

摘要:

加工食品是否使用碘盐可能对保证人群的碘营养状况发挥重要作用。但是, 目前缺乏有关加工食品碘盐使用情况及摄入量的评估资料。我们拟通过采集市售常见加工食品分析碘含量, 并结合“2015年中国居民营养状况变迁的队列研究”中膳食调查数据分析我国居民加工食品中膳食碘摄入情况。结果表明以谷薯类食物为主要原料的加工食品和肉制品碘盐使用率超过75%, 而调味料使用率不超过20%。“2015年中国居民营养状况变迁的队列研究”结果显示人群碘的摄入量随年龄增加, 65岁以下成年人平均每日碘的摄入量为 $219.9 \mu\text{g}/\text{d}$, 男性高于女性。成年人家庭烹调食盐占57.4%, 在外就餐摄入盐占8.1%, 家庭用餐食物占21.0%, 在外就餐食物占3.3%, 家庭烹调调味品占2.7%, 水占5.5%, 加工食品占1.9%。由于我国绝大部分地区外环境普遍缺碘, 除高水碘地区外实施普遍食盐加碘的措施, 但目前在城市中特别是大城市内无碘盐自由选购的情况下, 加工食品(预包装)使用加碘食盐对持续保持消除碘缺乏的作用比以前更加重要, 应该继续坚持在加工食品(预包装)食品使用加碘食盐的策略, 有利于防止碘摄入不足的风险增加。

Abstract:

Iodized salt utilization in processed foods contribute, most likely, to the iodine nutrition of Chinese residents. Yet, up to now, there is lack of assessment data on iodized salt utilization in processed foods and

therefore we planned to measure iodine contents in common processed foods on the market and investigate, in combination with data from "The 2015 China Nutrition Transition Cohort Study". It can be concluded, based on iodine contents determination, the utilization rate of iodized salt in processed foods and in processed meat products with cereals and potatoes as the main ingredients was more than 75%, while said rate in seasonings was less than 20%. The findings from "The 2015 China Nutrition Transition Cohort Study" showed that the population's iodine intakes increased with age. The average daily iodine intakes of adults aged under 65 was $219.9 \mu\text{g}/\text{d}$, being higher in men than in women. For adults, 57.4% iodine intakes came from salt for home cooking, 8.1% from eating out, 21.0% from home made foods, 3.3% from meals made in restaurants, 2.7% from seasonings for home cooking, 5.5% from drinking water and 1.9% from processed foods. Iodine deficiency is still widespread in most parts of the geographical environment in China and salt iodization policy has been implementing except in high water iodine areas. Yet, under the current circumstances of free choice of iodized salt and common salt in the market in urban areas especially in big cities, use of iodized

salt in manufacturing of processed foods(pre-packaged foods) is important than ever before in helping persistently eliminate iodine deficiency in China. The strategy of using iodized salt in manufacturing of processed foods(pre-packaged foods) should be continued and it helps prevent the increase of risk on insufficient iodine intakes.

近年来营养监测数据表明，我国居民的膳食结构和食物消费均发生了较大变化，加工食品的消费更为普遍。盐业体制的改革，公众可以自由选购加碘食盐和无碘盐，目前已有部分城市碘盐覆盖率低于90%，因此加工食品是否使用碘盐可能对保证人群的碘营养状况发挥重要作用。我们拟通过采集市售常见加工食品分析碘含量，并结合“2015年中国居民营养状况变迁的队列研究”中膳食调查数据分析我国居民加工食品中膳食碘的摄入情况，综合评估我国加工食品中碘盐使用对人群碘摄入的影响，为国家持续消除碘缺乏病，制定因地制宜的碘盐政策提供基础数据。

1、方法

1.1 定义

本研究中加工食品(预包装)指的是除家庭加工(生食)、餐馆加工食品之外的其它加工食品。

1.2 预包装食品中碘含量分析

1.2.1 食品原料本底碘含量分布范围分析：

汇总《中国食物成分表》中食物碘含量数据、《2015年-2016年碘摄入状况风险评估项目》中不同水碘地区食物碘含量数据，按照品种相似、性状一致、含量水平相近原则对数据进行整理，获得同类食物中碘含量本底值的中位数和P5~P95的区间范围，并以此作为原料本底判断的依据。

1.2.2 预包装食品总碘含量测定：

2018年-2019年分别在北京、深圳、广州、杭州、西宁、喀什等地大型超市，采集预包装食品；每种样品至少来自3个超市或3个批号的抽样，经等质等量混合后制成待测样品。测定方法为铷铯催化分光光度法(GB 5009.267—2016)与ICP-MS方法。

1.2.3 统计分析：

由于预包装食品经加工后碘含量受到原料本底、加工工艺、用盐量 and 是否使用碘盐等多种因素的影响，使碘含量变异较大。为了便于观测碘的主要来源，对检测数据进行分层整理，以主要原料(水除外)碘含量P95为界限值，小于等于P95的数据列入A区，大于P95的数据列入B区，分别统计各类食品中A、B两区的样品个数、碘含量中位数及范围值。

1.3 膳食数据来源：

2015年中国居民营养状况变迁的队列研究：中国疾病预防控制中心营养与健康所承担的国家财政项目“中国居民营养状况变迁的队列研究”。该项目是以“中国健康与营养调查(CHNS)”项目为基础开展的追踪研究。首轮调查开始于1989年，至2015年共进行了10轮调查，覆盖黑龙江、辽宁、江苏、山东、河南、湖北、湖南、广西、贵州、北京、上海、重庆、陕西、浙江和云南15省(自治区、直辖市)，按经济水平在每个省(自治区、直辖市)选取2个城市和4个县，每个市县抽取4个居委会或村作为调查点，共360个调查点；每个调查点随机抽取20个调查户，调查户内所有的家庭成员作为调查对象，共7200个调查户，约2万名调查对象。

1.4 食物中碘含量的取值：

按照中国食物成分表第2版(2009)以及新近完成的不同水碘地区食物碘含量研究的结果，标准碘盐中碘含量按照25mg/kg计算。盐碘的摄入量由盐碘的含量与食盐的消费量相乘得到，食用盐中碘的烹调损失率采用WHO/UNICEF/ICCIDD推荐的20%。

1.5 加工食品碘含量的取值：

加工食品碘含量数据来自对377种预包装调味品和473种常见预包装食品的碘含量分析。从食物消费量估算，850种加工食品碘含量数据涵盖了“中国居民营养状况变迁的队列研究”2015年膳食调查中约80%的预包装盐和调味品的消费，约70%的一般预包装食品消费。对于没有碘含量的加工食品，使用同一品种，不同品牌的加工食品碘含量的中位数赋值。

2、结果

2.1 食物中碘含量分析

2.1.1 各类食物（原料）本底碘含量天然分布状况

项目共收集来自5个水碘水平15个市县地区的集贸市场、

4个沿海地区的水产市场以及6个大城市超市，共计764个原型食物样品进行了碘含量分析。受到品种、食用部位、种植环境等因素的影响，各类食物碘含量富集状况变异较大。

按照类别、含量相近原则对食物碘含量进行分布范围汇总（表1）。

表1 不同种类食物原料本底碘含量分布范围（ $\mu\text{g}/100\text{g}$ ）

类别	n	碘含量（ $\mu\text{g}/100\text{g}$ ）		
		P ₅	P ₉₅	中位数
谷物	161	Tr	8.4	1.2
薯类	14	Tr	3.4	1
豆类	44	Tr	8.2	1.5
蔬菜	292	Tr	8	1.6
水果	15	Tr	3.2	Tr
菌藻				
木耳/银耳	15	1	35.7	8.2
菌菇（鲜）	30	Tr	8.8	1.3
藻类	12	2.10E+03	1.50E+05	5.40E+03
禽畜类				
畜禽肉	60	Tr	7.1	2.9
动物内脏	28	Tr	77.3	7.1
水产类				
鱼	33	5.8	79	17.7
虾蟹（鲜）	12	13.3	96.8	30
贝类（鲜）	13	38.7	126	65.4
蛋类				
鸡蛋	12	11.8	45.7	22.9
鸭蛋	12	13.3	131	40
鹌鹑蛋	6	71.7	250	239
牛乳（鲜）	5	14.3	34.8	26.8

注：表格中Tr表示低于检出限（0.3 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ），余同。

2.1.2 预包装加工食品碘含量

项目共完成751份预包装加工食品碘含量的测定，其中25份样品配料中没有食用盐，有6份配料中有食用盐但钠含量标示值低于120mg/100g（符合GB28050低钠声称），这

些食品碘含量水平基本与主要原料分布范围相似，因此合并数据列于表2，其中蛋卷和糕点因配料中含有蛋、奶、海苔，碘含量略高其他谷物食品。

表2 无食用盐和低钠预包装食品碘含量

样品类别	n	碘含量(mg/100g)		备注
		中位数	分布范围	
主食	9	0.5	Tr~6.2	馒头/豆包/花卷/挂面/米粉
饼干糕点	5	6.3	3.5~18.8	威化饼干/蛋糕/派
蛋卷	3	31.3	20.5~45.7	配料中含有鸡蛋、海苔
乳制品	6	25.9	4.7~61.4	酸乳/炼乳/淡奶油
豆腐	2	3.2	-	北豆腐、白豆干
灌肠	1	3.5	-	淀粉类食品

其余 720 份食品样品，主要包括以谷、薯、豆、肉、蛋、奶、坚果等食物为主要原料的食品 246 份、调味品 344 份，以及含海苔的食品 130 份，数据分别列于表 3~表 5，为了说明碘和盐的关系，同时列出对应的钠含量标示值。

谷薯类制品中 75% 的样品 (85/114) 碘含量大于 P₉₅ (8g/100g)；膨化食品、方便食品、面筋制品基本全部使用了碘盐，碘含量明显随钠标示值增高而有增高趋势；挂面/面条、速冻食品（不含调味料）的碘含量大多来自碘盐；

面包糕点和饼干样品中混有因来自蛋或乳粉的碘。肉制品中 87.0% (80/92) 样品碘含量超过 8g/100g。包括香肠、蒜肠、小肚、热狗肠、火腿、培根等的肉肠类制品、酱烧烤肉制品及肉干（脯）类制品碘含量水平较为接近；腊肉由于用盐量较大且水分含量较低，碘含量相对较高；调制肉和肉罐头碘含量整体偏低。鱼蛋奶制品碘含量基本在原料分布范围内，豆及坚果制品受工艺影响较大。

表3 预包装食品碘含量分布情况

类别	钠含量标示值 (mg/100g)	碘含量 (mg/100g)			
		A区		B区	
		n	中位数 (范围值)	n	中位数 (范围值)
谷薯类制品					
花卷/饼	440 (198~518)	1	Tr	7	15.7 (12.6~23.4)
挂面/面条	523 (275~1200)	4	3.3 (1.0~6.2)	13	25.8 (15.5~51.1)
面包糕点	280 (209~415)	6	2.8 (0.2~8.0)	17	17.5 (10.0~32.8)
饼干	350 (224~749)	14	4.1 (0.3~8.0)	15	16.2 (10.1~184)
速冻食品 (不含调料)	424 (296~785)	4	6.0 (0.6~7.5)	11	16.7 (12.4~37.4)
膨化食品	667 (440~755)		-	8	39.8 (23.6~102)
方便面/米粉	2200 (867~3005)		-	10	97.6 (24.0~313)
面筋制品	2740 (2400~3290)		-	4	149 (141~171)
豆及坚果制品					
豆干/丝	741 (88~984)	3	1.3 (0.8~4.8)	8	53.0 (28.3~142)
坚果	663 (140~827)	9	0.6 (Tr~5.3)	2	142 (62.1~221)
肉类制品					

(表3) 续表

类别	钠含量标示值 (mg/100g)	碘含量 (mg/100g)			
		A区		B区	
		n	中位数 (范围值)	n	中位数 (范围值)
肉肠*	968 (619~1186)	1	1.9	39	41.7 (20.2~112)
腊肉 (肠)	1761 (1211~3180)	2	3.9 (1.8~6.0)	5	128 (69.9~170)
酱烧烤肉	944 (600~2160)	2	Tr	23	43.9 (9.7~143)
肉干 (脯)	1170 (767~1967)	1	6	7	42.7 (13.8~54.1)
肉罐头/调制肉	799 (475~994)	6	2.8 (2.2~8.0)	6	10.6 (9.3~19.5)
乳制品					
奶酪	1283 (1080~1324)	3	12.8 (4.8~13.1)		
蛋类制品					
卤蛋	711 (660~731)			3	48.4 (47.8~66.4)
皮蛋	810	2	39.4 (38.7, 40.1)		
咸蛋	2018 (1763~2706)	2	81.5(76.3, 86.8)	1	153
鱼制品					
鱼罐头	1276(713~4039)	5	26.7(17.4~30.3)		
烤鱼 (丸)	994	2	57.2 (46.4, 67.9)		
总计		67		179	

344 份调味品共包括涉及 74 个品牌的 261 份酱油样品和 83 份其他类型调料。酱油碘含量分布范围很广 (Tr ~ 896 g/100g), 其中有 219 份样品 (74.7%) 低于 20 g/100g, 另有 25 份 (8.5%)、19 份 (6.5%)、30 份 (10.2%) 样品分别分布在 (20~100)g/100g、(100~400)g/100g 和 (400~896)

g/100g 区间范围内, 总体中位数为 4.0g/100g。调味品由于钠含量较高, 利用钠和碘的比例关系也可帮助推测碘盐的使用情况, 结果表明接近 90% 的酱油产品未使用碘盐。表 4 给出了其余调味料碘含量检测结果情况, 总体上 73.5% (61/83) 以上样品碘含量处于较低水平。

表4 部分调味品碘含量

类别	钠含量标示值 (mg/100g)	碘含量 (mg/100g)			
		A区		B区	
		n	中位数 (范围值)	n	中位数 (范围值)
醋	-	6	3.6 (1.3~11.3)	5	26.7 (23.2~41.6)
料酒	-	3	1.5 (1.4~3.6)	2	36.0 (34.9~37.0)
蚝油	4520 (4367~5447)	7	9.8 (2.9~17.9)		-
豆酱/豆豉	4660 (2340~11000)	3	2.1 (0.7~5.1)	2	57.6 (54.3~60.9)
豆腐乳	3490 (3000~4130)	7	2.1 (0.1~3.7)		
辣椒酱	3500 (2541~4223)	1	8	4	127 (104~278)

(表4) 续表

类别	钠含量标示值 (mg/100g)	碘含量 (mg/100g)			
		A区		B区	
		n	中位数 (范围值)	n	中位数 (范围值)
沙拉酱	798 (618 ~ 1196)	4	2.3 (1.1~5.6)		
调味汁	3994 (1560 ~ 5333)	5	2.6 (2.4 ~ 13)	3	198 (180 ~ 202)
鸡精 (调味料)	20000 (18000 ~ 22020)	6	7.4 (4.9~23.8)	3	725 (560 ~ 1865)
火锅底料	5050 ~ 6546	3	10.7 (0.3 ~ 30.8)		
咸菜	1841 (520 ~ 6280)	16	3.4 (0.9 ~ 39.7)	3	100 (85.6 ~ 214)
总计		61		22	

另外, 表5列出给出7种调味海苔和123种配料中含有海苔的谷薯类制品的碘含量。由于难以界定碘的来源, 故仅给出中位数和分布范围, 供参考。

表5 蛋奶鱼制品及含海苔/紫菜食品碘含量

类别	n	钠含量标示值 (mg/100g)	碘含量 (mg/100g)	
			中位数	分布范围
调味海苔	7	1490 (380 ~ 2700)	1800	744 ~ 5875
糕点/蛋卷	18	293 (37 ~ 830)	47.7	20.6 ~ 190
饼干	33	485 (198 ~ 1142)	53.4	10.4 ~ 460
膨化食品	72	607 (140 ~ 1610)	54.3	2.4 ~ 608

2.2 加工食品使用对人群碘摄入影响的研究

研究共有来自7200个家庭的共18658人完成了膳食调查。按照前述方法估算了平均每日碘的摄入量, 剔除异常值, 共有

2.2.1 样本基本情况: 2015年中国居民营养状况变迁的队列

18123人纳入为分析样本(表6)。

表6 样本人群分布

年龄 (岁)	男性	女性	总数
2-	599	520	1119
7-	457	436	893
11-	284	250	534
14-	214	178	392
18-	5588	6425	12013
65-	1512	1660	3172
总计	8654	9469	18123

2.2.2 膳食碘摄入状况及其食物来源：人群碘的摄入量随年龄增加（表7），按照平均水碘 $5 \mu\text{g/L}$ 计算，65岁以下成年人平均每日碘的摄入中位数 $219.9 \mu\text{g/d}$ ，其中男性为 $236.1 \mu\text{g/d}$ ，女性 $206.9 \mu\text{g/d}$ 。食用碘盐是碘的主要来源，其次为除加工食品外的其他食物提供的碘（表8）。其中成年人家庭烹调食盐占 57.4%，在外就餐摄入盐占 8.1%，家

庭用餐食物占 21.0%，在外就餐食物占 3.3%，家庭烹调调味品占 2.7%，水占 5.5%，加工食品提供的碘最低，占平均每日摄入碘总量的 1.9%（表9）。18岁以下人群加工食品的消费量高，因此其加工食品平均每日提供的碘量高于 18岁以上的成年人。

表7 2015年中国部分人群碘的摄入量 ($\mu\text{g/d}$, P50 (P25-P75))

年龄 (岁)	男性	女性	合计
2-	133.8(90.8-203.2)	123.9(89.0-181.3)	129.7(90.1-195.8)
7-	184.3(127.4-260.0)	176.9(119.7-252.0)	180.2(122.6-256.8)
11-	192.1(126.3-278.8)	176.7(117.1-258.5)	181.2(121.3-270.1)
14-	216.8(147.2-296.3)	182.7(126.0-260.7)	202.9(139.3-288.1)
18-	236.1(166.0-340.4)	206.9(142.3-293.1)	219.9(151.8-314.8)
65-	217.6(146.8-306.8)	190.9(129.2-277.1)	200.6(137.6-291.5)

表8 不同来源碘的摄入量 ($\mu\text{g/d}$, P50 (P25-P75))

分类	年龄 (岁)	家庭烹调			在外就餐		加工食品	水	合计
		食物	盐	调味品	食物	盐			
男性	2-	19.2(11.0-31.7)	75.9(44.2-128.2)	1.1(0.3-3.6)	0.0(0.0-2.9)	0.0(0.0-19.3)	0.0(0.0-3.7)	9.5(8.2-10.8)	133.8(90.8-203.2)
	7-	25.7(15.8-43.3)	105.3(64.6-166.4)	1.5(0.5-4.8)	0.3(0.0-6.2)	4.6(0.0-34.3)	0.0(0.0-4.2)	9.3(8.3-10.8)	184.3(127.4-260.0)
	11-	26.2(14.5-44.4)	106.4(55.5-158.0)	1.8(0.6-6.7)	0.0(0.0-7.2)	6.5(0.0-36.5)	0.0(0.0-5.3)	9.6(8.5-10.9)	192.1(126.3-278.8)
	14-	30.1(16.2-46.4)	104.5(57.6-171.5)	1.9(0.7-6.9)	1.9(0.0-13.3)	13.2(0.0-48.3)	0.0(0.0-4.8)	9.1(7.9-10.4)	216.8(147.2-296.3)
	18-	35.3(19.7-56.5)	141.5(81.3-220.2)	2.0(0.7-5.8)	0.0(0.0-7.1)	0.0(0.0-34.8)	0.0(0.0-1.5)	9.6(8.5-10.7)	236.1(166.0-340.4)
	65-	34.6(20.8-54.4)	139.7(86.3-220.4)	1.7(0.6-5.1)	0.0(0.0-0.2)	0.0(0.0-8.5)	0.0(0.0-1.6)	9.5(8.5-10.6)	217.6(146.8-306.8)
女性	2-	16.8(9.1-30.0)	68.2(39.6-101.6)	0.9(0.3-3.3)	0.0(0.0-4.6)	3.4(0.0-16.8)	0.2(0.0-3.8)	9.4(8.2-10.7)	123.9(89.0-181.3)
	7-	23.8(12.8-40.3)	96.7(55.5-148.4)	1.5(0.5-5.2)	0.0(0.0-6.8)	5.9(0.0-28.9)	0.0(0.0-4.7)	9.6(8.3-10.7)	176.9(119.7-252.0)
	11-	25.2(13.6-42.3)	95.9(56.0-164.8)	1.4(0.4-5.2)	0.0(0.0-5.6)	5.2(0.0-26.4)	0.0(0.0-6.1)	9.5(8.2-10.6)	176.7(117.1-258.5)
	14-	21.3(10.0-34.1)	95.2(49.8-155.4)	1.4(0.4-5.6)	1.5(0.0-13.1)	11.8(0.0-47.0)	1.5(0.0-6.8)	8.9(8.1-10.5)	182.7(126.0-260.7)
	18-	32.0(18.4-50.4)	125.6(72.1-194.7)	1.7(0.6-5.1)	0.0(0.0-3.0)	0.0(0.0-21.3)	0.0(0.0-1.7)	9.5(8.4-10.6)	206.9(142.3-293.1)
	65-	30.9(17.6-48.0)	129.8(75.4-201.2)	1.5(0.5-4.3)	0.0(0.0-0.0)	0.0(0.0-5.3)	0.0(0.0-1.7)	9.3(8.3-10.5)	190.9(129.2-277.1)

(表8) 续表

分类	年龄 (岁)	家庭烹调			在外就餐		加工食品	水	合计
		食物	盐	调味品	食物	盐			
合计	2-	17.9(9.9-30.2)	70.8(39.6-116.2)	0.1(0.0-0.9)	0.0(0.0-3.5)	0.0(0.0-17.4)	0.0(0.0-3.7)	9.4(8.2-10.7)	129.7(90.1-195.8)
	7-	24.8(14.3-41.0)	101.8(59.4-159.5)	0.1(0.0-1.7)	0.1(0.0-6.8)	5.5(0.0-31.6)	0.0(0.0-4.4)	9.5(8.3-10.7)	180.2(122.6-256.8)
	11-	25.7(14.2-43.9)	100.2(55.6-160.5)	0.1(0.0-1.7)	0.0(0.0-6.6)	5.6(0.0-32.8)	0.0(0.0-5.6)	9.6(8.4-10.8)	181.2(121.3-270.1)
	14-	26.2(13.6-41.6)	98.6(53.2-160.3)	0.2(0.0-1.9)	1.6(0.0-13.1)	12.1(0.0-47.5)	0.6(0.0-5.8)	9.0(7.9-10.4)	202.9(139.3-288.1)
	18-	33.5(19.0-53.3)	132.8(75.6-206.1)	0.2(0.0-1.7)	0.0(0.0-4.7)	0.0(0.0-27.4)	0.0(0.0-1.6)	9.5(8.4-10.7)	219.9(151.8-314.8)
	65-	32.8(19.0-51.0)	133.9(80.1-212.0)	0.1(0.0-1.3)	0.0(0.0-0.0)	0.0(0.0-7.2)	0.0(0.0-1.6)	9.4(8.4-10.6)	200.6(137.6-291.5)

表9 不同来源碘的摄入量构成比(%)

性别	年龄 (岁)	家庭烹调			在外就餐		加工食品	水
		食物	盐	调味品	食物	盐		
男性	2-	19.3	55.9	2.7	3	8.3	2.5	8.2
	7-	19.8	54.7	2.7	4	9.2	3.1	6.3
	11-	22.3	51.6	2.9	3.6	9.8	3.2	6.3
	14-	20.1	50.1	3.1	5.6	12.8	3.4	5
	18-	20.6	56.7	2.6	3.7	9.2	1.8	5.2
	65-	21.4	63	2.5	1.2	4.2	1.9	5.7
女性	2-	19	53.6	2.7	4.3	8.3	3.1	8.6
	7-	19.5	54.1	2.5	4.5	9.7	2.9	6.5
	11-	19	55.5	2.9	3.5	9.1	3.4	6.3
	14-	17.5	48.8	2.7	7.2	14.5	3.2	6.1
	18-	21.3	58	2.7	3	7.2	1.9	5.8
	65-	21.3	63.5	2.5	1	3.6	1.8	6.2
合计	2-	19.2	54.8	2.7	3.6	8.3	2.8	8.4
	7-	19.6	54.4	2.6	4.2	9.4	3	6.4
	11-	20.7	53.4	2.9	3.6	9.5	3.3	6.3
	14-	18.9	49.5	2.9	6.3	13.6	3.3	5.5
	18-	21	57.4	2.7	3.3	8.1	1.9	5.5
	65-	21.4	63.2	2.5	1.1	3.9	1.8	6

2.2.3 人群碘摄入状况评价:

在膳食摄入碘盐的情况下, 人群碘的摄入量低于 EAR 的比例为 7.8%, 7.9% 的人群摄入量在 EAR ~ RNI 之间, 80.1%

的人群摄入量在 RNI ~ UL 之间, 4.2% 的人群碘摄入量超过 UL。女性摄入不足的比例高于男性(表 10)。

表10 不同人群碘摄入量与DRIs比较

分类	年龄 (岁)	<EAR	EAR-RNI	RNI-UL	>UL
男性	2-	9.8	16.6	49.2	24.4
	7-	7.3	6.2	44.1	42.3
	11-	8.9	11.1	69.3	10.7
	14-	8	8.5	77.5	6.1
	18-	6.7	6.4	82	4.9
	65-	7.6	8.1	80.2	4.1
女性	2-	12.1	15.2	52.8	19.9
	7-	6	6.5	47.9	39.6
	11-	7.2	14.1	72.7	6
	14-	12.5	7.4	72.7	7.4
	18-	8.7	9.3	78.4	3.7
	65-	9.7	11.5	75.6	3.1
合计	2-	10.9	15.9	50.9	22.3
	7-	6.7	6.4	46	41
	11-	8.1	12.5	70.9	8.5
	14-	10	8	75.3	6.7
	18-	7.8	7.9	80.1	4.2
	65-	8.7	9.9	77.8	3.6

3、讨论

通过对比分析原料食品和预加工食品碘含量及其分布范围,证明碘盐使用情况与食品类型有关,以谷薯类食物为主要原料的加工食品和肉制品碘盐使用率超过 75%,而调味料使用率不超过 20%。

根据 2015 年中国居民营养状况变迁的队列研究资料,如果调味品和加工食品不使用加碘盐,成人每日碘摄入量将下降 4.6%,11-17 岁青少年将下降 6.2%,11 岁以下儿童将下降约 5.5%,人群中碘摄入不足概率相应增加。我国居民消费量较高的加工食品有方便面、带馅的冷冻食品(包子、饺子)、加工肉制品、火腿肠、挂面、酱油等调味品等。我国加工食品的产量呈现逐年增加的趋势,应关注加工食品中碘摄入量。

2015 年中国居民营养状况变迁的队列研究膳食调查在本分析中没有包含饮水中的碘,在某种程度上低估了碘摄入量;没有考虑烹调过程中碘的分解,可能高估碘的实际摄入量;如果调味品和加工食品不使用加碘盐,样本人群的碘摄入量将减少约 20-22 $\mu\text{g}/\text{d}$,约占 2015 年样本人群碘摄入水平的 14%,人群中碘摄入不足概率相应增加。

上海市疾控中心分析 1997 年至 2017 年上海市 8-10 岁儿童尿碘监测及甲状腺肿大情况,结论为上海市 8-10 岁儿

童碘营养状况是充足的,家庭食盐中碘含量对儿童碘营养状况没有影响^[1]。这个结果提示:虽然上海市家庭使用加碘食盐的比例在下降,但按规定在餐饮(学校)及预包装食品中应使用加碘食盐可能是保证 8-10 岁儿童碘营养状况起重要作用。由于我国绝大部分地区外环境普遍缺碘,除高水碘地区外实施普遍食盐加碘的措施,但目前在城市中特别是大城市内无碘盐自由选购的情况下,加工食品(预包装)食品使用加碘食盐对持续保持消除碘缺乏的作用比以前更加重要,应该继续坚持在加工食品(预包装)食品使用加碘食盐的策略,有利于防止碘摄入不足的风险增加。

本研究局限性由于加工食品繁多,在检测中同类加工食品检测数量有限,而且同类食品中碘含量检测结果差异很大,分析中对于没有碘含量数据的加工食品,直接使用同类食品的中位数进行补充,会对加工食品碘摄入评估的准确性造成影响。

参考文献

[1] Wang ZW, Zang JJ, Shi ZH, et al. Iodine status of 8 to 10 years old children within 20 years following compulsory salt iodization policy in Shanghai, China. *Nutritional Journal*, 2019, 18:63.

中国居民碘营养状况评估

Assessment of iodine nutritional status of Chinese residents

杨晓光、何宇纳

碘是维持甲状腺功能和人体健康的重要微量营养素，长期碘缺乏和碘过量均会对人体健康造成危害，常见的碘缺乏危害包括甲状腺功能异常、甲状腺肿大和地方性克汀病等；常见的碘过量危害包括甲状腺功能异常、甲状腺肿大和免疫性甲状腺炎等。碘在自然界的分布极不均匀。我国多数地区都属于程度不同的缺碘地区，大多数居民居住在水碘含量低于 $10 \mu\text{g/L}$ 地区。2017 年，国家卫生计生委组织开展了全国生活饮用水水碘含量调查工作，覆盖全国 30 个省份（除西藏外）所有的乡，调查乡数为 39366 个，其中 32787 个乡（83.3%）水碘含量在 $10.0 \mu\text{g/L}$ 以下。我国曾是世界上碘缺乏病分布广泛、病情较严重的国家之一，据 20 世纪 70 年代调查，我国各省、自治区、直辖市（除上海市）均有不同程度的碘缺乏病流行，全国有地方性甲状腺肿（地甲肿）患者近 3500 万人，地方性克汀病患者 25 万人。20 世纪 90 年代实施普遍食盐加碘（USI）政策前，全国 1778 个县有碘缺乏病的流行，地方性甲状腺肿病人 776 万，典型的地方性克汀病人 18.8 万。研究显示，出生和生活在碘缺乏地区的人群受到碘缺乏所致的不同程度的智力损害，碘缺乏地区学龄儿童的智商低于碘充足地区的儿童智商^[1,2]。1995 年，我国实施普遍食盐加碘（USI）政策，在预防和控制碘缺乏病方面取得了显著成绩。到 2000 年，我国在国家水平上达到了基本消除碘缺乏病阶段目标；2010 年，我国 28 个省（区、市）实现了消除碘缺乏病目标，西藏、青海、新疆实现了基本消除碘缺乏病目标，成为国际社会的典范。2015 年底，根据《全国地方病防治“十二五”规划》终期考核评估结果，全国 94.2% 的县实现了消除碘缺乏病目标。普遍食盐加碘干预措施的实施不仅使我国基本上消除了碘缺乏病，而且极大地改善了人群碘营养不良的状况。

另外，我国少数省份的部分县还存在水源性高碘地区 and 病区。根据 2005 年的水源性高碘地区调查结果，我国水源性高碘地区和病区分布在天津、河北、山东、江苏、安徽、河南、山西等省（市）的 110 个县（市、区），受威胁人口约 3100 万^[6]。目前，我国对水源性高碘地区实施供应未加碘食盐策略，并且每年对措施的落实情况开展监测，同时对水源性高碘病区实施改水。

2017 年，国家卫生计生委组织开展了全国生活饮用水水碘含量调查工作，覆盖全国 30 个省份（除西藏外）所有的乡，调查乡数为 39366 个。调查结果显示，172 个乡水碘含量大于 $300.0 \mu\text{g/L}$ ，有 878 个乡水碘含量在 $100.0 \sim 300.0 \mu\text{g/L}$ 之间，5529 个乡水碘含量在 $10.0 \sim 100.0 \mu\text{g/L}$ 。

近年来，社会上出现了质疑我国实施的 USI 政策导致居民碘摄入过量，可能是引起甲状腺癌发病率上升的原因的舆论；从而导致我国选择食用不加碘食盐的居民日趋增多。2010 年，国家食品安全风险评估专家委员会对中国食盐加碘和居民碘营养状况进行风险评估，结果显示我国居民碘营养状况总体处于适宜和安全水平^[3]。2012 年，我国实施新的食品安全国家标准《食用盐碘含量》（GB26878-2011），将食用盐中的碘含量从 $35 \mu\text{g/kg}$ 下调到 $20 \sim 30 \mu\text{g/kg}$ ^[4]。2013 年，中国营养学会修订了中国居民膳食碘参考摄入量，将成人的碘可耐受最高摄入量（UL）从 $1000 \mu\text{g/d}$ 降低到 $600 \mu\text{g/d}$ ^[5]。这些政策和科学层面的调整是否会影响我国居民膳食碘的摄入水平及其营养状况，需要重新评估和回答。

利用 2010~2012 年中国居民营养与健康状况监测数据、2014、2019 年全国碘缺乏病病情监测、碘缺乏病高危地区和水源性高碘地区监测数据、2015 年全国碘盐监测数据等最新数据，从尿碘水平、膳食碘摄入量、甲状腺肿大率 3 个方面，

参照世界卫生组织等国际组织和我国关于碘营养状况评价的相关建议和标准, 评估我国不同地区(包括沿海地区)居民的碘营养状况, 并评价我国 USI 政策和现行食用盐中碘含量标准在预防碘缺乏病和改善居民碘营养状况方面的效果。

1、人群尿碘水平

2014年尿碘监测结果显示, 全国的人群尿碘中位数(MUI)为 197.9 $\mu\text{g/L}$, 从 2011 年的“超过适宜”水平(238.6 $\mu\text{g/L}$)降至“适宜”水平, 我国所有省份人群 MUI 均未超过“过量”水平(300 $\mu\text{g/L}$ 以上)^[6], 说明在实施新的食用盐碘含量标准后, 我国人群碘营养状况更趋适宜。碘缺乏病高危地区的人群 MUI 为 163 $\mu\text{g/L}$, 比 2009 年降低近 30 $\mu\text{g/L}$, 说明该地区人群碘营养状况总体上处于“适宜”水平。但部分县级监测点人群 MUI 小于 100 $\mu\text{g/L}$, 提示需要关注部分碘缺乏病高危地区居民的碘营养问题。水源性高碘地区(水碘含量 > 150mg/L)的人群 MUI 仍处于“过量”水平, 且有 55% 以上个体的尿碘浓度超过 300 $\mu\text{g/L}$, 说明该类地区人群碘营养状况存在过量风险。辽宁、上海、浙江 3 个沿海省(市)成人、儿童、乳母 3 类人群的 MUI 均处于“适宜”水平, 说明沿海地区碘营养状况总体上也是适宜和安全的。

2019 年尿碘监测结果显示, 全国所有省份 2819 个县 56.8 万名 8-10 岁儿童尿碘中位数为 207.1 $\mu\text{g/L}$ 。17 个省份尿碘中位数为 100-199 $\mu\text{g/L}$ 之间; 15 个省份尿碘中位数为 200-299 $\mu\text{g/L}$ 之间。2819 个县中, 8 个县儿童尿碘中位数小于 100 $\mu\text{g/L}$, 1340 个县儿童尿碘中位数介于 100-199 $\mu\text{g/L}$ 之间, 1360 个县儿童尿碘中位数介于 200-299 $\mu\text{g/L}$ 之间, 111 个县儿童尿碘中位数大于 300 $\mu\text{g/L}$ 之间。13 个省份 197 个高水碘监测县 4.38 万名儿童 MUI 为 343.1 $\mu\text{g/L}$, 处于过量水平。

孕妇是碘营养状况监测的重点人群。2011 ~ 2014 年监测发现, 全国孕妇 MUI 处于“适宜”水平, 但 2014 年在整体尿碘水平下降的情况下, 孕妇 MUI 为 154.6 $\mu\text{g/L}$, 已接近“适宜”水平下限(150 $\mu\text{g/L}$), 且孕妇 MUI 低于 150 $\mu\text{g/L}$ 的省份数比 2011 年明显增加。在碘缺乏病高危地区和辽宁、上海、浙江 3 个沿海省份, 孕妇 MUI 均低于 150 $\mu\text{g/L}$, 说明这两类地区孕妇碘营养不足, 发生碘缺乏的风险远大于碘过量的风

险。进一步分析发现, 浙江省沿海地区的孕妇 MUI 显著低于本省内陆地区, 这可能与沿海地区碘盐覆盖率(74.2%)明显低于内陆地区(93.7%)有关。

2019 年全国所有省份 2790 个县 27.65 万孕妇 MUI 为 169.1 $\mu\text{g/L}$, 总体处于碘适宜范围内。有 7 个省份孕妇 MUI 介于 100-149 $\mu\text{g/L}$ 之间, 25 个省份孕妇 MUI 介于 150-249 $\mu\text{g/L}$ 之间。2790 个县中, 48 个县孕妇 MUI 小于 100 $\mu\text{g/L}$, 795 个县孕妇 MUI 介于 100-149 $\mu\text{g/L}$ 之间, 1821 个县孕妇 MUI 介于 150-249 $\mu\text{g/L}$ 之间, 125 个县孕妇 MUI 介于 250-499 $\mu\text{g/L}$ 之间, 1 个县孕妇 MUI 大于 500 $\mu\text{g/L}$ 之间。

总之, 我国 2012 年调整食用盐碘含量标准后, 我国大部分地区居民的碘营养状况总体上更趋适宜, 与 2014 年相比, 2019 年全国孕妇碘营养状况有明确的提高。但水源性高碘地区居民仍存在明显的碘过量风险, 部分碘缺乏病高危地区和沿海省份孕妇碘营养不足, 发生碘缺乏的风险较大, 值得关注。

2、儿童甲状腺肿大率

2019 年, 全国检测 31 个省份 1580 个县 31.68 万名 8-10 岁儿童的甲状腺容积, 全国儿童 B 超法甲状腺肿大率为 1.5%。1580 个县中, 8 个县(主要是高水碘监测县)儿童的甲状腺肿大率在 5% 以上, 需要关注。

3、居民膳食碘摄入量

碘的膳食来源包括食物、加碘食盐及饮用水。含碘丰富的食物主要有海带、紫菜、海鱼等海产品。2010 年开展的碘营养状况评估结果显示, 加碘食盐和饮用水分别是碘缺乏地区和水源性高碘地区膳食碘的主要来源。本次评估利用 2010 年后食物、食盐和饮用水等的最新消费量数据和碘含量数据, 计算全国(包括沿海地区)不同人群碘的膳食平均摄入量以及处于 <EAR、EAR ~ RNI、RNI ~ UL、 \geq UL 四个区间的人群比例。

3.1 数据来源和评估方法

食物及食盐消费量数据来源于 2010 ~ 2012 年中国居民营养与健康状况监测的膳食调查。水消费量由直接饮用量、

每日清汤量和主食烹制加水量三部分构成。直接饮用量和每日清汤量数据来源于 2010 ~ 2011 年中国疾病预防控制中心营养与健康所成人和儿童饮水状况调查；烹制主食的添加水量：大米按照蒸制米饭的用水量计，即米饭用水量 = 大米生重量 × 2；面粉按照蒸制馒头的用水量计，即馒头用水量 = 面粉生重量 × 0.5。食物中碘含量数据分别采用水碘水平 $100 \mu\text{g/L}$ 和 >math>100 \mu\text{g/L}</math> 两类地区的食物中碘含量，对于未按水碘水平采样或因食物流通大无法判定产地的食物，碘含量在两类地区采用相同数值，对于未涵盖的食物种类，采用中国食物成分表（2002 版和 2004 版）中相关类别食物的碘含量数据 [7]。食盐中碘含量采用 25mg/kg 作为食用盐中的碘含量。考虑食用盐中碘的烹调损失，损失率采用 WHO/UNICEF/ICCIDD 推荐的 20% [8]。

3.2 评估方法

膳食碘摄入量按下述公式计算：

$$\text{膳食碘摄入量} = \sum (\text{各类食物消费量} \times \text{各类食物碘含量}) + (\text{饮水量} + \text{烹调食物用水量}) \times \text{水碘含量} + \text{食盐消费量} \times \text{盐碘含量} \times \text{烹调损失率}$$

本次评估采用分层评估方法。考虑到我国不同地区水碘

的含量差异及其对膳食碘摄入的贡献，按照水碘含量分为 12 层，即 5、10、40、50、80、90、100、140、150、190、200 和 210 $\mu\text{g/L}$ ；水碘含量 150 $\mu\text{g/L}$ 以下，分为食用加碘食盐和不加碘食盐两个亚层；水碘含量 150 $\mu\text{g/L}$ 以上，仅考虑食用不加碘食盐的情形。

在人群方面，按城市和农村分层，并根据不同性别 - 年龄人群的食物消费量以及膳食碘参考摄入量方面的差异，将人群分成 2 ~ 3 岁、4 ~ 6 岁、7 ~ 10 岁、11 ~ 13 岁、14 ~ 17 岁、18 岁以上（分性别）及孕妇和乳母共 14 组。基于个体食物消费量分别计算各组内每个个体的膳食碘摄入量，并进行统计分析。

将碘的膳食来源分为食盐、饮用水、谷类、蔬菜类、肉蛋类、海带、紫菜、海鱼和其他食物，分别计算不同水碘地区各种情形下碘的贡献率。

3.3 结果

3.3.1 总体情况

我国居民个体膳食碘摄入量差异较大，呈明显的偏态分布（正态性检验 $P < 0.005$ ）（见图 1）。经对数转换，居民膳食碘摄入量仍呈非正态分布，因此本报告采用中位数和四分位间距（P25 ~ P75）描述不同人群的膳食碘摄入水平。

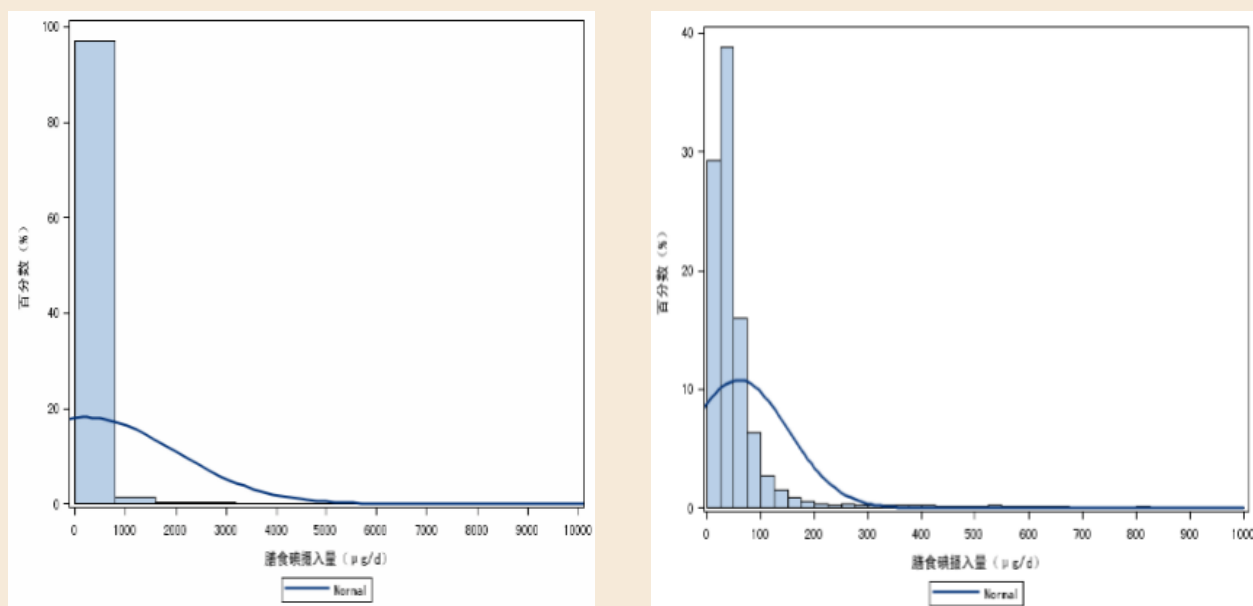


图 1 我国居民膳食碘摄入量总体分布

不同水碘地区居民从食物（不考虑食盐）中摄入的碘存在一定差异。水碘 $\geq 100 \mu\text{g/L}$ 地区的居民从食物中摄入的碘比水碘 $<100 \mu\text{g/L}$ 地区高 $5 \sim 7 \mu\text{g/d}$ 左右（见表1），说明食物（海带、紫菜等高碘食物除外）并不是影响居民膳食碘摄入量的关键因素。对不同水碘地区的食物碘含量进行分析

发现，不同水碘地区部分食品中的碘含量存在一定差异，尤其是含水量较高的蔬菜，这是不同水碘地区居民从食物中摄入的碘存在差异的原因之一。总体来说，除海带、紫菜等高碘食物之外，其他食物并不是影响居民膳食碘摄入量的关键因素。

表1 不同水碘地区来自于食物的碘摄入量 ($\mu\text{g/d}$)

地区	性别	水碘 $<100 \mu\text{g/L}$			水碘 $\geq 100 \mu\text{g/L}$		
		均值	中位数	P25~P75	均值	中位数	P25~P75
城市	男性	328.1	43.9	28.0~73.3	333.1	49.3	32.2~79.2
	女性	265.9	39.1	24.7~65.6	270.6	44	28.6~71.0
农村	男性	221.7	31.8	19.8~50.6	226	36.2	23.3~55.9
	女性	231.3	27.7	17.3~45.1	235.2	31.9	20.7~49.9

3.3.2 不同水碘地区

3.3.2.1 水碘含量 $50 \mu\text{g/L}$ 以下地区

对水碘含量为 5 、 10 、 40 、 $50 \mu\text{g/L}$ 地区的各性别年龄组人群在食用加碘食盐和不加碘食盐情况下的膳食碘摄入量进行评估。结果显示，在水碘含量 $5 \mu\text{g/L}$ 地区，当食用不加碘食盐时，各组人群膳食碘摄入量中位数均低于相应的EAR，城市和农村分别有70%以上和85%以上个体的膳食碘摄入量低于EAR（表2）。当食用加碘食盐时（碘含量为 25mg/kg ，下同），孕妇和乳母碘摄入量中位数均低于相应的RNI，有超过20%个体碘摄入量低于EAR，其他各组人群膳食碘摄入量中位数均达到RNI，大部分个体碘摄入量处于RNI与UL之间（表3）。

在水碘含量 $50 \mu\text{g/L}$ 地区，当食用不加碘食盐时，城市和农村各性别年龄组n人群的膳食碘摄入量中位数均低于相应的RNI，尤其是孕妇和乳母，70%以上个体的碘摄入量低于EAR；当食用加碘食盐时，各组人群的膳食碘摄入量中位数介于各年龄组人群的RNI与UL之间；从个体分布来看，绝大多数个体碘摄入量超过RNI，但城市仍有27.2%孕妇和37.2%乳母的碘摄入量低于RNI，表明这类人群碘营养状态需要适当提高。在水碘含量 $50 \mu\text{g/L}$ 地区食用加碘食盐，低年龄段人群中10%以上个体的膳食碘摄入量超过UL（城市4~6岁儿童的比例近52%）。

3.3.2.2 水碘含量 $50 \sim 100 \mu\text{g/L}$ 地区

对水碘含量 80 、 90 、 $100 \mu\text{g/L}$ 地区的各性别年龄组人群在食用加碘食盐和不加碘食盐情况下的膳食碘摄入量进行评估。总体来看，当食用不加碘食盐时，除了孕妇和乳母的膳食碘摄入量中位数低于RNI（未达到RNI的个体比例达50%左右）外，其他各组人群的膳食碘摄入量中位数均处于RNI与UL之间；食用加碘食盐时，包括孕妇和乳母在内的各人群中绝大多数个体碘摄入量超过RNI，超过UL的个体比例较高。

在水碘含量 $80 \mu\text{g/L}$ 地区食用不加碘食盐，绝大多数居民碘摄入量超过RNI，但有20%左右的孕妇和乳母的碘摄入量低于EAR。在水碘含量 $100 \mu\text{g/L}$ 地区食用不加碘食盐，农村分别有52.4%孕妇和57.8%乳母的膳食碘摄入量低于RNI，城市中该人群的膳食碘摄入水平与农村相当；其他人群大部分个体的碘摄入量处于RNI与UL之间。在该地区食用加碘食盐，孕妇和乳母有近80%个体的碘摄入量处于RNI与UL之间，但城市和农村7~10岁儿童碘摄入量超过UL的个体比例达41.3~48.2%。

3.3.2.3 水碘含量 140 和 $150 \mu\text{g/L}$ 地区

对水碘含量为 140 和 $150 \mu\text{g/L}$ 地区的各性别年龄组人群在食用加碘食盐和不加碘食盐情况下的膳食碘摄入量进行评估。结果显示，在水碘含量 $140 \mu\text{g/L}$ 地区，当食用加碘食盐时，4~6岁和7~11岁年龄组儿童的碘摄入量中位数均超过UL，其他各年龄组接近UL；从个体分布来看，包括孕妇和乳母在内的所有个体的膳食碘摄入量均高于RNI，超过UL的

比例较高。在水碘含量 $150 \mu\text{g/L}$ 地区，食用不加碘食盐时，各年龄组人群的膳食碘摄入量中位数均处于 RNI 与 UL 之间，包括孕妇和乳母在内的全部个体碘摄入量均达到 RNI。

3.3.2.4 水碘含量 $190 \sim 210 \mu\text{g/L}$ 地区

对水碘含量为 190 、 200 和 $210 \mu\text{g/L}$ 地区的各性别年龄组人群在食用不加碘食盐情况下的膳食碘摄入量进行评估。结果显示，三类地区所有人群的膳食碘摄入量均达到 RNI， $4 \sim 6$ 岁儿童膳食碘摄入量中位数均超过 UL，超过 UL 个体比例达 $68.7 \sim 93.4\%$ ，该比例随着水碘水平增加而上升。在水碘含量 $190 \mu\text{g/L}$ 地区，除 $4 \sim 6$ 岁人群的碘摄入量中位数超过 UL 外，其他绝大多数个体的碘摄入量处于 RNI 与 UL 之间。在水碘含量 $200 \mu\text{g/L}$ 和 $210 \mu\text{g/L}$ 地区，包括孕妇和乳母在内的各人群，碘摄入量超过 UL 的比例均在 10% 以上，尤其是低龄人群，超过 UL 的个体比例较高。

3.3.2.5 碘的主要膳食来源

对水碘含量低于 $50 \mu\text{g/L}$ 的地区，加碘食盐是膳食碘的主要来源，占总膳食摄入量的 45% 以上，而且水碘越低，加碘食盐的贡献率越大。例如，当水碘含量为 $5 \mu\text{g/L}$ 时，加碘食盐的贡献率高达 60% （城市）或 70% （农村）以上。在水碘含量 $50 \mu\text{g/L}$ 地区，紫菜、海带并不是居民膳食碘的主要来源，贡献率占城市人群膳食碘摄入量的 $5.2 \sim 11.4\%$ ，明显高于农村人群（ $1.0 \sim 3.7\%$ ）。对该类地区食用加碘食盐的居民，按照碘摄入量进行分层，分析不同碘摄入水平（ $<\text{EAR}$ 、 $\text{EAR} \sim \text{RNI}$ 、 $\text{RNI} \sim \text{UL}$ 、 $>\text{UL}$ ）的膳食来源，在碘摄入量超过 UL 的人群中，加碘食盐对碘摄入量的贡献与其他人群基本相同，而海带或紫菜的贡献率远远高于其他人群，说明在低水碘地区，引起膳食碘摄入量超过 UL 的主要原因是调查期间食用了紫菜或海带，而非加碘食盐。

在水碘含量 $100 \mu\text{g/L}$ 地区，在食用加碘食盐的情况下，加碘食盐和饮用水对膳食碘的贡献率相当；该类地区孕妇和乳母从食盐中摄入的碘约占总摄入量的 34% （城市）或 41% （农村）。该地区居民如果食用不加碘食盐，饮用水是碘的主要来源，对碘摄入量的贡献率在 60% 以上。在水源性高碘地区（水碘含量在 $100 \mu\text{g/L}$ 以上），在摄入不加碘食盐的情况下，饮用水是膳食碘的主要来源，其贡献率在 $70 \sim 90\%$ 。

我国居民膳食中的碘主要来自于食物、饮用水和加碘食盐。总体来看，我国居民膳食碘的摄入量及其来源存在明显的地区差异和个体差异，饮用水的碘含量和食用盐是否加碘是影响居民膳食碘摄入状况的关键因素。

在水碘含量低于 $50 \mu\text{g/L}$ 地区，加碘食盐是膳食碘的主要来源，贡献率在 45% 以上；水碘含量越低，加碘食盐的贡献率越大。如果此类地区居民食用不加碘食盐，则约 70% 孕妇、 20% 以上 $2 \sim 6$ 岁儿童的膳食碘摄入量低于平均需要量（EAR），说明这类地区居民食用不加碘食盐容易出现碘缺乏风险。当食用加碘食盐时（碘含量按 25mg/kg 计，下同），这类地区大部分居民膳食碘摄入量介于推荐摄入量（RNI）与 UL 之间，说明碘摄入状况是适宜的；但城市仍有 15% 以上乳母的碘摄入量低于 EAR（以水碘含量 $40 \mu\text{g/L}$ 地区为例）。因此，该类地区普通居民食用加碘食盐可以维持膳食碘的摄入量处于适宜和安全水平，但部分孕妇和乳母的碘摄入量仍无法达到推荐摄入量。

在水碘含量 $50 \sim 100 \mu\text{g/L}$ 地区，加碘食盐和饮用水是居民膳食碘的两个主要来源。即使食用不加碘食盐，绝大部分居民的膳食碘摄入量处于 RNI 与 UL 之间，即可满足生理需要；但对于孕妇和乳母，即使水碘含量达到 $90 \mu\text{g/L}$ ，仍有 20% 左右个体的膳食碘摄入量未达到 EAR（不足）。如果食用加碘食盐，这类地区大多数孕妇和乳母的碘摄入量达到 RNI，但其他人群膳食碘摄入量超过 UL 的比例较高。上述结果表明，在水碘含量 $50 \sim 100 \mu\text{g/L}$ 地区，大多数居民通过饮用水和食物足以保证膳食碘摄入量处于适宜和安全范围，食用加碘食盐会增加碘摄入过量的风险，但对于孕妇和乳母，只有食用加碘食盐才能使膳食碘摄入量达到适宜水平。

当水碘含量为 $150 \mu\text{g/L}$ 或更高时，饮用水成为膳食碘的主要来源，孕妇和乳母即使食用不加碘食盐，其膳食碘摄入量也可达到 RNI 之上。当水碘含量达到 $200 \mu\text{g/L}$ 左右时，绝大多数居民食用不加碘食盐，膳食碘摄入量也可达到推荐摄入水平，而 $4 \sim 6$ 岁儿童的膳食碘摄入量中位数超过 UL，说明这类地区即使不供应加碘食盐，由于饮用水中的碘含量较高，居民碘摄入过量的风险仍较大。

沿海的上海市和浙江省居民膳食碘的主要来源是加碘食盐，贡献率约为 50% 以上。当食用加碘食盐时，大部分居民膳食碘摄入量处于安全和适宜范围，但乳母的膳食碘摄入量

不足，尤其是上海市，50%左右乳母的膳食碘摄入量未达到EAR，碘缺乏风险较大。结果显示，沿海省份居民如全部食用加碘食盐，总体上可以满足碘营养需要，但如全部食用不加碘食盐，膳食碘摄入量不足，碘缺乏风险较大。

趋势分析发现，2012年膳食消费模式下我国居民的碘摄入量较2002年明显降低（平均下降约 $40\mu\text{g}/\text{d}$ ），这种变化估计与食用盐中碘含量下调以及食盐消费量下降有关。目前，我国存在一些可能导致碘摄入量进一步下降的因素，包括食用盐碘含量标准下调引起的的滞后性效果、以及“减盐行动”倡议可能带来的食盐消费进一步下降等。为此，需要继续监测我国居民碘摄入量。

总之，我国自2012年食用盐碘含量标准调整后，居民的膳食碘摄入量明显下降。基于现行的USI政策，我国大部分普通居民的膳食碘摄入量总体处于适宜和安全范围。食用盐是否加碘以及饮用水中的碘含量是影响膳食碘摄入的主要因素。在水碘含量低于 $50\mu\text{g}/\text{L}$ 地区，尤其是在 $10\mu\text{g}/\text{L}$ 以下地区，居民食用加碘食盐可维持适宜的碘摄入量，但部分孕妇和乳母仍存在碘缺乏风险。在水碘含量为 $50\sim 100\mu\text{g}/\text{L}$ 地区，除了孕妇和乳母仍需食用加碘食盐之外，其他居民食用不加碘食盐也可使膳食碘摄入水平处于适宜和安全范围；当水碘含量达到 $100\mu\text{g}/\text{L}$ 以上时，即使所有居民食用不加碘食盐也可维持适宜的碘摄入量。沿海地区居民食用加碘食盐总体上可以保证碘营养状况处于适宜水平，但如食用不加碘食盐，出现碘缺乏的风险较大。

可见，我国虽然有世界上已知范围最大的水源性高碘地区，但仍是一个自然环境普遍缺碘的国家。我们生存的自然环境是无法改变的，因此，碘缺乏病防治是一项长期工作，应坚持不懈。

4、结论与建议

目前，我国碘缺乏病防治工作面临双重任务。一方面，我国碘缺乏病的防治任务较以前更加艰巨和复杂。首先，由于食盐加碘防治措施得到有效落实，因碘缺乏所致严重疾病——克汀病和地甲肿已较为罕见，群众对碘缺乏危害认识不够，防治意识逐渐淡化；其次，随着盐业体制改革的推进，市场上供应食盐种类增多，居民更容易购买到未加碘食盐。另一方面，我国有世界上已知范围最大的水源性高碘地区，

生活在这些地区的居民会受到甲状腺肿、亚临床甲状腺功能减退、自身免疫性甲状腺炎等高碘的危害或威胁。

根据上述碘营养状况评估结果，得到如下主要结论：

1. 碘是维持甲状腺功能和人体健康的重要微量营养素，长期碘缺乏和碘过量均会对人体健康造成危害，引发甲状腺功能异常和甲状腺肿大等良性甲状腺疾病。现有资料表明，近年来国内外甲状腺癌死亡率始终保持在较低水平，其发病率的快速增加可能主要与过度诊断和超声影像学检查的普及应用有关。目前无明确的科学证据表明食盐加碘或者碘摄入量与甲状腺癌发病率上升有关。

2. 我国实施USI政策以来，取得了显著成效，在国家水平上消除了碘缺乏病。当前，从尿碘水平、膳食摄入量来看，我国居民的碘营养状况总体上处于适宜和安全水平。我国实施的“因地制宜，分类指导”科学补碘策略以及2012年执行新的食用盐碘含量标准，有效地调整和改善了我国普通居民的碘营养状况。

3. 我国居民碘营养状况存在地区差异，主要由饮用水中碘含量不同造成。在水碘含量低于 $50\mu\text{g}/\text{L}$ 地区（包括碘缺乏病高危地区），加碘食盐（碘含量按 $25\text{mg}/\text{kg}$ 计）是膳食中碘的主要来源。由于我国绝大多数人口居住在水碘含量低于 $10\mu\text{g}/\text{L}$ 地区，需要继续实施USI以维持我国大部分居民的碘营养状况处于适宜和安全水平。如果食用不加碘食盐，我国大部分居民发生碘缺乏的风险将会很高。

在水碘含量 $50\sim 100\mu\text{g}/\text{L}$ 地区，饮用水成为居民摄入碘的主要途径，7岁以上普通居民（不包括孕妇、乳母）从饮用水和食物中摄入的碘，可以维持碘营养状况处于适宜和安全水平，食用加碘食盐会使增加该类地区居民碘过量风险增加。在水碘含量超过 $100\mu\text{g}/\text{L}$ 地区，部分地区目前仍存在因碘过量引起的甲状腺肿大问题，需要关注。

4. 上海市、浙江省、辽宁省等沿海省份都处于低水碘地区，居民从食物和饮用水中摄入的碘无法满足营养需要，只有食用加碘食盐才可使碘营养状况达到适宜水平，继续实施食盐加碘措施对控制该类地区居民的碘缺乏风险十分必要。但目前该类地区碘盐覆盖率低于全国水平，影响了现行食盐加碘措施的效果。

5. 从国家水平看，我国孕妇平均碘营养状况处于适宜水平，但已有相当部分孕妇碘营养不足。由于孕妇和乳母对碘

的需要量大于普通人，在低水碘地区实施的 USI 措施并不能完全满足孕妇和乳母对碘的需要。

基于上述评估结论，建议：

1. 水碘含量是影响居民碘摄入的重要因素，我国大部分地区水碘含量低，继续实施“因地制宜、分类指导”的科学补碘策略对于维持居民碘营养状况十分必要。在水碘含量低于 50 $\mu\text{g/L}$ 地区，要坚持继续实施食盐加碘措施，对于当前部分地区大量增加非碘盐销售点，以致降低碘盐覆盖率以及居民食用非碘盐明显增加的情况要采取有效措施加以纠正，包括加强正面科普宣传。水碘含量达到 100 $\mu\text{g/L}$ 以上，停供加碘食盐；当水碘含量达到 200 $\mu\text{g/L}$ 以上，应采取相应改水措施降低饮用水中的碘含量。

2. 孕妇与乳母碘需要量较高，在低水碘地区，除了食用碘盐外，需要进一步采取相关措施适当增加孕妇和乳母的碘摄入，如通过营养宣教鼓励孕妇和乳母多食用碘含量丰富的食物（海带、紫菜）和 / 或含碘补充剂。

3. 我国目前存在引起膳食碘摄入量进一步下降的因素，建议进一步加强碘营养状况监测，作为研究修订《食盐加碘消除碘缺乏危害管理条例》和相关食品安全国家标准的依据；建议在《饮用水卫生标准》中增加碘含量指标，将饮用水碘含量纳入各地区常规监测工作，摸清全国碘分布状况，为制定地区差别化的分类补碘措施提供基础数据。

4. 设立人群碘与健康专项科研项目，重点研究中国人群适宜碘摄入量、碘营养状况精准评价技术以及碘过量危害等科学问题，为实施差别化补碘措施提供科学依据。

表2 水碘含量5 $\mu\text{g/L}$ 地区膳食碘摄入量（食用不加碘食盐）

地区	性别	年龄（岁）	总摄入量（ $\mu\text{g/d}$ ）		分布（%）			
			中位数	P25 ~ P75	<EAR	EAR ~ RNI	RNI ~ UL	\geq UL
城市	男性	7 ~ 10	44.7	29.4 ~ 77.7	69.8	10.1	12	8.1
		11 ~ 13	46	30.3 ~ 78.6	73	13.3	8.6	5.1
		14 ~ 18	49.9	35.6 ~ 83.6	75.6	9.6	9.9	4.9
		18 ~	54.5	38.5 ~ 84.0	75.4	9.7	10	4.8
	女性	7 ~ 10	39.9	28.7 ~ 64.5	75.8	7.1	11.2	5.9
		11 ~ 13	43.2	31.4 ~ 73.9	75.2	9.3	8.9	6.6
		14 ~ 18	44.8	31.4 ~ 70.7	79.6	5.6	8.8	6
		18 ~	47.9	33.4 ~ 74.5	79.4	7.7	8.3	4.6
		孕妇	55.4	36.0 ~ 101.1	80	8.6	4.3	7.1
		乳母	49	35.6 ~ 89.7	85.9	5.1	1.3	7.7
农村	男性	7 ~ 10	30.2	20.6 ~ 45.4	87.9	4.6	4.5	3
		11 ~ 13	32.9	23.0 ~ 52.6	88.5	4.9	2.8	3.8
		14 ~ 18	37.5	24.4 ~ 55.9	92.2	2.9	1.7	3.2
		18 ~	44.1	31.2 ~ 63.3	86.6	6.2	4.8	2.4
	女性	7 ~ 10	28.9	20.8 ~ 43.9	88.7	2.9	3.5	5
		11 ~ 13	30.9	22.6 ~ 46.9	89.7	2.5	4.3	3.5
		14 ~ 18	34.5	24.7 ~ 47.4	92.5	3.7	2.2	1.6
		18 ~	37.9	26.8 ~ 55.8	89.7	4.1	4	2.2
		孕妇	39.8	29.6 ~ 63.1	94	1.8	1.8	2.4
		乳母	41	31.7 ~ 59.4	97.2	0	0.9	1.8

表3 水碘含量5 μ g/L地区膳食碘摄入量（食用加碘食盐）

地区	性别	年龄（岁）	总摄入量（ μ g/d）		分布（%）					
			中位数	P25~P75	<EAR	EAR~RNI	RNI~UL	\geq UL		
城市	男性	7~10	180.5	120.9~261.5	2.9	7.6	69.5	19.9		
		11~13	190.7	135.4~282.7	4.8	9.8	76.2	9.2		
		14~18	212.5	147.6~299.6	5.9	9.6	75.3	9.3		
		18~	221.7	155.8~326.0	3.6	8.3	79.8	8.2		
	女性	7~10	165.8	119.2~243.2	4.6	8.4	70.9	16.1		
		11~13	185.2	128.8~273.7	5.3	11.6	70.9	12.3		
		14~18	186.5	128.1~264.7	8.1	13	71.6	7.4		
		18~	194.5	138.1~288.9	5.8	11.7	75.6	6.8		
		孕妇	213.5	139.9~339.9	31.4	27.1	30	11.4		
		乳母	202.5	132.4~292.4	39.7	17.9	32.1	10.3		
		农村	男性	7~10	158.2	111.6~243.1	4.2	9.4	72.8	13.6
				11~13	185.9	131.4~270.9	2.8	11.7	75.2	10.4
14~18	206.3			145.9~326.3	7.6	7.8	75.9	8.7		
18~	247.2			174.2~357.5	2.9	6.7	83.5	6.9		
女性	7~10		158.2	105.6~234.4	4.5	10.7	71.2	13.6		
	11~13		174.9	126.9~251.1	7.5	10	74.7	7.8		
女性	14~18	193.7	131.5~277.7	6.5	13.4	75.7	4.4			
	18~	212.5	149.5~308.6	5	9.3	80.5	5.3			
	孕妇	222.6	162.5~333.4	23.8	28	42.9	5.4			
	乳母	232.2	155.2~312.1	34.9	20.2	40.4	4.6			

参考文献

[1] Shen H, Liu S, Sun D, et al. Geographical distribution of drinking-water with high iodine level and association between high iodine level in drinking-water and goitre: a Chinese national investigation. *Br J Nutr.* 2011. 106(2): 243-7.

[2] 刘礼平, 杨通, 钟文, 等. 广东省鉴江流域居民饮用水碘含量调查分析. *中国地方病学杂志*, 第八次 全国地方病学术会议论文集(下册). 2016. 32:146.

[3] 国家食品安全风险评估专家委员会. 中国食盐加碘与居民碘营养状况风险评估, 2010.

[4] 《食用盐碘含量》(GB26878-2011). 2011. 北京. 中华人民共和国卫生部

[5] 中国营养学会. 《中国居民膳食营养素参考摄入量(2013版)》. 2014.

[6] 2014 年全国碘缺乏病病情监测结果

[7] 食物成分表 2002 版. 2002. 北京. 人民卫生出版社.

[8] WHO/UNICEF/ICCIDD. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination, A GUIDE FOR PROGRAMME MANAGERS. Third edition, 2007.

解读“2017-2018年全国生活饮用水水碘含量调查报告”

Interpretation of "2017-2018 National Survey Report on Iodine Content of Drinking Water"

中国疾病预防控制中心地方病控制中心碘缺乏病防治研究所

刘鹏

1、我国首次全面详实的生活饮用水水碘调查项目

我国首次水碘调查是1980年开展，由中地办、中科院共同主持，联合全国省级单位和地学、医学等地方病科研和防治单位，获得了以县级为单位的水碘分布情况，并绘制了全国的县级水碘地图。该地图收录于由科学出版社1989年出版的《中华人民共和国地方病与环境图集》中，但这幅水碘地图在西部省份存在一些无数据空白区，未能实现数据的全覆盖；并且以县为单位采样量较小。其结果显示，所统计到全国县级水碘含量大部分均在 $10\mu\text{g/L}$ 以下，说明我国在当时处于碘缺乏环境。2005年在安徽、北京、福建、河北、河南、江苏、内蒙、山东、山西、天津、新疆11省份123个高碘县，以乡为单位调查了生活饮用水水碘分布情况，结果显示，在安徽、北京、福建、河北、河南、江苏、内蒙古、山东、山西、天津、新疆等11个省份的129个县发现有高碘水井；其中在河南、山东、河北、安徽、江苏、天津、山西、内蒙古和北京的9个省份109个县的735个乡发现了水源性高碘地区和高碘病区；生活在高碘地区和高碘病区的受威胁人口大约为3098万人。此外，1997年、2002年和2011年的全国碘缺乏病监测，抽样调查了部分省份的水碘分布，但没有覆盖所有省份，各省内抽取了30个监测点检测了水碘。其中，2011年监测结果显示，76.3%的调查村水碘含量在 $10\mu\text{g/L}$ 以下。

近年来，我国开展了一系列的大型水利工程，如南水北调，同时，也开展了一些局部的改水工程，如降氟改水等，水碘可能已经发生了变化。为全面、系统、准确掌握全国外环境水碘分布变化情况，指导全国碘缺乏危害防治工作，2017年原国家卫生计生委组织开展了全国生活饮用水水碘含量调查工作。这次调查以乡为单位开展，县级全部覆盖。调查采用

中疾控流行病学动态数据采集平台采集数据。全国31个省（区、市）和新疆生产建设兵团均参与了这次调查，其中，对这次或既往调查发现水碘中位数大于 $10.0\mu\text{g/L}$ 的乡，开展进一步调查，调查辖区内的村级水碘分布情况。对于统一集中供水乡、部分集中供水乡和分散供水乡采用了不同的水样采集方法。保证采集、检测居民实际使用的生活饮用水，反映实际情况，为日后防治措施的落实提供科学依据。

2、我国生活饮用水水碘分布总体情况

2.1 国家水平

全国水碘中位数采用乡级水碘结果计算为 $3.4\mu\text{g/L}$ ，说明我国整体上是一个缺碘的环境，以往的水碘调查结果和此次的调查结果总体上是一致的。

2.2 省级水平

河南、山东、江苏、内蒙古、宁夏、海南、山西、天津和广东水碘中位数在 $5.0-10.0\mu\text{g/L}$ 之间；其余省份在 $5.0\mu\text{g/L}$ 以下；贵州、青海、重庆和云南水碘在 $2\mu\text{g/L}$ 以下。

2.3 县级水平

在31个省份和兵团共检测了2936个县的水碘，以各县级水碘值计算全国县级水碘中位数为 $3.6\mu\text{g/L}$ ，其中2498个县水碘中位数在 $10.0\mu\text{g/L}$ 以下，占85.1%；336个县水碘中位数在 $10.0-50.0\mu\text{g/L}$ 之间，占11.4%；41个县水碘中位数在 $50.1-100.0\mu\text{g/L}$ 之间，占1.4%；53个县水碘中位数在 $100.1-300.0\mu\text{g/L}$ 之间，占1.8%；8个县水碘中位数在 $300.0\mu\text{g/L}$ 以上，占0.3%。

2.4 乡级水平

全国乡级水碘中位数为 $3.4\mu\text{g/L}$ ，其中有33716个乡水碘含量在 $10.0\mu\text{g/L}$ 以下，占83.6%；5559个乡水碘含量在

10.0-100.0 $\mu\text{g/L}$ 之间, 占 13.8%; 1050 个乡水碘含量大于 100.0 $\mu\text{g/L}$, 占 2.6%。

2.5 村级水平

在水碘中位数大于 10.0 $\mu\text{g/L}$ 的乡以村为单位开展的调查中, 村级水碘中位数为 25.6 $\mu\text{g/L}$, 有 21271 个村水碘含量在 10.0 $\mu\text{g/L}$ 以下, 占 17.0%; 78350 个村水碘含量在 10.0-100.0 $\mu\text{g/L}$ 之间, 占 62.7%; 25317 个村水碘含量大于 100.0 $\mu\text{g/L}$, 占 20.3%。

3、总体结论

我国大部分地区外环境水碘含量较低, 全国乡级水碘含量为 3.4 $\mu\text{g/L}$, 其中 83.6% 的乡水碘含量在 10.0 $\mu\text{g/L}$ 以下, 11.8% 的乡水碘含量处于 10.0-50.0 $\mu\text{g/L}$ 之间, 2.0% 的乡水碘含量处于 50.1-100.0 $\mu\text{g/L}$ 之间。同时, 部分省份存在水源性高碘地区, 全国 2.6% 的乡水碘含量在 100.0 $\mu\text{g/L}$ 以上, 但是即使在水碘含量大于 10.0 $\mu\text{g/L}$ 的乡中, 也存在一定比例碘缺乏村 (17.0%), 高水碘村仅占 20.3%。这一数据充分反映了我国水碘分布的特点, 即大部分缺碘、局部高碘, 高碘、适碘、缺碘地区互相掺杂, 点状分布。

4、生活饮用水水碘调查的意义

4.1 碘缺乏地区

以往专业领域普遍的认识是我国是世界上碘缺乏病分布广泛、病情较严重的国家之一, 其原因是由于第四纪冰川融化将富含碘的熟土壤冲刷至海洋所致。上世纪 80 年代的调查结果显示全国大部分地区水碘含量在 10.0 $\mu\text{g/L}$ 以下, 处于一个碘缺乏环境。这次水碘调查可以看出, 我国外环境依然普遍缺碘, 大部分地区水碘水平较低。北京、江西、海南、重庆、贵州、云南、西藏、甘肃、四川、湖北、青海、广西、福建、上海、浙江、兵团、新疆、湖南、黑龙江和辽宁 20 个省份各县水碘含量在 10.0 $\mu\text{g/L}$ 以下比例大于 90%。以乡为单位调查中, 云南、贵州、重庆、西藏 4 个省份水碘含量在 10.0 $\mu\text{g/L}$ 以下的乡所占比例高达 99.0% 以上, 北京、青海、江西和四川 4 个省份该比例在 95.0% 至 99.0% 之间, 甘肃、浙江、海南、广西、上海、福建、湖南和湖北 8 个省份该比例在 90.0% 至 95.0% 之间。

本次调查再次证明了, 目前我国大部分地区生活饮用水

碘含量依然处于一个较低水平。所以应继续贯彻食盐加碘策略, 防止碘缺乏造成的危害。

4.2 适碘地区

本次调查结果中, 除了水碘含量小于 10 $\mu\text{g/L}$ 的碘缺乏地区, 以及大于 100 $\mu\text{g/L}$ 的水源性高碘地区, 还有一部分水碘含量在 10-100 $\mu\text{g/L}$ 之间的地区。这部分地区在县级水平共有 377 个, 占 12.8%, 水碘含量处于 10.0-100.0 $\mu\text{g/L}$ 之间的县占总县数比例较高的省份是河南、山东、内蒙古、陕西、山西、宁夏和江苏。水碘含量处于 10.0-100.0 $\mu\text{g/L}$ 之间的乡共有 5559 个, 占 13.8%; 乡级水碘含量处于 10.0-100.0 $\mu\text{g/L}$ 之间的乡占总乡数比例较高的省份集中在河南、山东、天津、宁夏、内蒙古、江苏、陕西、山西和安徽 9 个省, 占 20.0% 以上。水碘处于 10.0-100.0 $\mu\text{g/L}$ 地区主要分布于缺碘和高碘地区间的过渡地带, 如河南、山东、天津等省份, 呈散点状或小片状分布。

水碘介于 10 ~ 100 $\mu\text{g/L}$ 之间的地区如何界定, 是否需要补碘, 其中水碘范围在哪一段的地区属于“适碘”地区, 成为摆在我们面前的一个迫切问题。2020 年, 《碘缺乏地区和适碘地区的划定标准》已经下发并于 7 月 1 日起执行, 其中适碘地区划定的居民饮用水水碘含量界值为 $\geq 40 \mu\text{g/L}$ 且 $\leq 100 \mu\text{g/L}$, 碘缺乏地区划定的居民饮用水水碘含量界值为 $< 40 \mu\text{g/L}$ 。该标准出台后, 结合原来的 2 个标准, 将可以明确划分碘缺乏病病区、碘缺乏地区、适碘地区、水源性高碘地区和水源性高碘病区。但是, 针对适碘地区应采取何种防控措施, 目前, 尚无明确依据; 正在修订的《食盐加碘消除碘缺乏危害管理条例》尚未颁布, 条例的正式颁布将为未来的防治措施提供依据。

4.3 高碘地区

我国是首先发现水源性高碘地区的国家, 1978 年河北省黄骅县沿海渔民中发现高碘性甲状腺肿流行, 其后陆续在 13 个省(市、区)发现了水源性高碘地区。2005 年在 11 个省份的 129 个县发现有高碘饮水井; 在 9 个省份 109 个县的 735 个乡发现了水源性高碘地区和高碘病区。此后, 2010 年陕西省卫生厅确定富平县刘集镇为高碘病区。2013 年广东省疾控中心发现鉴江流域 5 个县 14 个乡镇的 18 个自然村水碘含量 $> 150 \mu\text{g/L}$ 。

2005年完成水源性高碘地区和高碘病区调查后，各省份陆续在高碘地区和高碘病区停供碘盐。北京、福建、内蒙古、新疆和陕西等省份针对高碘地区进行了改水，这几个省份的高碘地区全部落实了改水任务；其他省份部分高碘地区也通过各种供水工程的建设进行了改水。

2016年我国修订了《水源性高碘地区和高碘病区的划定》标准，将划定单位由乡改成行政村，居民饮用水碘含量由大于 $150\mu\text{g/L}$ 改为大于 $100\mu\text{g/L}$ 。根据这一标准，2017年全国生活饮用水水碘含量调查显示，以县为单位，全国2.1%（61）的县水碘含量大于 $100.0\mu\text{g/L}$ ；以乡为单位，全国2.6%（1050）的乡水碘含量大于 $100.0\mu\text{g/L}$ ；以村为单位，全国25317个行政村水碘大于 $100.0\mu\text{g/L}$ ，覆盖人口4065万人。

全国生活饮用水水碘含量大于 $100.0\mu\text{g/L}$ 的61个县，分布在8个省中，其中河北21个、山东14个、河南11个、安徽10个、江苏2个，天津、山西和湖南各1个。乡级水碘含量在 $100.0\mu\text{g/L}$ 以上的1050个乡分布在11个省的159个县。在乡级水碘含量大于 $10.0\mu\text{g/L}$ 的村级调查中，水碘含量在 $100.0\mu\text{g/L}$ 以上的村分布在河北、安徽、河南、山东、天津、江苏、山西、陕西、广西、内蒙古、广东、兵团、甘肃、新疆、吉林、江西、黑龙江、湖北、湖南和辽宁20个省份的266个县。水碘含量大于 $300\mu\text{g/L}$ 的村分布在河北、江苏、山东、天津、安徽、山西、河南和陕西8个省。

在水碘含量大于 $10.0\mu\text{g/L}$ 的乡以村为单位调查中，除河南、山东、河北、安徽、江苏、天津、山西、陕西、湖南、内蒙古和广西11个省份外，还在广东、甘肃、新疆、吉林、江西、黑龙江、湖北、辽宁和兵团9个省份发现了散在高碘村。这些水源性高碘地区主要分布在黄河泛滥地区、部分沿海地区（渤海湾和黄淮沿海）、山西大同盆地和太原盆地以及其他一些散在地区。其中黄河泛滥地区涉及面积最大，呈蝶形分布。

由于这次水碘调查范围扩大至全国所有乡以及水碘含量在 $10.0\mu\text{g/L}$ 以上乡的所有行政村，并且划定标准中饮用水碘含量由大于 $150\mu\text{g/L}$ 改为大于 $100\mu\text{g/L}$ ，因此这次调查后，水源性高碘地区分布的省份数、县数、乡数以及受威胁人口数均比以往有所增加。

2018年与2019年高碘监测发现，由于高碘范围的增大，我国高碘地区的未加碘食盐食用率有所下降。2019年，原8个监测省份高碘地区儿童家中未加碘食盐率为64.7%。其中，天津、河北、山西、安徽、山东和河南6个省未加碘食盐率低于90%；江苏和陕西均在90%以上。新加入监测的高碘地区儿童家中未加碘食盐率为24.1%，除江苏外，各省份均在90%以下。总体67.5%（133/197）县的儿童家中未加碘食盐率低于90%，较2017年（94.5%）出现明显下降。同时，根据监测结果，我国高碘地区总体儿童甲状腺肿大率（以下简称甲肿率）为3.6%。河北和山西儿童甲肿率分别为5.2%和5.9%，其他省份均在5.0%以下。18.2%（35/192）的县儿童甲肿率大于等于5%。说明我国依然存在着高碘地区甚至高碘病区，改水降碘、推广未加碘食盐依然任重而道远。近期随着全国地方病防治专项三年攻坚行动的实施，有的省份已在高水碘地区落实了改水工程建设，因此，各省乡和村级水碘含量数据会有更新，高水碘乡和村结果以各省公布为准。

同时，我们也应该注意到，伴随着改水，一些高碘地区的水碘下降，部分地区出现儿童尿碘和孕妇尿碘的明显下降，应时刻关注人群碘营养情况，在水碘稳定的情况下，适时调整干预措施，必要时及时供应碘盐。

本次全国居民生活饮用水水碘调查，其覆盖面、调查精度、时效性、准确性均处于领先水平，采用充分的证据证实了我国外环境缺碘的现状。同时，我国有着世界上已知的范围最大的高水碘地区，水碘的进一步明确，将有利于高水碘地区的防控工作由县、乡推进到村。

总之，我国要继续坚持以普遍食盐加碘为主的防控策略，按照“因地制宜、分类指导和差异化干预、科学与精准补碘”的原则，在碘缺乏病区和碘缺乏地区保证合格碘盐供应；在适碘地区供应碘盐或未加碘食盐；在水源性高碘地区和高碘病区供应未加碘食盐，落实改水降碘措施。

中国孕妇碘营养状况评价

Evaluation of iodine nutritional status among pregnant women in China

Lichen YANG^{1#}, Min LI^{1#}, Xiaobing LIU¹, Meng WU², Jian ZHANG¹, Liyun ZHAO¹, Gangqiang DING^{1*}, Xiaoguang YANG^{1*}

1 The Key Laboratory of Micronutrients Nutrition, National Health Commission. National Institute for Nutrition and Health, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Room103,29 Nan Wei Road, Xi Cheng District, Beijing 100050, P.R.China

2 Shanxi Provincial Center For Disease Control and Prevention, No.3, Jiandong street, Xian, Shanxi 710054, P.R.China

#Common first author: Lichen YANG and Min LI

*Common correspondence author: Gangqiang DING and Xiaoguang YANG.

Summary:

【 Background 】

Remarkable achievements have been made for over two decades by implementing a universal salt iodization policy in China. However, changes in the standards and manufacturing of iodized salt have made it necessary to regularly monitor iodine intake and thyroid function in the population. Therefore, we aimed to evaluate iodine nutritional status using thyroid function and urinary iodine levels in pregnant women via a national survey.

【 Methods 】

Participants included pregnant women enrolled in the 2015 Chinese Adults Chronic Diseases and Nutrition Surveillance (CACDNS). Urinary iodine concentration (UIC) was measured using arsenic and cerium catalysis spectrophotometry. Plasma levels of thyrotropin (TSH), fT4 (free thyroxine), thyroid peroxidase antibodies (TPO-Ab), and thyroglobulin antibodies (TG-Ab) were determined using an

automated chemiluminescence immunoassay analyzer.

【 Results 】

UIC was analyzed in a total of 6173 urinary samples collected from pregnant women residing in 31 provinces of China. The median urinary iodine concentration was 146 $\mu\text{g/L}$. Pregnant women with UIC $>250 \mu\text{g/L}$ had higher TSH levels than those with UIC 120-149 and 150-249 $\mu\text{g/L}$. After excluding women with positive TPO-Ab and TG-Ab, a total 2097 plasma samples collected from pregnant women during three periods were analyzed for TSH and fT4. The frequency of normal thyroid function in this study was $>85\%$. The most common type of abnormal thyroid function, subclinical hypothyroidism, was similar to the 2010-2012 China Nutrition and Health Surveillance (CNHS), but its prevalence decreased to 6.8% compared with that in the 2010-2012 CNHS. Compared with pregnant women who had UIC $<250 \mu\text{g/L}$, the prevalence of subclinical hypothyroidism

was significantly increased in those with UIC >250 $\mu\text{g/L}$. Even with UIC levels 120-149 $\mu\text{g/L}$, the iodine status of Chinese pregnant women in the 2015 CACDNS is acceptable.

【 Conclusions: 】

The iodine status of pregnant women is generally adequate, but urinary iodine levels are close to the cutoff for suitable iodine status (150 $\mu\text{g/L}$). With noniodized salt widely available, continued improvement in monitoring of iodine nutritional status and thyroid function is important in this population.

摘要:

【背景】

我国实施全民食盐加碘政策二十多年来,取得了令人瞩目的成就。然而,加碘食盐碘含量标准已发生变化,有必要定期监测人群的碘摄入量和甲状腺功能。因此,本文旨在通过一项全国性调查的孕妇甲状腺功能和尿碘水平来评价孕妇碘营养状况。

【方法】

研究对象来自2015年中国成人慢性病和营养监测的孕妇。采用砷铈催化分光光度法测定尿碘浓度。血浆促甲状腺

素(TSH)、游离甲状腺素(fT4)、甲状腺过氧化物酶抗体(TPO-Ab)和甲状腺球蛋白抗体(TG-Ab)水平用自动化学发光免疫分析仪测定。

【结果】

本文对中国31个省份6173例孕妇尿液进行了UIC分析。尿碘浓度中位数为146 $\mu\text{g/L}$ 。UIC>250 $\mu\text{g/L}$ 的孕妇TSH水平高于UIC 120-149和150-249 $\mu\text{g/L}$ 的孕妇。排除TPO-Ab和TG-Ab阳性的孕妇后,对孕早中晚期共采集的2097份孕妇血浆样本进行TSH和fT4分析。甲状腺功能正常率大于85%。最常见的甲状腺功能异常类型为亚临床甲状腺功能减退症,这与2010-2012年中国营养与健康监测结果相似,但其亚临床甲状腺功能减退症患病率与2010-2012年相比下降至6.8%。与UIC<250 $\mu\text{g/L}$ 的孕妇相比,UIC>250 $\mu\text{g/L}$ 的孕妇亚临床甲状腺功能减退的患病率显著增加。即使UIC水平为120-149 $\mu\text{g/L}$,2015年调查结果显示中国孕妇的碘状况也是可以接受的。

【结论】

孕妇的碘营养状况总体上是适宜的,但尿碘水平接近孕妇适宜尿碘水平的临界值(150 $\mu\text{g/L}$)。随着非碘盐的广泛使用,持续改善碘营养状况和监测甲状腺功能对这一人群非常重要。

2018 年台湾北部某城区孕妇碘营养状况

Iodine nutritional status of pregnant women in an urban area of northern Taiwan in 2018

Chun-Jui Huang^{1,2,3}, Chi-Lung Tseng^{2,4,5}, Harn-Shen Chen^{1,2}, Chii-Min Hwu^{1,2}, Kam-Tsun Tang^{1,2}, Justin Ging-Shing Won^{1,2}, Chiao-Wei Shih¹, Chang-Ching Yeh^{5,6,7}, Chen-Chang Yang^{2,3,8,9}, Fan-Fen Wang^{1,10}

1 Division of Endocrinology and Metabolism, Department of Medicine, Taipei Veterans General Hospital, Taipei, Taiwan,

2 Faculty of Medicine, School of Medicine, National Yang-Ming University, Taipei, Taiwan,

3 Institute of Public Health, School of Medicine, National Yang-Ming University, Taipei, Taiwan,

4 Division of Gastroenterology, Department of Internal Medicine, Taoyuan General Hospital, Ministry of Health and Welfare, Taoyuan, Taiwan,

5 Institute of Clinical Medicine, National Yang-Ming University, Taipei, Taiwan,

6 Department of Obstetrics & Gynecology, Taipei Veterans General Hospital, Taipei, Taiwan,

7 Department of Obstetrics and Gynecology, Faculty of Medicine, School of Medicine, National Yang-Ming University, Taipei, Taiwan,

8 Institute of Environmental & Occupational Health Sciences, School of Medicine, National Yang-Ming University, Taipei, Taiwan,

9 Division of Clinical Toxicology & Occupational Medicine, Department of Medicine, Taipei Veterans General Hospital, Taipei, Taiwan,

10 Department of Medicine, Yangming Branch, Taipei City Hospital, Taipei, Taiwan

Summary:

【 Background 】

Pregnant women are considered as one of the most vulnerable groups for iodine deficiency. The Nutrition and Health Survey in Taiwan 2013 revealed that the median urinary iodine concentration (UIC) of non-pregnant women of child-bearing age of 15–44 years was 124 µg/L, which was adequate in general, but insufficient according to pregnancy criteria. The aim of this study was to determine the iodine nutritional status of pregnant women in an urban

area of Northern Taiwan.

【 Methods 】

A hospital-based cross-sectional survey was conducted in Taipei Veterans General Hospital. Random spot urine samples were collected from January to October, 2018 and UIC was determined by inductively coupled plasma mass-spectrometry. A food frequency questionnaire was also delivered to the participants.

【 Results 】

The overall median UIC was 225.3 $\mu\text{g/L}$ (IQR: 109.1–514.2 $\mu\text{g/L}$) for 257 pregnant women ranging from 21–47 years-old. The distribution of UIC was as follows: 35.4% with UIC <150 $\mu\text{g/L}$, 17.1% with UIC within 150–249 $\mu\text{g/L}$, 21.8% with UIC within 250–499 $\mu\text{g/L}$, and 25.7% with UIC 500 $\mu\text{g/L}$. The use of prenatal multivitamin was very common among the participants: 79.4% (n = 204) took multivitamin either every day or less frequently, with 52.5% (n = 135) taking one pill every day, and only 20.6% (n = 53) never took multivitamin during their pregnancy. Other commonly consumed iodine-containing foods were dairy products and fish.

【 Conclusions: 】

Our results indicate that the iodine status in the studied women is adequate. However, efforts are still needed to avoid iodine deficiency as well as iodine excess.

摘要:

【 背景 】

孕妇是碘缺乏的敏感人群。2013年台湾营养与健康调查显示, 15-44岁未怀孕育龄妇女尿碘浓度中位数(UIC)为124 $\mu\text{g/L}$, 总体上是足够的, 但如果根据孕妇碘营养状况评价标准是不够的。本研究旨在探讨台湾北部某城区孕妇碘营养状况。

【 方法 】

在台北退伍军人总医院进行了一项基于医院的横断面调查。于2018年1月至10月随机抽取孕妇尿样, 采用电感耦合等离子质谱法测定尿碘, 并向参与者进行食物频率问卷调查。

【 结果 】

257名21-47岁孕妇的尿碘中位数为225.3 $\mu\text{g/L}$ (IQR:109.1 - 514.2 $\mu\text{g/L}$), 尿碘分布如下: 35.4%UIC<150 $\mu\text{g/L}$, 17.1%UIC在150 - 249 $\mu\text{g/L}$ 范围内, 21.8%的UIC在250 - 499 $\mu\text{g/L}$ 范围内, 25.7%的UIC大于500 $\mu\text{g/L}$ 。产前复合维生素的使用在孕妇中非常普遍: 79.4% (n=204)的孕妇每天服用复合维生素, 52.5% (n=135)孕妇每天服用一片, 只有20.6% (n=53)的孕妇在怀孕期间从未服用过复合维生素。其他常食用的含碘食品是乳制品和鱼。

【 结论 】

本研究表明被调查的孕妇的碘营养状况是适宜的。然而, 仍需努力避免碘缺乏和碘过量。

美国育龄妇女碘营养状况调查

A Review of Iodine Status of Women of Reproductive Age in the USA

Pallavi Panth^{1,2}, Gena Guerin³, Nancy M. DiMarco^{1,2}

1 Department of Nutrition and Food Sciences, College of Health Sciences, Texas Woman's University, P.O. Box 425888, Denton, TX 76204-5876, USA

2 Institute for Women's Health, College of Health Sciences, Texas Woman's University, Denton, TX 76204-5876, USA

3 Department of Kinesiology, College of Health Sciences, Texas Woman's University, Denton, TX 76204-5876, USA

Summary:

【 Background 】

Iodine, an essential micronutrient, is required to produce thyroid hormones. Iodine deficiency disorders (IDD) comprise a range of adverse maternal and fetal outcomes, with the most significant irreversible effect resulting from neurodevelopmental deficits in fetal brain caused by deficient iodine status during early pregnancy. The objective of this scoping review was to summarize the studies that assessed iodine status of women of reproductive age in the USA.

【 Methods 】

A systematic review of literature using the PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR) statement was conducted. PubMed, Medline, CINAHL, EMBASE, EBSCOHost, Cochrane, ERIC, Google Scholar, and Web of Science databases were searched.

【 Results 】

1652 records were identified. One thousand six hundred forty-one records that did not satisfy the inclusion/exclusion criteria and quality review were excluded, and 11 peer-reviewed articles were determined to be eligible for this scoping review. Despite the USA being considered iodine sufficient for the general population, the US dietary iodine intakes have decreased drastically since the 1970s, with iodine deficiency reemerging in vulnerable groups such as women of reproductive age.

【 Conclusions: 】

Although data to conduct a scoping review of iodine status among women of reproductive age in the USA was scarce, majority of the articles reviewed demonstrate emergent iodine deficiency in this population of women of reproductive age, indicating alarm for a public health concern needing immediate attention.

摘要:

【背景】

碘是一种必需的微量营养素，是产生甲状腺激素所必需的。碘缺乏病（IDD）包括一系列不良的母亲和胎儿结局，其中最显著不可逆的影响是由妊娠早期碘缺乏引起的胎儿大脑神经发育缺陷引起的。本综述的目的是评估美国育龄妇女碘营养状况。

【方法】

采用 PRISMA 扩展对文献进行系统综述（PRISMA-ScR）。检索 PubMed、Medline、CINAHL、EMBASE、EBSCOHost、Cochrane、ERIC、Google Scholar 和 Web of Science 数据库。

【结果】

共发现 1652 条记录，1641 条记录不符合纳入 / 排除标准和质量审查被排除在外，纳入 11 篇同行审查的文章。尽管美国认为普通人群碘充足，但自 20 世纪 70 年代以来，美国膳食碘摄入量急剧下降，育龄妇女等弱势群体再次出现碘缺乏。

【结论】

尽管对美国育龄妇女碘营养状况文献资料很少，但大多数纳入文献显示美国育龄妇女人群存在急性碘缺乏，需要立即关注这个公共卫生问题。

巴西学龄儿童碘营养状况：全国横断面调查

Iodine Status of Brazilian School-Age Children: A National Cross-Sectional Survey

Juraci A. Cesar ¹, Iná S. Santos ², Robert E. Black³, Maria A. D. Chrestani ⁴, Fabio A. Duarte ⁵ and Eduardo A. F. Nilson ⁶

1 Postgraduate Program in Public Health, Faculty of Medicine, Universidade Federal do Rio Grande, Rua Visconde de Paranaguá, 102, 4 Piso, Rio Grande 96210.900, RS, Brazil

2 Postgraduate Program in Epidemiology, Universidade Federal de Pelotas, Rua Marechal Deodoro, 1160-3 Piso, Pelotas 96020.220, RS, Brazil; inasantos@uol.com.br

3 Department of International Health, Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health, 615 North Wolfe Street, Baltimore, MD 21205, USA; RBlack@jhsph.edu

4 Department of Social Medicine, Faculty of Medicine, Universidade Federal de Pelotas, Av. Duque de Caxias, 250, 3 andar, Pelotas 96030.001, RS, Brazil; machrestani@uol.com.br

5 Department of Chemistry, Universidade Federal de Santa Maria, Prédio 21, subsolo, Sala 5015—Camobi, Santa Maria 97105.900, RS, Brazil; fabioand@gmail.com

6 Ministry of Health, Zona Cívico-Administrativa, Brasília 70058900, DF, Brazil; eduardo@saude.gov.br

Summary:

【 Background 】

Salt iodization is the main public health policy to prevent and control iodine deficiency disorders. The National Salt Iodization Impact Assessment Survey (PNAISAL) was conducted to measure iodine concentration among Brazilian schoolchildren.

【 Methods 】

A survey including 6–14-year-old schoolchildren from public and private schools from all 26 Brazilian states and the Federal District was carried out in the biennia 2008–2009 and 2013–2014. Municipalities, schools, and students were randomly selected. Students were interviewed at school using a standard questionnaire, which included the collection

of demographic, educational, weight, height, and 10 mL non-fasting urine collection information. The analyses were weighted according to the population of students per federative unit. The median urinary iodine concentration (MUIIC) for the entire sample by region, federative unit per school, and student characteristics, was described from the cutoff points defined by the World Health Organization (severe disability: <20µg/L, moderate: 20–49 µg/L, mild: 50–99µg/L, adequate: 100–199µg/L, more than adequate: 200–299 µg /L, and excessive: >300 µg /L).

【 Results 】

In total, 18,864 students (95.9% of the total) from 818 schools in 477 municipalities from all

federative units were included in this study. Almost 70% were brown skin color, nine-years-old or older, studied in urban schools, and were enrolled in elementary school. The prevalence of overweight/obesity, as measured by body mass index (BMI) for age, was about twice as high compared to nutritional deficits (17.3% versus 9.6%). The MUIC arrived at 276.7 $\mu\text{g/L}$ (25th percentile = 175.5 $\mu\text{g/L}$ and 75th percentile = 399.71 $\mu\text{g/L}$). In Brazil as a whole, the prevalence of mild, moderate, and severe deficit was 6.9%, 2.6%, and 0.6%, respectively. About one-fifth of the students (20.7%) had adequate iodine concentration, while 24.9% and 44.2% had more than adequate or excessive concentration, respectively.

【Conclusions:】

The prevalence of iodine deficits was significantly higher among younger female students from municipal public schools living in rural areas with the lowest BMI. The median urine iodine concentration showed that Brazilian students have an adequate nutritional intake, with a significant proportion of them evidencing overconsumption of this micronutrient.

摘要:

【背景】

食盐加碘是防治碘缺乏病的主要公共卫生政策。开展全国食盐加碘评估调查(PNAISAL), 测量巴西小学生尿碘浓度。

【方法】

2008-2009 和 2013-2014 开展了一项全国调查, 调查对象包括来自巴西全部 26 个州和联邦区的公立和私立学校的 6-14 岁学童。调查的城市、学校和学生随机抽取。采用标准化问卷对在校学生进行访谈, 调查内容包括人口统计学、学历、体重、身高以及收集 10ml 非禁食尿液。数据进行加权处理。根据世界卫生组织推荐的尿碘中位数判定界值(严重缺乏: $<20 \mu\text{g/L}$, 中度缺乏: $20-49 \mu\text{g/L}$, 轻度缺乏: $50-99 \mu\text{g/L}$, 适宜: $100-199 \mu\text{g/L}$, 超适宜: $200-299 \mu\text{g/L}$, 过量: $>300 \mu\text{g/L}$) 进行碘营养状况评价。

【结果】

来自 477 个市的 818 所学校的 18864 名学生(占总数的 95.9%) 参加了本研究, 70% 的学生都是棕色皮肤、年龄在 9 岁或 9 岁以上的城市小学生。根据年龄别体重指数(BMI)测定的超重/肥胖的患病率大约是营养缺陷的两倍(17.3%比 9.6%)。MUIC 达到 276.7 $\mu\text{g/L}$ (第 25 百分位为 175.5 $\mu\text{g/L}$, 第 75 百分位为 399.71 $\mu\text{g/L}$)。在整个巴西, 轻度、中度和重度碘缺乏的患病率分别为 6.9%、2.6% 和 0.6%。大约五分之一的学生(20.7%) 处于适宜碘状况, 24.9% 和 44.2% 的学生处于超适宜和碘过量。

【结论】

农村地区体质指数最低的公立学校的年轻女生碘缺乏的患病率较高。尿碘中位数结果表明, 巴西学生碘摄入适宜, 其中相当一部分人过度摄入这种微量营养素。

评价人群碘状况的标志物在人群碘状况分类中的一致性： 系统综述

Agreement between markers of population iodine status in classifying iodine status of populations: a systematic review

Molla Mesele Wassie^{1,2}, Philippa Middleton^{3,4}, Shao Jia Zhou^{1,3}

1 School of Agriculture Food and Wine, Faculty of Sciences, The University of Adelaide, Adelaide, Australia.

2 Department of Human Nutrition, Institute of Public Health, College of Medicine and Health Sciences, University of Gondar, Gondar, Ethiopia.

3 Robinson Research Institute, School of Paediatrics and Reproductive Health, The University of Adelaide, Adelaide, Australia.

4 South Australian Health and Medical Research Institute, Adelaide, Australia.

Summary:

【 Background 】

Population iodine deficiency is indicated by >3% of the population with newborn thyroid-stimulating hormone (TSH) concentration >5 mIU/L, median urinary iodine concentration (MUIC) <100 µg/L, or >5% prevalence of goiter in school-age children. However, the agreement between these population markers has not been systematically investigated. To assess the agreement between TSH, MUIC, and goiter as markers of population iodine status.

【 Methods 】

We performed a systematic search for studies published on PubMed, Scopus, Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature (CINAHL), Embase, and PsycINFO up to 29 October, 2018. Studies assessing iodine status in the population

using the TSH marker and either MUIC or goiter prevalence in school-age children were included. The agreement between markers in classifying iodine status of the population was assessed. The sensitivity and specificity of the TSH marker was determined against MUIC and goiter prevalence as the reference markers.

【 Results 】

Of 17,435 records identified by the search strategy, 57 eligible studies were included in the review. The agreement between markers in classifying the iodine status of populations into the same category was 65% for TSH and MUIC, and 83% for TSH and goiter prevalence. The TSH marker had a sensitivity of 0.75 and specificity of 0.53 when compared with MUIC, and 0.86 and 0.50 when compared with goiter prevalence.

【 Conclusions: 】

The TSH marker has a better agreement with goiter prevalence than MUIC when classifying the iodine status of populations. Re-evaluation of the current criteria for classifying the iodine status of populations using the TSH marker is warranted. This systematic review was registered at PROSPERO (<http://www.crd.york.ac.uk/prospéro/>) as CRD42018091247.

摘要:

【背景】

新生儿促甲状腺激素 (TSH) 浓度 >5mIU/L、尿碘浓度中位数 <100 μg/L 或学龄儿童甲状腺肿患病率 >5% 表示人群存在碘缺乏。然而, 这些群体标志物之间的一致性还没有得到系统的研究。本研究评价 TSH、MUIC 和甲状腺肿作为人群碘营养状况标志物的一致性。

【方法】

截至 2018 年 10 月 29 日发表在 PubMed、Scopus、护理和相关健康文献索引 (CINAHL)、Embase 和 PsycINFO 上的

研究进行了系统检索。纳入采用学龄儿童 TSH 标记物和尿碘浓度中位数 (MUIC) 或甲状腺肿患病率评估人群碘状况的研究。对人群碘状况分类中标记物之间的一致性进行了评估。以 MUIC 和甲状腺肿患病率作为参考指标, 评价 TSH 标志物的敏感性和特异性。

【结果】

根据检索策略共检索 17435 项记录, 57 项符合纳入标准。人群碘状况划分时, TSH 和 MUIC 标记物之间的一致性为 65%, TSH 和甲状腺肿患病率标记物之间的一致性为 83%。与 MUIC 相比, TSH 标记物的敏感性为 0.75, 特异性为 0.53; 与甲状腺肿患病率相比, TSH 标记物的敏感性为 0.86, 特异性为 0.50。

【结论】

TSH 标记物与甲状腺肿患病率在人群碘营养状况分类中的一致性优于 MUIC。有必要重新评估目前使用 TSH 标记对人群碘状况进行分类的标准。这项系统性研究在 PROSPERO 注册 (<http://www.crd.york.ac.uk/prospéro/>), 注册号 CRD42018091247。

2021年第十届营养与食品科学国际会议 (ICNFS 2021)

时间：2021年04月20日

地点：西班牙，巴塞罗那

2021年美国营养学会年会

时间：2021年6月7-10日

会议形式：线上会议

International Conference on Dietetics and Human Nutrition

时间：June 28-29, 2021

地点：London, United Kingdom

2021年第22届 IUNS 国际营养学大会 (IUNS-ICN 2021)

时间：2021年9月14-19日

地点：日本 东京 Tokyo

2021年第十五届全国营养科学大会

时间：2021年9月

地点：北京

《营养新观察》刊物征订表

姓 名:

联系电话:

工作单位:

工作职务:

邮寄地址:

工作内容:

E-mail邮箱:

您更喜欢哪种方式来阅读我们的刊物,请在口里打√——
电子版刊物 ;纸质版刊物

您可邮寄 / 传真 / 扫描并电子邮件回复我们:(方式可三选一)

——我们的联系方式:

<达能营养中心>

邮编:100050

地址:北京市西城区南纬路 29 号

电话:010-83132921

传真:010-83132625

网址:www.danone-institute.org.cn

E-mail:danone.institute@danone-institute.org.cn

联系人:张国雄



达能营养中心
致力营养与健康



达能营养中心

致力营养与健康

地址 /Add: 中国北京市西城区南纬路 29 号 100050

#29 Nan Wei Road, Xi Cheng District, Beijing, China 100050

电话 /Tel: (86-10)8313 2921 传真 /Fax: (86-10)8313 2625

<http://www.danone-institute.org.cn>

Email: danone.institute@danone-institute.org.cn