

技术报告 No. 2010 – 002

中国食盐加碘和居民碘营养状况的风险评估

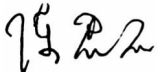
Salt Iodization and Risk Assessment of Iodine Status in Chinese Population

国家食品安全风险评估专家委员会

2010年5月14日

说 明

- 一、受中华人民共和国卫生部食品安全综合协调与卫生监督局委托（卫监督食便函〔2010〕104号），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的碘营养状况进行风险评估，为制（修）定我国碘缺乏病防治策略和风险交流提供科学依据。
- 二、本报告引用的数据包括：1995 - 2009 年全国碘缺乏病监测数据、2002 年中国居民营养与健康状况调查、2002 年水碘监测数据、2005 年高水碘地区尿碘监测数据、2005 年盐碘监测数据、2007 年全国 12 省总膳食研究碘摄入量调查、2009 年沿海地区居民碘营养状况和膳食摄入量调查等。未征得数据所有方同意，不得以任何形式转载和利用上述数据。
- 三、本报告文献引用和数据选择无任何个人和学术偏向性，报告结论是基于现有数据，可能与基于其他数据所得出的结论存在差异；参与本报告撰写和评议的工作人员，与报告涉及的内容和结论无利益冲突。
- 四、本报告内容在正式公开之前属保密状态，未征得国家食品安全风险评估专家委员会同意，不得以任何形式引用。
- 五、本报告经专家委员会主任委员签字认可后生效。

国家食品安全风险评估专家委员会主任委员： 

目 录

摘要	1
缩略语	5
1 前言	6
2 碘与食盐加碘的一般背景资料	6
2.1 碘的理化性质及来源	6
2.2 碘的吸收、分布、代谢和排泄	7
2.2.1 吸收	7
2.2.2 分布	7
2.2.3 代谢和利用	7
2.2.4 排泄	7
2.3 生理功能	7
2.4 我国碘的地理分布	8
2.5 全民食盐加碘防治碘缺乏病	8
2.6 各国及国际组织的碘强化政策	9
3 碘营养状况对健康的影响（危害识别）	10
3.1 碘缺乏的危害	10
3.2 碘过量的危害	10
3.2.1 动物毒性效应	10
3.2.1.1 急性毒性	10
3.2.1.2 亚急性及亚慢性毒性	11
3.2.1.3 慢性毒性及致癌性	11
3.2.1.4 生殖和发育毒性	11
3.2.1.5 遗传毒性	11
3.2.2 碘过量对人类健康的影响	11

3.2.2.1	碘过量与一般甲状腺疾病	12
3.2.2.2	碘过量与甲状腺癌	12
4	碘营养状况评价标准（危害特征描述）	13
4.1	尿碘评价标准	13
4.2	膳食碘摄入评价标准	13
5	中国居民的碘营养状况（暴露评估）	14
5.1	尿碘水平	14
5.1.1	数据来源和评估方法	14
5.1.2	结果	15
5.1.2.1	中国人群尿碘水平	15
5.1.2.2	碘缺乏高危地区人群尿碘水平	15
5.1.2.3	高水碘地区人群尿碘水平	16
5.1.2.4	沿海地区人群尿碘水平	16
5.2	膳食碘摄入	19
5.2.1	总膳食研究	19
5.2.1.1	2007 年全国总膳食研究	19
5.2.1.2	2009 年沿海地区碘膳食摄入量调查	21
5.2.2	中国居民营养与健康状况调查（2002 年）	22
5.2.2.1	评估方法	22
5.2.2.2	结果	23
6	中国居民碘营养状况的评价（风险特征描述）	28
6.1	基于尿碘水平的评价	28
6.2	基于碘膳食摄入量的评价	29
7	不确定性分析	31
7.1	食物消费量	31
7.2	饮用水消费量	31
7.3	高水碘地区居民的尿碘水平	32
7.4	个体尿碘水平判断标准	32
8	结论与建议	32
	资料提供单位或个人	37

《中国食盐加碘和居民碘营养状况的风险评估》专家组和工作组名单	38
--------------------------------------	----

附表

附表 1 2007 年我国严重碘缺乏地区	39
附表 2 可能存在碘缺乏的地区	40
附表 3 2005 年调查水碘含量中位数在 150 – 300 $\mu\text{g/L}$ 间的乡镇	41
附表 4 2005 年调查水碘含量中位数在 300 $\mu\text{g/L}$ 间的乡镇	43
附表 5 不同人群水的推荐摄入量	45
附表 6 食物中碘的含量	46
附表 7 我国不同性别 – 年龄组人群高碘食物摄入量	47
附表 8 饮用水和食盐中碘含量	49

中国食盐加碘和居民碘营养状况的风险评估

摘 要

近年来，有关学者和公众对我国全民食盐加碘策略的科学性和部分沿海地区居民碘摄入可能“过量”及其潜在的健康损害日益关注。受卫生部食品安全综合协调与卫生监督局委托，国家食品安全风险评估专家委员会利用 1995 - 2009 年全国碘缺乏病监测或碘缺乏高危地区监测、2002 年中国居民营养与健康状况调查、2007 年全国 12 省总膳食研究碘摄入量调查、2009 年沿海地区居民碘营养状况和膳食摄入量调查等数据，从居民尿碘水平和碘的膳食摄入量两个方面，评估我国不同地区居民碘营养状况及潜在的风险，以期为制（修）定我国碘缺乏病防治策略和风险交流提供科学依据。

碘是人体的必需微量元素之一，主要来源于膳食（包括饮用水）。碘在体内主要参与甲状腺激素的合成，甲状腺激素具有增强新陈代谢，促进生长发育（尤其是脑发育）的作用。碘缺乏和碘过量均可对健康造成损害。当人体碘缺乏时，可因甲状腺功能紊乱而导致“碘缺乏病”（IDD）。碘过量可以诱发或促进甲状腺功能减退和自身免疫性甲状腺炎的发生和发展。

我国是碘缺乏最严重的国家之一，自 1995 年实行全民食盐加碘预防 IDD 策略以来，我国 IDD 得到有效控制。2000 年评估显示，我国在总体水平上消除了碘缺乏病。此外，我国也存在呈局灶性分布的高水碘地区，且与低水碘地区交织并存，需要关注这些地区是否存在碘摄入过量问题。虽然近些年来甲状腺肿瘤与碘过量的关系备受关注，但目前并无明确的科学证据表明碘过量会引起甲状腺肿瘤。

目前，可以分别用尿碘水平和碘的膳食摄入量两个指标来评价碘的营养状况。世界卫生组织/联合国儿童基金会/国际控制碘缺乏病理事会（WHO/UNICEF/ICCIDD）提出了基于尿碘中位数（MUI）的人群碘营养状况评价标准，普通人群碘营养水平“适宜”的标准是：MUI 100 - 200 $\mu\text{g}/\text{L}$ ，而孕妇人群的碘营养不足标准为 MUI < 150 $\mu\text{g}/\text{L}$ 。中国营养学会制定了不同年龄组人群碘的推荐摄入量（RNI）和可耐受最高摄入量（UL）。本报告以 WHO 等机构的尿碘水平评价标准和中国营养学会的膳食碘摄入量评价标准，

评估我国居民的碘营养状况。

一、尿碘水平

从 MUI 来看,我国在 2000 年将生产环节的食盐碘添加量下调为平均 35 ± 15 mg/kg 后,2005 年我国人群的 MUI 为 $246.3 \mu\text{g/L}$,说明我国人群的碘营养状况“超过适宜”,但未“过量”;因此,由碘过量引发健康危害的风险很低。

2009 年碘缺乏高危地区监测结果显示,碘缺乏高危地区 8 - 10 岁儿童的 MUI 为 $192.3 \mu\text{g/L}$,且 $<100 \mu\text{g/L}$ 的人群比例约为 20%,根据 WHO 等的评价标准,这类地区人群的碘营养状况总体上是适宜和安全的。而 2009 年沿海地区居民碘营养状况调查结果显示,上海市、辽宁、浙江和福建省等沿海地区成人、乳母和儿童的 MUI 都在 $100 - 250 \mu\text{g/L}$ 之间,说明这些地区人群碘营养状况总体上也是适宜和安全的;但上海、浙江沿海城市和福建沿海农村孕妇 $\text{MUI} < 150 \mu\text{g/L}$,属于碘营养“不足”;三个沿海省的沿海城市和沿海农村居民的 MUI 低于同省内陆农村居民,主要是由于内陆农村居民的加碘食盐摄入量较大(平均为 11.1 g)和加碘食盐覆盖率最高(平均为 98.5%)所致。2005 年高水碘地区监测结果表明,我国高水碘地区人群的 MUI 大于 $300 \mu\text{g/L}$,说明在未完全停用加碘食盐前,这类地区人群的碘营养“过量”。

从尿碘水平的频数分布来看,2009 年沿海地区居民碘营养状况调查表明,除 8 - 10 岁儿童之外的其他人群尿碘水平 $<100 \mu\text{g/L}$ 的比例为 $23.5\% - 29.0\%$,高于 $\geq 300 \mu\text{g/L}$ 的比例 ($11.1\% - 14.2\%$),说明虽然沿海地区人群的碘营养状况总体上是适宜和安全的,但尿碘水平偏低个体的比例较高,值得关注。尤其是孕妇,尿碘水平 $<150 \mu\text{g/L}$ 的人群比例为 46% (4 省市合计),明显高于尿碘水平 $\geq 500 \mu\text{g/L}$ 的比例 (4%),说明沿海地区孕妇碘缺乏的风险较高,需要给予特别关注。在高水碘地区,尿碘水平 $\geq 300 \mu\text{g/L}$ 的人群高达 74% ,其中 $\geq 1000 \mu\text{g/L}$ 的比例为 16.3% ,在这部分人群中,易感个体和已有甲状腺疾病的患者因碘过量发生健康损害的风险较大。

可见,自推行食盐加碘预防 IDD 策略以来,碘缺乏高危地区人群的碘营养状况总体处于“适宜”水平,但仍有部分地区的人群存在较大的碘缺乏风险。沿海地区居民即使食用加碘食盐,尿碘水平并不高于其它内陆地区,部分沿海地区孕妇发生碘缺乏的风险较大。

二、碘的膳食摄入量

在水碘含量低于 $150 \mu\text{g/L}$ 的地区,总膳食研究结果和全国营养调查结果均表明,中国居民膳食碘的平均摄入量均达到 RNI,说明目前我国这类地区居民的碘摄入量总体

上是适宜和安全的。但个体资料分析结果显示，碘摄入量低于 RNI 的比例（总膳食研究结果为 30% 左右，全国营养调查结果 为 13.4%）明显高于摄入量超过 UL 的比例（总膳食研究结果为 1% - 10%，全国营养调查结果约为 5.8%），说明在这类地区即使食用加碘食盐，碘摄入量不足的风险远大于碘摄入过量的风险。

碘的食物来源主要为食盐、食物和饮用水，其中加碘食盐是膳食碘的主要来源，未考虑烹调损失时，对碘摄入量的贡献率约为 80% 左右；若考虑烹调损失，根据上海市以典型烹调方式加工当地食物样品的分析结果，烹调后加碘食盐对碘摄入量的实际贡献率为 63.5%。因此如果食用不加碘食盐，绝大部分居民（97.6%）的碘摄入量达不到 RNI，碘缺乏的风险很高。

在水碘含量高于 150 $\mu\text{g/L}$ 的地区，饮用水是膳食碘的主要来源，尤其是食用不加碘食盐时，其对碘摄入量的贡献率为 89.8% - 95.8%。在这类地区，如果食用加碘食盐，居民的平均碘摄入量和所有个体的碘摄入量均超过 RNI，且随水碘含量升高而增加。其中碘摄入量介于 RNI - UL 之间的人群平均比例分别为 89.5%（水碘：150 - 300 $\mu\text{g/L}$ 地区）和 75.1%（水碘 $\geq 300 \mu\text{g/L}$ 地区），说明上述地区居民的碘摄入量总体上仍是适宜和安全的，发生碘缺乏的风险很低。但这两类地区碘摄入量 \geq UL 的个体比例分别为 10.5% 和 24.9%，说明在食用碘盐的情况下，人群碘摄入过量的风险较大。

如果上述地区食用不加碘食盐，人群的碘平均摄入量和所有个体的碘摄入量均可达到 RNI，且介于 RNI - UL 之间的人群比例高于 98%，碘摄入量超过 UL 的比例不到 2%，说明即使食用不加碘食盐，这类地区居民的碘摄入量也处于一个“适宜和安全摄入范围”，既不会引起碘摄入量不足，发生碘过量的风险也很低。

由于高碘食物海带和紫菜的消费率和消费量很低，在水碘含量不同的各类地区，无论食用加碘食盐和 不加碘食盐，这类食物在膳食碘摄入中的贡献率均很低（1.6% - 3.0%）。

可见，现阶段我国人群的膳食碘摄入水平总体上是适宜和安全的。在水碘含量低于 150 $\mu\text{g/L}$ 的地区，如果食用不加碘食盐，碘缺乏的风险远大于碘过量的风险。在水碘含量高于 150 $\mu\text{g/L}$ 的地区，即使食用不加碘食盐，也可以保证居民的碘摄入量达到适宜和安全范围，食用加碘食盐反而增加碘摄入过量的风险。

三、结论与建议

综上所述，我国自 1995 年实施全民食盐加碘以来，在预防和控制碘缺乏病（地方性甲状腺肿、地方性克汀病）方面取得了十分显著的成绩。国家食品安全风险评估专家委员会根据本次评估结果认为：

1. 我国沿海地区居民的尿碘水平和膳食碘摄入量一致表明，沿海地区居民的碘营

养状况总体处于适宜和安全水平，食盐加碘并未造成我国沿海地区居民的碘摄入过量。相反，沿海城市和农村由于碘盐覆盖率较低而碘营养状况低于同省内陆农村地区。部分沿海地区孕妇的碘营养不足，预示发生碘缺乏的风险较高，需要给予特别关注。

2. 在水碘含量低于 150 $\mu\text{g}/\text{L}$ 的地区，居民的碘营养状况总体处于适宜和安全水平，进一步分析表明碘缺乏的健康风险大于碘过量的健康风险，尤其是如果食用不加碘食盐，发生碘缺乏的风险很高。为此，继续实施食盐加碘策略对于降低居民的碘缺乏风险十分必要。

3. 在水碘含量高于 150 $\mu\text{g}/\text{L}$ 的地区，居民碘营养状况总体处于适宜和安全水平；如果食用加碘食盐，则发生碘过量的风险较高；但如果食用不加碘食盐，发生碘缺乏的风险也很低。因此，在大部分这类地区停供加碘食盐，可以降低因碘过量可能造成的健康风险。但在少数水碘含量极高的地区，即使停供加碘食盐，可能仍有较大比例居民的碘摄入过量，存在较大的健康风险。建议对这些地区开展相关的研究工作，从而采取降低碘过量风险的有效措施。

4. 由于我国多数地区都存在程度不同的碘缺乏，而且加碘食盐是这类地区碘的重要膳食来源，考虑到我国食盐加碘在碘缺乏病控制方面取得的突出成绩，应该认为食盐加碘的健康益处远大于食盐加碘的可能健康风险。然而，由于我国水碘分布存在明显的地域差异，推行因地制宜、分类指导和科学补碘的防控策略是合适的，既可降低低碘地区居民的碘缺乏风险，也可避免高碘地区的碘过量风险。

缩 略 语

FNB	美国食品和营养委员会
ICCIDD	国际控制碘缺乏病理事会
IDD	碘缺乏病
IPCS	国际化学品安全规划署
IQ	智商
JECFA	联合国粮农组织和世界卫生组织食品添加剂联合专家委员会
LD ₅₀	半数致死量
LD ₁₀₀	绝对致死量
MUI	尿碘中位数
NOAEL	未观察到有害作用的剂量
RNI	推荐摄入量
SCF	欧洲食品科学委员会
T ₃	三碘甲状腺原氨酸
T ₄	四碘甲状腺原氨酸
TDI	每日耐受摄入量
Tg	甲状腺球蛋白
TSH	促甲状腺激素
UI	尿碘
UL	每日可耐受最高摄入量
UNICEF	联合国儿童基金会
USI	全民食盐加碘
WHO	世界卫生组织

中国食盐加碘和居民碘营养状况的风险评估

1 前言

近年来,有关学者和公众对我国全民食盐加碘策略的科学性和部分沿海地区居民碘摄入可能“过量”及其潜在健康损害的关注程度日益增加。为进一步了解沿海地区居民膳食碘摄入水平和碘营养状况,卫生部疾病预防控制局于2009年组织辽宁、上海、浙江、福建4个省(市)在沿海地区开展了居民碘营养状况调查及膳食碘摄入量调查。

2010年4月7日,卫生部食品安全综合协调与卫生监督局致函国家食品安全风险评估专家委员会,要求结合我国沿海地区居民碘营养状况调查及膳食碘摄入量调查,对膳食中碘对健康的影响进行评估,为指导我国食盐加碘防控策略提供科学依据。本次风险评估的目的:(1)利用全国碘缺乏病或碘缺乏高危地区监测数据,评估我国全面普及食盐加碘十几年来,在预防和控制碘缺乏危害方面所取得的健康效益;(2)利用2002年中国居民营养与健康状况调查数据,结合2007年全国12省总膳食研究和2009年沿海地区居民碘营养状况调查及膳食碘摄入量调查结果,从尿碘水平和碘的膳食摄入量两个方面,评估我国不同地区居民的碘营养状况及其潜在风险。重点回答在我国当前普遍实施食盐加碘策略的情况下,沿海地区居民碘摄入是否过量等问题。

2 碘与食盐加碘的一般背景资料

2.1 碘的理化性质及来源

碘是一种非金属元素,卤族元素之一,原子序数53,原子量126.9,单质碘呈紫黑色晶体,分子式 I_2 ,比重4.93,熔点 $113.5^{\circ}C$,沸点 $184.35^{\circ}C$ 。碘的化合价有-1、+1、+3、+5和+7,在卤族元素中化学活性最弱,但仍可与大多数元素直接化合,并以化合物的形式广泛存在于自然界(如:碘化钾和碘酸钾)。碘微溶于水,易溶于有机溶剂。所以在评估碘元素时,实际上是对离子态碘进行评价。

自然界中碘主要来源于海洋,因此海产品(海带、紫菜、海鱼、贝类水生物和海

藻) 中常富集碘化物, 其中海藻的碘含量最丰富, 是提取纯碘的主要原料。碘能够以气态或雾态的形式从海水进入到环境中, 并通过空气播散分布到陆地和海域附近的农作物中。碘扩散到土壤后很容易与其中的有机物结合, 并长期存在。此外, 碘还可以通过矿物燃料的燃烧扩散到环境中, 但量很低^[1]。

2.2 碘的吸收、分布、代谢和排泄

碘可通过空气、食物(包括碘强化食品)、饮水等多种途径进入人体。一般情况下, 人体摄取的碘约 80% - 90% 来自食物, 10% - 20% 来自饮水, 来自空气的碘不足 5%^[2]。

2.2.1 吸收

食物和水中的碘进入消化道后, 主要以碘化物的形式吸收, 其中一部分有机碘可直接吸收, 另一部分则需要先在消化道转化为无机碘后再吸收。由于膳食和水中的碘主要为无机碘, 经口进入人体后, 可在胃及小肠上段被迅速、完全地吸收。研究表明, 膳食和水中的碘一般在进入胃肠道后 1 小时内大部分被吸收, 3 小时内几乎完全被吸收^[2]。吸烟、钙、镁离子以及一些药物(如磺胺等)可抑制碘的吸收。蛋白质、能量不足时, 也会妨碍胃肠道对碘的吸收^[3]。

2.2.2 分布

人体内的碘主要集中在甲状腺(含量为 10 - 15 mg, 按成人计), 约占人体总碘量的 70% - 90%。肌肉、皮肤、骨骼以及其他内分泌腺和中枢神经系统也都含有一定量的碘^[2]。

2.2.3 代谢和利用

碘在体内主要用于合成甲状腺激素, 甲状腺从血液中摄取碘的能力很强, 通常甲状腺中碘浓度比血浆高 20 - 50 倍^[4]。垂体前叶分泌的促甲状腺激素(Thyroid-stimulating Hormone, TSH)可促进甲状腺摄取碘。在甲状腺囊泡的方形上皮细胞内, 过氧化酶可将吸收的碘催化为具有活性的原子碘^[2]。

2.2.4 排泄

碘的排出途径主要为肾脏^[5], 其次为肠道。一般约有 90% 的碘经尿液排出, 5% - 10% 经粪便排出, 也有极少量随汗液或通过呼吸排出。乳母的乳汁中也可排出一定量的碘^[2]。

2.3 生理功能

碘是人体(包括所有的动物)必需微量元素之一, 在体内主要参与甲状腺激素的合成, 以甲状腺激素的形式实现其生理功能。除此之外, 至今尚未发现碘有其他独立的生理作用。甲状腺激素有两种, 三碘甲状腺原氨酸(Triiodothyronine, T₃)和四碘甲状腺原氨酸(Thyroxine, T₄), 前者含 3 个碘, 后者含 4 个碘, 它们的合成受垂体前叶分泌

的 TSH 的调节。甲状腺激素对机体的生命活动十分重要，具有增强新陈代谢，促进生长发育尤其是脑发育的作用。当人体碘缺乏时，甲状腺合成 T_3 、 T_4 减少，从而导致一系列生化紊乱及生理功能异常；同时可通过反馈作用引起 TSH 分泌增多，以促使甲状腺合成更多的 T_3 、 T_4 。这将导致甲状腺代偿性增生，体积增大，形成甲状腺肿。此时患者处于 T_3 、 T_4 分泌不足以及 TSH 分泌增高的状态，临床上也称甲状腺功能减低（简称甲减）。在临床上，将血液中游离 T_3 、 T_4 和 TSH 水平作为评价甲状腺功能的主要指标。

2.4 我国碘的地理分布

碘是地壳中天然存在的一种微量元素，其含量分布与地质、地貌密切相关。由于自然界中的碘常以化合物形式存在，因此一般可溶解于水，其含量分布也随水流方向由低到高。例如我国青海大部分地区水碘仅为 $0.7\mu\text{g/L}$ 左右；而上海地区的水碘则为 $20\mu\text{g/L}$ 左右，渤海湾部分地区水碘含量高达 $1000\mu\text{g/L}$ 左右^[6]。卫生部根据水碘水平，将我国划分为缺碘地区（ $<10\mu\text{g/L}$ ）、适碘地区（ $10 - 150\mu\text{g/L}$ ）及高碘地区（ $>150\mu\text{g/L}$ ）^[7-8]。

我国多数地区都属于程度不同的缺碘地区。20 世纪 90 年代，全国约有 7.2 亿人生活在缺碘地区，碘缺乏疾病（Iodine Deficiency Disorder, IDD）分布于 1807 个县，27128 个乡。我国的高碘地区主要分布在北京、天津、河北、山西、内蒙古、江苏、安徽、山东和河南 9 个省（区、市）中 109 个县（市、区、旗）的 735 个乡镇，这些高碘地区主要呈局灶性分布，多与非高碘地区交织并存。

2.5 全民食盐加碘防治碘缺乏病

国际上公认的防治碘缺乏病的主导措施是食盐加碘。研究显示，实施食盐加碘后，世界范围内甲状腺肿流行地区儿童和青年的甲状腺肿患病率降低了 40% - 95%^[9]。以甲状腺肿流行区印度坎格拉区为例，1956 年的甲状腺肿患病率为 55%，实施食盐加碘措施 5 年后（1961 年），甲状腺肿患病率降至 20% - 30%，到 1973 年进一步降至 8.5% - 9.1%^[10-11]。2000 年印度迫于民间压力暂停食盐加碘政策，但在随后几年里，碘缺乏病又在各地重现，因此 2005 年印度政府再次实施食盐加碘，禁止销售非加碘食盐^[12]。

我国从 1995 年开始实施全民食盐加碘（Universal Salt Iodization, USI）防治碘缺乏策略以来，不断对实施情况进行监测，同时根据监测结果对加碘食盐浓度进行适时调整，力争将人群尿碘控制在国际组织推荐的适宜水平，尽量避免不合理补碘。2000 年评估显示，我国在总体水平上消除了碘缺乏病。1995 - 2005 年先后进行的 5 次大规模全国碘缺乏病监测结果显示，我国实施 USI 后，在消除 IDD 方面取得了显著的成果，8 - 10 岁儿童地方性甲状腺肿患病率由 1995 年的 20.4% 降至 2005 年的 5%^[13-14]（见

表 1), 智商总体较补碘前提高了近 12%。

表 1 中国 8-10 岁儿童碘缺乏病 5 次监测结果^[13-14]

时间	加碘食盐合格率 (%) [*]	盐碘中位数 (mg/kg)	甲状腺肿大患病率(%)	
			触诊	B 超
1995	39.9	16.2	20.4	-
1997	81.1	37.0	10.9	9.6
1999	88.9	42.3	8.8	8.0
2002	88.8	31.4	5.8	5.1
2005	90.2	30.8	5.0	4.0

* 居民户盐碘水平 > 20 mg/kg

我国应通过继续实施科学的补碘策略来进一步巩固在消除 IDD 方面所取得的显著成果。2006 年, 在我国新疆乌什、拜城和洛浦县 11 个乡的 34 个村又发现新发克汀病病例, 经对 296 例疑似病人进行核实诊断, 共确诊 15 岁以下病人 76 例。其直接原因为加碘食盐覆盖率大幅度下降, 使甲状腺肿大率上升, 并出现新发克汀病^[15]。这从另一侧面证明了食盐加碘对预防 IDD 的有效性, 同时也说明在部分缺碘地区必须继续实施普及食盐加碘预防 IDD 的策略。事实证明, USI 是提高我国居民碘摄入水平, 进而消除我国 IDD 的有效措施。

2.6 各国及国际组织的碘强化政策

由于缺碘可以引发多种疾病, 因此世界卫生组织 (World Health Organization, WHO) 在全球推行供人类和动物消费的食盐全部加碘以预防和控制碘缺乏病的策略^[16]。WHO 认为通过补充碘纠正碘缺乏所获得的收益远远超过碘强化剂本身带来的潜在风险。据此不少国家先后施行了碘强化制度, 有些国家甚至通过强化动物饲料来增加动物源性食品中的碘含量^[17]。目前世界各国用于碘强化的食物载体主要有: 食盐、面包、水、牛奶、食糖等, 其中食盐使用最为广泛。为了满足人群对碘的需要量, 国际组织和各国相继制定了食盐中碘的添加水平, 如 WHO 推荐食盐中的碘添加量为 20 - 40 mg/kg, 德国为 15 - 25 mg/kg, 澳大利亚为 20 mg/kg, 瑞士为 25 mg/kg^[18]。我国《食品营养强化剂使用卫生标准》(GB14880 - 94) 规定: 食盐的碘添加量为 20 - 60 mg/kg, 婴幼儿食品为 250 - 680 μg/kg (以碘元素计)。根据监测结果和居民膳食碘营养状况, 2000 年我国又将生产环节的食盐碘添加量下调为平均 35 ± 15 mg/kg, 2007 年又进一步下调为 20 - 30 mg/kg, 并明确各省 (区、市) 可根据当地居民的碘营养状况, 在此标准范围内确定适宜的食盐加碘量。该标准已于 2009 年 5 月报送国家标准化委员会审批。

3 碘营养状况对健康的影响（危害识别）

碘对人体的生命活动十分重要，必须保证适宜的摄入量。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。

3.1 碘缺乏的危害

碘缺乏可引起甲状腺功能紊乱，从而导致的一系列异常表现，即 IDD。碘缺乏在人类不同生长发育阶段的表现形式不一，成人碘缺乏会患甲状腺肿大、甲状腺功能减退、智能和体能低下等病症；儿童和青春期碘缺乏会影响其骨骼、肌肉、神经和生殖系统的生长发育。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。婴幼儿碘缺乏易患“克汀病”（也叫呆小症）。胎儿期至出生后的三个月内是大脑发育的关键时期，此时碘缺乏将导致甲状腺衰竭，进而造成大脑功能出现不可逆改变，这种不可逆性智力低下是碘缺乏所引起最严重危害。地方性甲状腺肿及地方性克汀病是两种最明显的碘缺乏病。在碘缺乏的严重地区，呆小症发病率约 5% - 15%。轻度缺碘地区也会有少数个体出现神经和智力障碍等症状。对严重碘缺乏地区的 19 例患者进行分析发现，缺碘造成的智商损失平均为 13.5^[19]。

我国是受碘缺乏威胁最严重的国家之一。上世纪 70 年代，我国有地方性甲状腺肿患者约 3500 万人，典型地方性克汀病患者约 25 万人。到 20 世纪 90 年代，全国 IDD 分布于 1807 个县、27128 个乡，更为严重的是，还有数百万之多的亚克汀病病人。病区学龄前儿童的智商（IQ）比正常人低 10 - 11 个百分点^[2]。

3.2 碘过量的危害

3.2.1 动物毒性效应

动物一次性摄入大量碘化物或碘酸盐会发生腹泻、多动、虚弱、衰竭、惊厥和死亡等。碘对动物的亚慢性毒性主要表现为：体重减轻、溶血、甲状腺形态及其功能发生改变。另有研究发现，在饮水中添加过量碘可引起非肥胖的糖尿病鼠自身免疫性甲状腺炎的发病率增加，这可能是由于碘化甲状腺球蛋白增高所致^[20]。虽然目前关于碘毒性的动物实验资料很多，但美国食品和营养委员会（US Food and Nutrition Board, FNB）认为，人和动物在基础代谢率以及对碘的代谢方面都存在差异，动物实验数据有其一定的局限性^[21]。

3.2.1.1 急性毒性

大鼠口服碘化钠的半数致死量（LD₅₀）为 4340 mg/kg bw（相当于 3320 mg/kg bw 的碘离子），小鼠口服碘化钾的绝对致死量（LD₁₀₀）为 1862 mg/kg bw（相当于

1425 mg/kg bw的碘离子)^[21]。实验动物口服 200 – 500 mg/kg bw 剂量的碘后可出现死亡^[22]。

3.2.1.2 亚急性及亚慢性毒性

Krari 等连续 21 天经口给予雄性 Wistar 大鼠 0.0635 mg/kg bw 的碘化钠, 发现大鼠体重明显降低^[23]。Fischer 等连续 10 周经口给予 Wistar 大鼠 0.015、0.077、0.15、0.23 mg/kg bw剂量的碘, 各剂量组大鼠的甲状腺球蛋白抗体也有所增加, 并有剂量 – 反应关系, 两个高剂量组大鼠的甲状腺明显增大^[24]。Bagchi 等选用两种先天易患自身免疫性甲状腺炎的鸡 (CS 和 OS), 在其出生后的 10 周内持续饮用含碘化钾 20 mg/L 或 200 mg/L 的水, 结果发现两个剂量组动物的甲状腺炎发生率显著增加^[25]。另有研究者将碘化钾掺入饲料 (1000 mg/kg, 相当于 39 mg/kg bw 的碘离子), 喂饲大鼠 19 周, 未发现动物发生甲状腺肿瘤, 研究者认为可能是由于碘暴露期过短, 尚未表现出潜在的癌性改变^[26]。

3.2.1.3 慢性毒性及致癌性

一项经饮水给予大鼠碘化钾 (1000 mg/L) 连续 2 年的研究发现, 大鼠的甲状腺组织发生了形态改变^[27]。Olson 等连续 7 年给予母奶牛 60 – 600 mg/kg bw 的碘, 高剂量组奶牛出现咳嗽、流鼻涕和产乳量减少等临床症状, 但是这些症状在停药 4 周后消失^[28]。在另一项研究中, 分别给予 F344 大鼠 0、10、100 和 1000 mg/L 的碘化钾水溶液 (雄性大鼠相当于 0、0.55、5.31、53.0 mg/kg bw; 雌性大鼠相当于 0、0.66、6.73、66.6 mg/kg bw) 2 年, 各剂量组中均有部分大鼠的甲状腺滤泡胶质和扁平上皮增多, 但是没有发生甲状腺肿瘤。高剂量组 80 只大鼠中有 7 只 (4 只雄性, 3 只雌性) 出现下颌下腺鳞状细胞癌, 与对照组相比有显著性差异; 另外, 有 65 只大鼠 (31 只雄性, 34 只雌性) 出现下颌下腺小叶萎缩和小管增生, 55 只大鼠的下颌下腺出现鳞状上皮化生^[29,30]。

3.2.1.4 生殖和发育毒性

在雌性大鼠妊娠期、哺乳期以及断奶期连续喂饲含 500、1000、1500 和 2000 mg/kg 碘化钾的饲料, 结果显示, 高剂量组的仔鼠存活率仅为 16%, 明显低于对照组 (93%), 且母鼠无泌乳; 但排卵率、着床率以及胎鼠发育等指标均无明显变化^[31]。每天通过饮水给予孕鼠 37 mg/kg bw 的碘化钾, 其仔鼠脑组织中谷氨酸脱氢酶升高, 琥珀酸脱氢酶降低, 但血清中 T₄ 水平并未发生改变^[32]。Silva 等在母马妊娠期及哺乳期每天给予 48 – 432 mg 的碘, 结果显示仔马发生代谢紊乱, 腿部长骨出现骨骼硬化症, 血清磷酸盐和碱性磷酸酶的水平均有升高^[33]。

3.2.1.5 遗传毒性

目前所有遗传毒性资料均为阴性。

3.2.2 碘过量对人类健康的影响

摄入过量的碘会扰乱甲状腺的正常功能, 既可以导致甲状腺功能亢进, 也可以导致

甲状腺功能减退，孕妇暴露于高碘可导致新生儿甲状腺肿和甲状腺机能减退。

3.2.2.1 碘过量与一般甲状腺疾病

Boyages 等选取中国北方 A、B 两个地区的儿童（7 - 15 岁）进行病例 - 对照研究，其中 A、B 地区的水碘含量分别为 $462.5 \mu\text{g/L}$ 和 $54 \mu\text{g/L}$ ，通过尿碘估计 A、B 地区儿童碘的摄入量分别为 $1150 \mu\text{g/d}$ 和 $400 \mu\text{g/d}$ 。研究结果显示，A、B 地区儿童血清中甲状腺激素和 TSH 浓度正常，由此判断两地区儿童的甲状腺机能基本正常，但是 A 地区儿童的甲状腺肿发病率达 65%，其中 II 度甲状腺肿占 15%，而 B 地区只有 15% 的儿童患甲状腺肿，且未发现 II 度甲状腺肿^[34]。

Nagataki 报道，日本人的尿碘达 $739 - 3286 \mu\text{g/g}$ 肌酐（碘摄入量为 $9 - 19 \text{ mg/d}$ ），表明日本居民的碘摄入水平较高，日本的甲状腺肿发生率低于其他国家，而甲状腺功能减退的发病率却高于其他国家^[35]。针对日本居民碘摄入较高的问题，WHO 收集到的证据表明：（1）较高的膳食碘摄入量可显著降低非中毒性弥散性甲状腺肿和中毒性结节性甲状腺肿的发生；（2）较高的膳食碘摄入量对中毒性弥散性甲状腺肿和淋巴细胞性甲状腺炎的发生无影响^[36]。

中国医科大学滕卫平教授经过五年前瞻性流行病学研究发现，人群碘营养超过适宜量（MUI $242.9 \mu\text{g/L}$ ）和碘过量（MUI $650.9 \mu\text{g/L}$ ）可以诱发或促进甲状腺功能减退和自身免疫性甲状腺炎的发生和发展^[37]。在辽宁省与河北省 3 个农村社区进行的另一项调查结果显示，在尿碘水平分别为 103.1 、 374.8 和 614.6 ug/L 的人群中，临床甲状腺功能减退的患病率分别为 0.27% 、 0.95% 和 1.96% ；而且无论是儿童还是成人，甲状腺功能减退的患病率随碘摄入量的增加而显著增高^[38,39]。还有研究证实，碘缺乏地区居民补碘后，一段时期内易导致血清中 TSH 的升高^[40]。目前多数报道显示，碘过量会增加自身免疫性甲状腺疾病患病率。另外，急性碘中毒会导致腹部绞痛、腹泻并便血、胃十二指肠溃疡、脸部和颈部水肿、溶血性贫血、代谢性酸中毒、肝脂肪变性和肾衰竭等^[41]。

3.2.2.2 碘过量与甲状腺癌

碘摄入过量与甲状腺恶性肿瘤发生的关系已成为近些年来国内外研究者关注的热点。有学者认为，长期摄入过量的碘可使甲状腺癌的发病率增加，其原因与长期缺碘引起的甲状腺良性病变在补碘后甲状腺内 DNA 及异倍体增多有关^[42]。滕卫平等指出，甲状腺癌发病率增加与地方性甲状腺机能减退或地方性甲状腺肿地区碘的膳食摄入量增加存在一定的相关性，但在碘摄入量充足地区，未发现碘摄入量与甲状腺癌存在显著的相关性^[37]。瑞士学者报道，食盐加碘后甲状腺肿瘤的发病率逐渐下降，补碘不会增加甲状腺肿瘤的发病率，但可使甲状腺肿瘤的组织学类型发生变化^[43]。人群病例 - 对照研究结果显示，甲状腺癌发生率与人群膳食碘摄入量及趾甲中的碘含量无相关性^[44]。WHO 认为，碘摄入充足地区的甲状腺滤泡癌发病率低于碘缺乏地区^[36]。综上所述，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。

4 碘营养状况评价标准（危害特征描述）

4.1 尿碘评价标准

WHO/UNICEF/ICCIDD 提出了目前各国普遍应用的基于尿碘中位数（MUI）的人群碘营养状况评价标准（见表 2）^[45]。普通人群碘营养水平“适宜”的标准是：MUI 100–200 $\mu\text{g/L}$ ，且尿碘水平 <100 $\mu\text{g/L}$ 的人群比例不高于 50%，<50 $\mu\text{g/L}$ 的比例不高于 20%。

表 2 WHO/UNICEF/ICCIDD 推荐的人群碘营养状况评价标准^[45]

人群	MUI($\mu\text{g/L}$)	碘营养状况
儿童和成人	<100	不足
	100–	适宜
	200–	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–	适宜
	250–	超过适宜量
	≥ 500	过量(超过了预防和控制碘缺乏所需的量)
乳母 <2 岁婴儿	<100	不足
	≥ 100	适宜

4.2 膳食碘摄入量评价标准

为了评价人群碘的营养状况，国际组织和各国政府均制定了碘的膳食摄入量评价标准，包括碘平均需要量（Estimated Average Requirement, EAR）、推荐摄入量（Recommended Nutrient Intake, RNI）、每日耐受摄入量（Tolerable Daily Intake, TDI）或可耐受最高摄入量（Tolerable Upper Intake Level, UL）等。WHO 制订了不同人群的碘推荐摄入量：0–59 月为 90 $\mu\text{g/d}$ ，6–12 岁为 120 $\mu\text{g/d}$ ，13 岁以上为 150 $\mu\text{g/d}$ ，孕妇和乳母为 200 $\mu\text{g/d}$ ^[46]。中国营养学会也制定了碘的推荐摄入量：0–3 岁为 50 $\mu\text{g/d}$ ，4–10 岁为 90 $\mu\text{g/d}$ ，11–13 岁为 120 $\mu\text{g/d}$ ，14 岁以上为 150 $\mu\text{g/d}$ ，孕妇和乳母为 200 $\mu\text{g/d}$ 。

WHO 认为，每日碘摄入量在 1000 μg 以下一般是安全的，通过食盐加碘使摄入量保持在 150–300 $\mu\text{g/d}$ ，可以保证所有人群的碘摄入量处于安全范围^[36]。2009 年，国际化学品安全规划署（International Programme on Chemical Safety, IPCS）发布了碘的风险评估报

告, 该机构以 Boyages 等人完成的人群研究资料为依据, 通过以易感人群 (7 - 15 岁) 产生可逆性的亚临床型甲减为观察终点, 提出碘在人群中的未观察到有害作用的剂量 (No Observed Adverse Effect Level, NOAEL) 为 0.01 mg/kg bw, 据此将碘的 TDI 定为 0.01 mg/kg bw (不确定系数为 1)^[41]。美国 FNB 和加拿大卫生部联合制定了成人碘暴露的 UL 为 1100 $\mu\text{g}/\text{d}$ ^[47]。欧洲食品科学委员会 (Scientific Committee on Food, SCF) 根据人群资料将成人碘暴露的 UL 确定为 600 $\mu\text{g}/\text{d}$, 考虑到不同人群的易感性差异, SCF 设定了不同年龄段人群的 UL^[48], 见表 3。我国营养学会将碘的 UL 定为 800 $\mu\text{g}/\text{d}$ (7 - 18 岁) 或 1000 $\mu\text{g}/\text{d}$ (18 岁以上和孕妇、乳母)。此外, 天津医科大学张万起教授根据健康志愿者补碘试验的研究结果建议, 适合我国成人的碘安全摄入量上限为 800 $\mu\text{g}/\text{d}$ 。

表 3 不同年龄段人群 UL 值 (SCF 推荐)^[43]

年龄(岁)	$\mu\text{g}/\text{d}$
1 -	200
4 -	250
7 -	300
11 -	450
15 -	500
>17	600

5 中国居民的碘营养状况 (暴露评估)

目前, 除了通过直接计算碘的膳食摄入量来评价碘的营养状况之外, 还可用甲状腺肿患病率、尿碘 (UI)、TSH、甲状腺球蛋白 (Tg) 等许多指标来评价碘的营养状况, 并可根据具体情况选用不同的评价指标。本报告根据现有数据选用尿碘水平和膳食碘摄入量来评估我国居民的碘营养状况。

5.1 尿碘水平

WHO/UNICEF/ICCIDD 在 2007 年发布的《碘缺乏病及其消除的评估指南》中建议, 在实施 IDD 预防和控制策略后, 尿碘中位数 (MUI) 是反映人群近期碘摄入量和评价碘营养状况的较好指标^[45]。

5.1.1 数据来源和评估方法

本次评估基于我国 1995 - 2005 年全国碘缺乏病监测数据、2006 - 2009 年碘缺乏高危地区监测数据、2005 年高水碘地区尿碘监测数据以及 2009 年沿海省市碘营养状况调查数据。分析我国不同地区、不同人群 MUI 及其尿碘水平的频数分布, 依据 WHO/UNICEF/ICCIDD 推荐的尿碘水平评价标准, 评估我国不同人群的碘营养状况和潜在风险。

5.1.2 结果

5.1.2.1 中国普通人群尿碘水平

我国在 1995、1997、1999、2002、2005 年以省（自治区、直辖市）为基本单位、按人口比例概率抽样方法随机抽样，进行了 5 次全国碘缺乏病监测，结果见表 4。

表 4 1995 - 2005 年全国 8 - 10 岁儿童尿碘水平^[49-53]

主要指标	1995	1997	1999	2002	2005
样本数量	16 467	11 160	14 766	11 855	11 761
MUI($\mu\text{g/L}$)	164.8	330.2	306.0	241.2	246.3
<50	-	-	7.3	5.9	5.6
50 -	-	-	9.4	10.1	10.1
尿碘频数	100 -	-	9.6	12.8	12.6
分布(%)	150 -	-	9.7	13.9	13.5
	200 -	-	19.6	24.6	27.5
	≥ 300	-	44.4	32.6	30.6

WHO 等组织建议，可以用 8 - 10 岁儿童的尿碘水平来评价整个人群的碘营养状况。由表 4 可见，1997 和 1999 年 8 - 10 岁儿童 MUI 均大于 300 $\mu\text{g/L}$ ；2002 年和 2005 年 8 - 10 岁儿童 MUI 在 200 - 300 $\mu\text{g/L}$ 之间，表明 8 - 10 岁儿童的碘营养状况超过适宜量。2002 年和 2005 年儿童 MUI 明显低于 1999 年，除了与抽样有关之外（2002 年抽样前剔除饮用水碘含量在 200 $\mu\text{g/L}$ 以上的地区，2005 年则剔除水碘含量在 150 $\mu\text{g/L}$ 以上的地区），来自盐碘的影响值得关注。2000 年我国将生产环节的食盐碘添加量由 20 - 60 mg/kg 下调为平均 $35 \pm 15 \text{ mg/kg}$ ；全国盐碘中位数由 1999 年的 42.3 mg/kg 下降到 2005 年的 30.8 mg/kg 。

5.1.2.2 碘缺乏高危地区人群尿碘水平

2006 - 2009 年碘缺乏高危地区^①重点人群（育龄妇女、孕妇、乳母及儿童）尿碘中位数及其频数分布见表 5。由表 5 可见，2006 年育龄妇女和 2007 年孕妇、乳母的 MUI 分别为 136.8 和 127.9 $\mu\text{g/L}$ ，表明孕妇人群的碘营养不足。2009 年 8 - 10 岁儿童的 MUI 为 192.3 $\mu\text{g/L}$ ，其中人群尿碘水平 < 100 $\mu\text{g/L}$ 的比例为 21.4%， $\geq 300 \mu\text{g/L}$ 的比例为 23.6%；家庭主妇 MUI 为 191.6 $\mu\text{g/L}$ ，尿碘水平 < 100 $\mu\text{g/L}$ 的比例为 26.1%， $\geq 300 \mu\text{g/L}$ 的比例为 23.2%。

① 碘缺乏高危地区是指历史上曾有地方性克汀病（以下简称地克病）流行，且本年度碘盐覆盖率低于 80% 的县（市、区、旗）；或有确诊新发地克病病例的县（市、区、旗）。

表 5 2006 - 2009 年全国碘缺乏高危地区重点人群尿碘水平^[54-57]

主要指标	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年		
	育龄妇女	孕妇及乳母	8 - 10 岁儿童	8 - 10 岁儿童	家庭主妇	
样本数量	10 162	7727	20 250	22 219	6081	
MUI($\mu\text{g/L}$)	136.8	127.9	179.5	192.3	181.6	
尿碘频数 分布(%)	<50	16.5	18.8	-	7.4	10.1
	50 -	20.5	21.7	-	14.0	16.0
	100 -	17.0	15.7	-	31.0*	28.9*
	150 -	-	-	-	-	-
	200 -	-	-	-	24.0	21.8
	≥ 300	-	-	-	23.6	23.2

注：* 为 100 - 200 $\mu\text{g/L}$ 的频数。

5.1.2.3 高水碘地区人群尿碘水平

2005 年，我国对高水碘地区（见附表 3 和 4）8 - 10 岁儿童尿碘水平进行了检测（ $n = 36\ 013$ ），结果显示，该人群的 MUI 为 475 $\mu\text{g/L}$ ，其中 $\geq 300\mu\text{g/L}$ 的占 74.0%， $\geq 1000\ \mu\text{g/L}$ 的占 16.3%，具体见图 1。

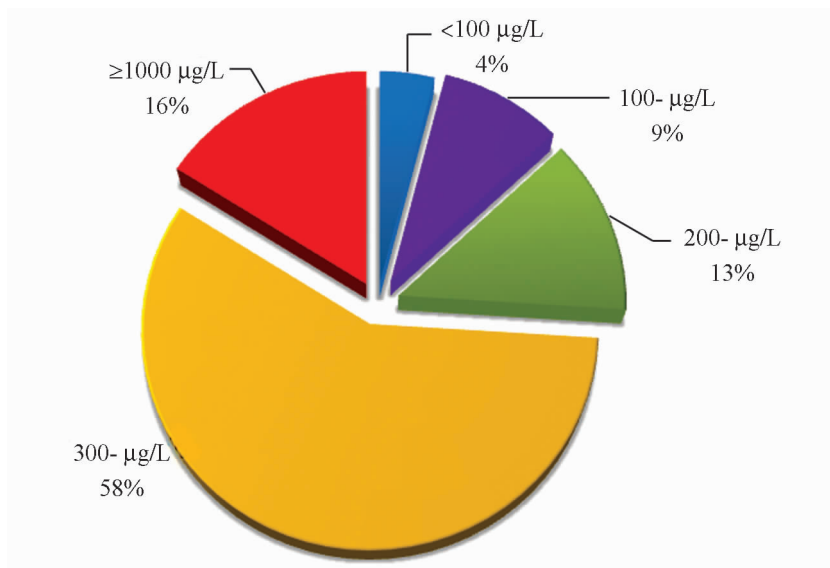


图 1 高水碘地区 8 - 10 岁儿童的尿碘分布 (2005 年)

5.1.2.4 沿海地区人群尿碘水平

为进一步了解我国沿海地区居民的碘营养水平，2009 年在上海、辽宁、浙江和福建四省（市）开展了居民碘营养状况调查。辽宁、浙江和福建 3 省在城市和农村两个层面，分别抽样调查了 5 个沿海城市和 5 个沿海农村，同时设内陆农村对照。3 省的成人、儿童和特殊人群（孕妇和乳母）的尿液样本数量分别为 946、2008 和 2435 份。上

海市在全部 19 个区县进行了分层抽样调查, 共检测普通人群 (5 - 69 岁) 尿样 6905 份, 孕妇尿样 343 份, 乳母尿样 353 份。

5.1.2.4.1 尿碘中位数 (MUI)

沿海地区不同人群的 MUI 见表 6。由表 6 可见, 各人群的 MUI 处于 146.3 - 203.6 $\mu\text{g/L}$ 之间, 其中 8 - 10 岁儿童的 MUI 最高, 孕妇为 158.6 $\mu\text{g/L}$ 。从不同地区来看, 辽宁的儿童和成人、浙江的儿童以及福建的儿童和成人的 MUI 均大于 200 $\mu\text{g/L}$, 而浙江和上海孕妇的 MUI 都低于 150 $\mu\text{g/L}$ 。

从人群 MUI 的地域分布可以看出, 福建、辽宁和浙江 3 省所有人群的 MUI 具有相同趋势: 即沿海 (农村、城市) < 内陆农村。内陆农村部分人群 (如浙江儿童和成人、福建成人) 的 MUI 超过 300 $\mu\text{g/L}$, 尤其是浙江内陆农村的儿童, MUI 高达 347.2 $\mu\text{g/L}$ 。

表 6 沿海省、市不同地区、不同人群尿碘中位数 ($\mu\text{g/L}$)

省份		儿童(8-10岁)	成人	孕妇	乳母
辽宁	沿海城市	226.9(250)	235.8(100)	192.8(150)	185.8(131)
	沿海农村	185.6(250)	195.8(110)	180.4(150)	180.7(150)
	内陆农村	245.8(150)	262.1(80)	224.0(90)	224.5(90)
	合计	213.8	229.3	193.4	196.7
浙江	沿海城市	189.7(278)	160.7(118)	123.3(172)	139.6(182)
	沿海农村	226.8(262)	158.1(199)	150.5(159)	166.0(156)
	内陆农村	347.2(150)	300.9(72)	211.4(92)	197.4(91)
	合计	231.0	177.2	148.7	161.3
福建	沿海城市	191.0(258)	197.6(101)	156.5(151)	130.3(154)
	沿海农村	175.0(250)	202.4(103)	144.6(151)	109.4(154)
	内陆农村	269.0(160)	302.8(63)	163.0(101)	154.6(111)
	合计	204.6	222.2	155.0	128.4
上海		167.8(700)	138.4(4679)	135.9(343)	131.1(353)
合计		203.6	146.3	158.6	151.8

注: 括号内为样本数量。

5.1.2.4.2 尿碘水平频数分布

考虑到辽宁、福建和浙江三省与上海市调查中抽样方法和样本量的不同, 因此将辽宁、福建和浙江三省合计值与上海的数据分别描述, 具体见表 7 和图 2 (孕妇)。由表 7 可见, 上海成人、儿童和乳母尿碘水平 < 100 $\mu\text{g/L}$ 的人群比例分别为 31.2%、21.4% 和 38.3%, 明显高于尿碘水平 $\geq 300 \mu\text{g/L}$ 的人群比例 (分别为 8.0%、16.9% 和 5.1%)。而其他 3 省合计的成人和儿童尿碘水平 < 100 $\mu\text{g/L}$ 的人群比例分别为 17.3% 和 12.7%, 低于尿碘水平 $\geq 300 \mu\text{g/L}$ 的人群比例 (25.6% 和 27.8%), 但乳母尿碘水平 < 100 $\mu\text{g/L}$

的比例 (25.9%) 却高于尿碘水平 $\geq 300 \mu\text{g/L}$ 的比例 (13.5%)。将四省市的普通人群按不同年龄组别进行分析 (表 8), 除 8 - 10 岁儿童之外, 其他人群尿碘水平 $< 100 \mu\text{g/L}$ 的比例 (23.5% - 29.0%) 高于 $\geq 300 \mu\text{g/L}$ 的比例 (11.1% - 14.2%)。

表 7 2009 年沿海 3 省和上海人群尿碘水平频数分布 (%)

地区	人群	尿碘水平频数				
		0 -	50 -	100 -	200 -	≥ 300
辽宁、浙江、 福建合计	成人	4.0	13.3	31.7	25.2	25.6
	儿童	2.1	10.6	31.8	27.9	27.8
	乳母	7.4	18.5	37.6	23.0	13.5
上海	成人	9.4	21.8	42.8	18.1	8.0
	儿童	7.4	14.0	40.1	21.6	16.9
	乳母	15.5	22.8	41.5	15.1	5.1

表 8 2009 年沿海省市普通人群尿碘中位数和分布频数

人群	n	MUI ($\mu\text{g/L}$)	尿碘分布 (%)				
			< 50	50 -	100 -	200 -	> 300
5 - 7 岁	452	173.6	8.4	17.0	35.2	25.2	14.2
8 - 10 岁	2708	203.6	3.5	11.4	33.8	26.3	25.0
11 - 18 岁	1230	160.9	7.4	16.1	41.7	22.5	12.3
> 18 岁	5469	146.3	8.5	20.5	40.6	19.3	11.1

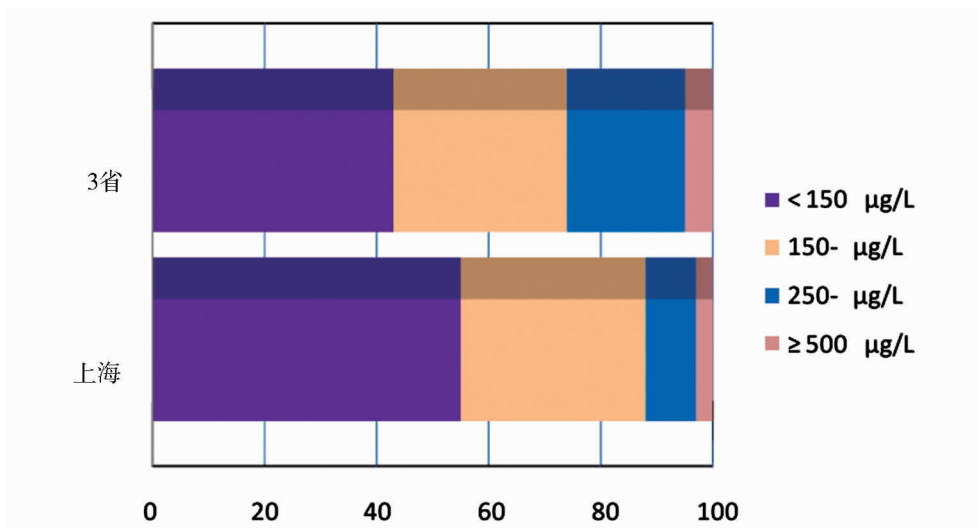


图 2 辽宁、福建和浙江沿海 3 省和上海市孕妇尿碘水平频数分布

由图 2 可见, 辽宁、福建和浙江沿海 3 省 (合计) 和上海市孕妇尿碘水平 $< 150 \mu\text{g/L}$ 的人群比例分别为 42.8% 和 55.4%, 明显高于 $\geq 500 \mu\text{g/L}$ 的人群比例 (分别为 4.9% 和 2.3%)。

5.2 膳食碘摄入

碘的膳食来源主要包括食物、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。一般来说, 在推行加碘食盐的地区 (多为碘缺乏地区), 加碘食盐是膳食碘的主要来源。但在高水碘地区, 自 2006 年实行“供应不加碘食盐”措施后, 饮用水对膳食碘的贡献增加。本评估利用 2002 年中国居民营养与健康调查数据、2007 年 12 省总膳食研究数据、2009 年沿海地区居民碘膳食摄入量调查 (总膳食研究) 数据、2005 年高水碘地区盐碘和 2002 年水碘监测数据, 通过不同方法计算碘的膳食摄入量及食物、饮用水、食盐等在膳食碘摄入中的贡献率。

为便于与《中国居民膳食营养素参考摄入量》推荐的我国居民 EAR、RNI 和 UL 进行比较 (见表 9), 分析我国居民的碘营养状况, 除计算不同人群的膳食碘平均摄入量之外, 还计算碘摄入量处于 $< \text{EAR}$ 、 $\text{EAR} - \text{RNI}$ 、 $\text{RNI} - \text{UL}$ 以及 $\geq \text{UL}$ 四个区间的人群比例。

表 9 碘的参考摄入量 ($\mu\text{g/d}$)

年龄 (岁)	EAR	RNI	UL
<4	-	50	-
4 -	-	90	-
7 -	-	90	800
11 -	-	120	800
14 -	-	150	800
18 -	120	150	1000
孕妇和乳母	120	200	1000

注: 引自中国营养科学全书^[2]

5.2.1 总膳食研究

5.2.1.1 2007 年全国总膳食研究

5.2.1.1.1 方法: 将全国分成 4 个大区, 每区抽取 3 个省市, 全国共 12 省 (直辖市、自治区), 包括黑龙江省、辽宁省、河北省、陕西省、河南省、宁夏回族自治区、上海市、福建省、江西省、湖北省、四川省、广西壮族自治区, 人口覆盖率达全国人口的 46%。通过膳食调查获得人均食物消费量, 通过聚类分析, 得到一个食物清单, 在各调查点采集食物样品, 按照当地习惯使用的烹调方法和工具在当地进行烹调加工, 测定不同类别食物或单个食物的碘含量。将食物的实际碘含量 (烹调加工后) 与相应的

食物消费量数据相乘即得到成年男子或各性别-年龄组的膳食碘摄入量。

5.2.1.1.2 结果

从表 10 显示的 2007 年总膳食研究结果可以看出,我国成年男子平均碘摄入量全部超过 RNI,但均未达到 UL 值;平均碘摄入量最高者为陕西省,是 RNI 的四倍,这可能与陕西省的食盐消费量居 12 个省之首(达到每人 17.85 克/天)有关。

表 10 12 省成年男子从不同食物中摄入的碘量($\mu\text{g}/\text{d}$)

膳食种类	不同调查地区碘的膳食摄入量												摄入量平均值
	黑龙江	辽宁	河北	陕西	河南	宁夏	上海	福建	江西	湖北	四川	广西	
谷类	16.6	6.7	67.8	181.4	185.8	4.10	21.2	12.8	5.9	37.2	8.7	18.1	47.2
豆类	23.8	16.9	56.2	14.6	24.9	9.0	16.1	10.2	15.9	17.2	18.2	12.6	19.6
薯类	15.6	37.1	24.9	73.9	23.5	64.8	12.2	6.3	7.3	18.7	26.3	11.0	26.8
肉类	23.8	24.6	22.0	26.2	41.0	12.6	52.9	31.7	39.3	22.0	115.1	36.0	37.3
蛋类	24.1	22.7	24.7	24.6	19.4	6.1	22.2	16.3	17.8	42.1	13.2	4.9	19.8
水产	16.2	14.7	15.4	7.6	3.4	6.1	45.5	156.6	11.1	32.4	7.4	12.1	27.4
乳类	9.4	13.9	3.5	6.8	5.8	2.6	32.5	4.2	0.3	2.9	17.5	0.7	8.4
蔬菜	190.3	239.2	181.6	272.6	164.2	165.8	176.1	138.7	410.3	369.6	211.8	244.8	230.4
水果	5.3	3.1	2.9	0.8	1.7	4.4	3.6	1.3	0.7	1.2	0.6	1.5	2.3
糖类	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
饮料及水	4.1	2.8	14.4	1.1	4.1	1.0	30.1	0.7	1.5	3.3	1.5	2.6	5.6
酒类	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.4	0.3	0.1	0.0	0.1
合计	329.3	381.9	413.5	609.8	473.8	276.4	412.4	378.8	510.7	546.9	420.3	344.4	424.8

食盐对膳食碘摄入量的贡献率见图 3。由图 3 可见,12 省市的食盐平均贡献率为 82.7% (67% - 100%),其中北方各省均在 80% 以上,南方各省较低,在 67% 以上。

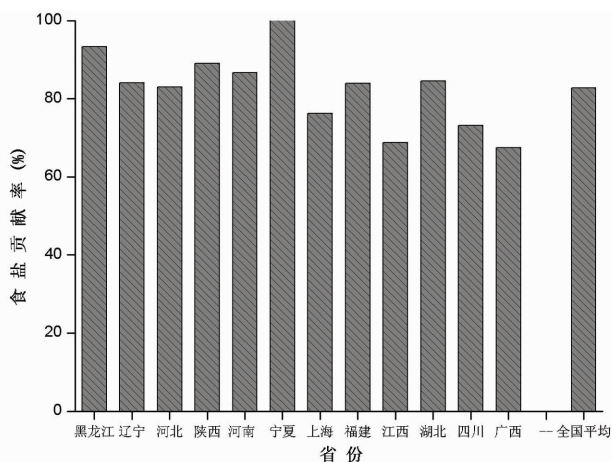


图 3 食盐在膳食碘摄入量中的贡献率

5.2.1.2 2009 年沿海地区碘膳食摄入量调查

5.2.1.2.1 方法

调查点选择与上述尿碘调查相同,即以辽宁省、福建省、浙江省、上海沿海四省市为实验对象,以北京市做为非沿海对照,在上述5个省市的城市和农村进行居民碘营养状况调查,膳食调查及样品烹调制备方法与2007年中国总膳食研究方法相同。此外,在上海市利用当地食物样品,分别使用加碘食盐和加碘食盐烹调两套膳食样品,计算出我国盐碘的实际贡献率。

5.2.1.2.2 结果

结果见表11和表12。从表11可以看出,五省市成年男子平均碘摄入量全部超过RNI,但远未达到UL值;平均碘摄入量最高者为北京市,为RNI的3.3倍,最低为上海市,约为RNI的1.5倍。由表12可见,各个年龄组中,膳食碘的摄入量在RNI-UL之间的人群比例为40%-73%,但成人摄入量<EAR的比例为20%左右,介于EAR-RNI之间的人群比例为10%左右, \geq UL的人群比例为1%-10%。

表11 2009年5省成年男子平均膳食碘摄入量

调查地区	不同膳食种类碘的摄入量($\mu\text{g}/\text{d}$)												合计	RNI 倍数
	谷类	豆类	薯类	肉类	蛋类	水产类	乳类	蔬菜类	水果类	糖类	饮料及酒类	水类		
北京市	62.9	24.9	29.9	44.4	20.6	7.6	11.4	248.0	3.7	27.5	19.9	0.2	501.1	3.3
福建省	31.6	5.3	3.9	36.0	7.7	76.2	3.0	106.8	1.6	0.3	14.7	0.8	287.9	1.9
浙江省	54.6	16.3	5.5	21.2	18.5	35.6	9.3	240.9	1.8	0.2	15.7	1.3	421.0	2.8
辽宁省	26.1	45.2	26.8	38.9	32.6	0.9	5.1	186.5	0.0	0.0	3.9	0.0	366.1	2.4
上海市	2.7	15.7	2.1	22.9	11.7	25.0	18.5	123.5	0.0	0.0	3.6	0.3	226.0	1.5

表12 沿海地区10个性别-年龄组膳食碘摄入量的分布

年龄(岁)	性别	平均摄入量($\mu\text{g}/\text{d}$)	分布(%)			
			<EAR	EAR-RNI	RNI-UL	\geq UL
2-		219.5	-	30.8	65.4	3.8
8-		522.5	-	19.7	69.7	10.6
13-	男性	288.3	18.4	13.2	68.4	0.0
	女性	265.0	28.1	25.0	40.6	6.3
20-	男性	539.5	18.0	6.9	68.9	6.2
	女性	384.0	19.3	11.3	65.6	3.9
51-	男性	561.7	17.9	11.0	63.6	7.5
	女性	395.8	20.4	10.2	64.8	4.6
>65	男性	358.0	23.8	1.6	73.0	1.6
	女性	276.2	35.1	7.0	54.4	3.5

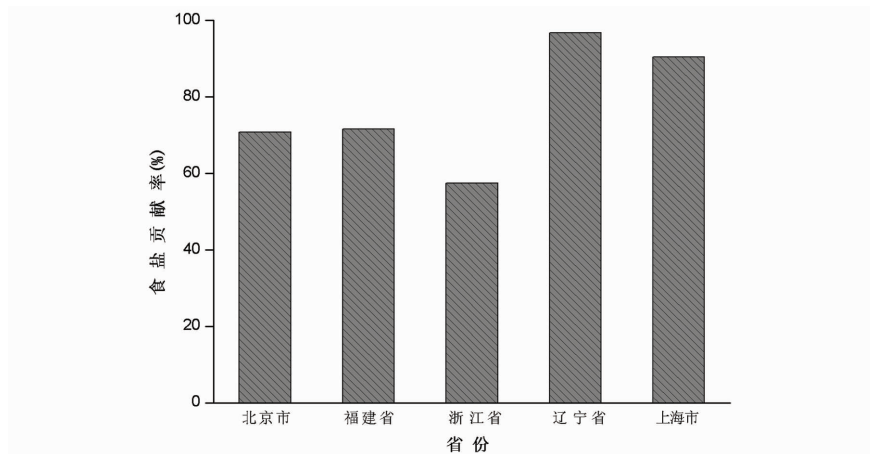


图4 食盐在膳食碘摄入量中的贡献率

从图4可见,通过计算所得食盐对碘摄入量的贡献率在57%–97%之间,存在较大地域差异,以辽宁最高,浙江最低。

以上海膳食为基础实际测定烹调膳食中碘的贡献率为63.5%,盐碘的损耗率为24.6%,这与WHO/UNICEF/ICCIDD推荐的20%损失率较为接近^[45]。

5.2.2 中国居民营养与健康状况调查(2002年)

5.2.2.1 评估方法

5.2.2.1.1 膳食碘摄入量的计算方法

膳食碘的摄入量主要来源于食物、饮用水及食盐,计算公式为:膳食碘摄入量 = $\sum (C_i \times FC_i)$ 。其中 C_i 为食物、饮用水及食盐中的碘含量, FC_i 为食物、饮用水及食盐的消费量。本报告中食物种类分为海带、紫菜、海鱼及其他食物。

5.2.2.1.2 数据来源

用于计算膳食碘摄入量的数据来源见表13。

表13 用于计算膳食碘摄入量的数据来源

数据来源	食物	饮用水	食盐
食物消费量	2002年中国居民营养与健康状况调查	中国居民膳食营养素参考摄入量-水(附表5)	2002年中国居民营养与健康状况调查
食物碘含量	2002年版食物成分表(附表6)	2002年中国碘缺乏病监测水碘数据、2005年高碘地区水碘监测数据	2005年中国碘缺乏病监测盐碘数据

5.2.2.1.3 评估方法

采用分层点评估的方法。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,按照水碘含量分为三层,即 <150、150–300 (不含300,下同) 以及 $\geq 300 \mu\text{g/L}$;

同时又将食盐分为加碘食盐和不加碘食盐两个亚层。鉴于不同性别-年龄人群的食物消费量存在差异,根据我国碘参考摄入量的年龄分组,将人群分成4岁以下、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13组,分别计算各组人群的膳食碘摄入量。同时将碘的膳食来源分为食盐、饮用水、海带、紫菜、海鱼和其他食物,分别计算不同水碘地区各类膳食来源碘的贡献率。

5.2.2.2 结果

我国不同性别-年龄人群海带、紫菜、海鱼等高碘食物和食盐的消费率及消费量见附表7,饮用水和食盐碘含量见附表8。

5.2.2.2.1 水碘含量 <150 μg/L 地区人群的膳食碘摄入量

表14为水碘含量 <150 μg/L 地区在食用加碘食盐的情况下不同人群碘摄入量。可以看出,所有人群的平均碘摄入量均在 RNI 之上,人群中碘摄入量介于 RNI-UL 之间的平均比例为 80.8%, ≥UL 的平均比例为 5.8%, 而摄入量 < RNI 的平均比例为 13.4%, 其中 18 岁以上成人(含孕妇和乳母) < EAR 的比例为 9.4%。

表15为水碘含量 <150 μg/L 地区在食用不加碘食盐的情况下不同人群碘摄入量。虽然多数性别-年龄组人群的平均摄入量均超过 RNI, 但人群中碘摄入量介于 RNI-UL 之间的平均比例仅为 1.0%, ≥UL 的平均比例为 1.4%, 而摄入量 < RNI 的平均比例高达 97.6%, 其中 18 岁以上成人(含孕妇和乳母) < EAR 的比例为 97.4%。

表 14 水碘含量 <150 μg/L 地区不同人群的膳食碘平均摄入量(食用加碘食盐)

年龄(岁)	性别	样本量	平均摄入量(μg/d)	分布(%)			
				<RNI	RNI-UL	≥UL	
2-	男性	669	212.3	11.4	88.6	-	
	女性	519	321.7	7.5	92.5	-	
4-	男性	1276	334.4	13.5	86.5	-	
	女性	1109	368.7	12.8	87.2	-	
7-	男性	2144	404.9	9.8	85.3	4.9	
	女性	1883	390.6	9.9	85.9	4.2	
11-	男性	1870	453.5	10.4	82.7	6.9	
	女性	1662	436.2	13.6	80.7	5.7	
14-	男性	1508	525.4	13.9	76.7	9.5	
	女性	1310	466.2	16.9	76.0	7.0	
18-	男性	22 860	588.0	8.1	3.5	81.4	7.0
	女性	25 663	520.5	10.7	5.1	78.9	5.2
孕妇及乳母		850	704.7	6.9	8.4	78.4	6.4
均值		-	-	13.4		80.8	5.8

表 15 水碘含量 <150 $\mu\text{g/L}$ 地区不同人群的膳食碘平均摄入量(食用不加碘食盐)

年龄(岁)	性别	样本量	平均摄入量($\mu\text{g/d}$)	分布(%)			
				<RNI	RNI - UL	\geq UL	
2 -	男性	669	29.7	97.9	2.1	-	
	女性	519	133.0	95.4	4.6	-	
4 -	男性	1276	109.3	97.6	2.4	-	
	女性	1109	140.6	97.4	2.6	-	
7 -	男性	2144	131.3	97.7	1.1	1.2	
	女性	1883	128.0	97.5	0.9	1.6	
11 -	男性	1870	122.3	97.9	0.7	1.3	
	女性	1662	130.1	98.4	0.5	1.1	
14 -	男性	1508	161.2	97.8	0.7	1.5	
	女性	1310	139.9	97.8	0.8	1.4	
18 -	男性	22 860	182.0	97.2	0.2	0.9	1.6
	女性	25 663	177.0	97.4	0.2	0.9	1.5
孕妇及乳母		850	298.1	97.5	0.2	1.2	1.1
均值		-	-	97.6	1.0	1.4	

5.2.2.2.3 水碘介于 150 - 300 $\mu\text{g/L}$ 地区的人群膳食碘摄入量

水碘介于 150 - 300 $\mu\text{g/L}$ 地区人群的膳食碘摄入量见表 16 (食用加碘食盐) 和表 17 (食用不加碘食盐)。从表 16 可以看出, 这类地区各组人群的膳食碘平均摄入量高于水碘 <150 $\mu\text{g/L}$ 地区的同类人群, 且均在 RNI 之上; 碘摄入量介于 RNI - UL 之间的人群平均比例为 89.5%, 其余 10.5% 人群的碘摄入量超过 UL。

表 16 水碘介于 150 - 300 $\mu\text{g/L}$ 地区不同人群的膳食碘平均摄入量(食用加碘食盐)

年龄(岁)	性别	样本量	平均摄入量($\mu\text{g/d}$)	分布(%)	
				RNI - UL	\geq UL
2 -	男性	669	373.3	100.0	-
	女性	519	482.7	100.0	-
4 -	男性	1276	514.3	100.0	-
	女性	1109	548.6	100.0	-
7 -	男性	2144	604.8	91.4	8.6
	女性	1883	590.5	91.5	8.5
11 -	男性	1870	693.4	85.2	14.8
	女性	1662	676.1	87.1	12.9
14 -	男性	1508	765.2	79.6	20.4
	女性	1310	706.1	83.7	16.3
18 -	男性	22 860	827.8	87.5	12.5
	女性	25 663	760.3	90.9	9.1
孕妇及乳母		850	944.6	87.3	12.7
均值		-	-	89.5	10.5

表 17 水碘介于 150 – 300 $\mu\text{g}/\text{L}$ 地区不同人群的膳食碘平均摄入量(食用不加碘食盐)

年龄 (岁)	性别	样本量	平均摄入量 ($\mu\text{g}/\text{d}$)	分布(%)	
				RNI – UL	\geq UL
2 –	男性	669	190.6	100.0	–
	女性	519	294.0	100.0	–
4 –	男性	1276	289.2	100.0	–
	女性	1109	320.5	100.0	–
7 –	男性	2144	331.2	98.5	1.5
	女性	1883	327.9	98.2	1.8
11 –	男性	1870	362.1	98.5	1.5
	女性	1662	369.9	98.9	1.1
14 –	男性	1508	401.0	98.3	1.7
	女性	1310	379.8	98.5	1.5
18 –	男性	22 860	421.9	98.3	1.7
	女性	25 663	416.9	98.4	1.6
孕妇及乳母		850	538.0	98.7	1.3
均值		–	–	98.5	1.5

从表 17 可见,这类地区在食用不加碘食盐的情形下,各组人群的膳食碘平均摄入量均在 RNI 之上,其中介于 RNI – UL 之间的人群平均比例达 98.5%,其余 1.5% 人群的碘摄入量超过 UL。

5.2.2.2.4 水碘 $\geq 300\mu\text{g}/\text{L}$ 地区的人群膳食碘摄入量

水碘 $\geq 300\mu\text{g}/\text{L}$ 地区的人群膳食碘平均摄入量见表 18 (食用加碘食盐)和表 19 (食用不加碘食盐)。

表 18 水碘 $\geq 300\mu\text{g}/\text{L}$ 地区不同人群的膳食碘平均摄入量(食用加碘食盐)

年龄 (岁)	性别	样本量	平均摄入量 ($\mu\text{g}/\text{d}$)	分布(%)	
				RNI – UL	\geq UL
2 –	男性	669	537	100.0	–
	女性	519	646.4	100.0	–
4 –	男性	1276	698.5	100.0	–
	女性	1109	732.8	100.0	–
7 –	男性	2144	809.5	77.8	22.2
	女性	1883	795.2	78.1	21.9
11 –	男性	1870	939.1	53.7	46.3
	女性	1662	921.8	59.1	40.9
14 –	男性	1508	1010.9	46.5	53.5
	女性	1310	951.8	55.3	44.7
18 –	男性	22 860	1073.5	71.9	28.1
	女性	25 663	1006	79.5	20.5
孕妇及乳母		850	1190.3	71.5	28.5
均值		–	–	75.1	24.9

从表 18 可见，在食用加碘食盐的情形下，7 岁以上男性和 11 岁以上女性（含孕妇和乳母）的碘平均摄入量超过 UL，其他各年龄组人群碘平均摄入量在 RNI - UL 之间。碘摄入量介于 RNI - UL 之间的人群平均比例为 75.1%，其余 24.9% 的人群碘摄入量超过 UL。

表 19 水碘 $\geq 300\mu\text{g/L}$ 地区不同人群的膳食碘平均摄入量(食用不加碘食盐)

年龄 (岁)	性别	样本量	平均摄入量 ($\mu\text{g/d}$)	分布(%)	
				RNI - UL	\geq UL
2 -	男性	669	354.3	100.0	-
	女性	519	457.7	100.0	-
4 -	男性	1276	473.4	100.0	-
	女性	1109	504.7	100.0	-
7 -	男性	2144	535.9	98.5	1.5
	女性	1883	532.6	98.2	1.8
11 -	男性	1870	607.8	98.3	1.7
	女性	1662	615.6	98.6	1.4
14 -	男性	1508	646.7	98.1	1.9
	女性	1310	625.5	98.2	1.8
18 -	男性	22 860	667.6	98.2	1.8
	女性	25 663	662.6	98.2	1.8
孕妇及乳母		850	783.7	98.5	1.5
均值		-	-	98.3	1.7

从表 19 可见，在食用不加碘食盐的情形下，这类地区所有人群的膳食碘平均摄入量均介于 RNI - UL 之间，其中介于 RNI - UL 的平均比例达 98.3%，仅有 1.7% 人群的碘摄入量超过 UL。

5.2.2.2.5 食物、食盐和饮用水对膳食碘的贡献率

表 20 列出水碘水平不同地区食物、食盐和饮用水在膳食碘摄入量中的贡献率。在水碘 $< 150\mu\text{g/L}$ 地区，在未考虑烹调损失的情况下，加碘食盐在膳食碘摄入中的平均贡献率为 84.2%，各类食物合并的平均贡献率为 13.1%（其中海带、紫菜和海鱼共占 2.1%），饮用水的平均贡献率为 2.7%。如果食用不加碘食盐，各类食物合并的平均贡献率为 78.7%（海带、紫菜和海鱼共占 3.6%），饮用水的平均贡献率为 21.2%。

在水碘介于 $150 - 300\mu\text{g/L}$ 的地区，在未考虑烹调损失的情况下，加碘食盐在膳食碘摄入量中的平均贡献率为 48.7%，各类食物合并的平均贡献率为 6.0%（海带、紫菜和海鱼共占 1.8%），饮用水的平均贡献率为 45.4%。如果食用不加碘食盐，各类食物合并的平均贡献率为 10.3%（海带、紫菜和海鱼共占 2.1%），饮用水的平均贡献率为 89.8%。

在水碘 $\geq 300\mu\text{g/L}$ 的地区,在未考虑烹调损失的情况下,加碘食盐在膳食碘摄入量中的平均贡献率为35.2%,各类食物合并的平均贡献率为4.4%(海带、紫菜和海鱼共占1.6%),饮用水的平均贡献率为60.4%。如果食用不加碘食盐,各类食物合并的平均贡献率为6.1%(海带、紫菜和海鱼共占1.8%),饮用水的平均贡献率为93.9%。

表 20-1 食物、食盐和饮用水对膳食碘的贡献率(水碘 $< 150\mu\text{g/L}$)

年龄(岁)	性别	食用加碘食盐						食用不加碘食盐				
		海带%	紫菜%	海鱼%	其他食物%	食盐%	水%	海带%	紫菜%	海鱼%	其他食物%	水%
2-	男性	0.4	0.2	0.1	14.3	81.5	3.6	0.7	0.3	0.5	77.5	20.9
	女性	1.6	0.9	0.1	11.4	83.0	3.0	1.9	1.2	0.3	75.8	20.7
4-	男性	1.5	0.5	0.1	11.3	83.4	3.3	1.9	0.7	0.3	72.8	24.3
	女性	1.7	0.4	0.0	11.1	83.4	3.3	2.1	0.7	0.3	72.3	24.6
7-	男性	1.1	0.6	0.1	11.8	83.3	3.1	1.5	0.9	0.5	74.7	22.4
	女性	1.6	0.5	0.1	11.0	83.8	3.1	1.9	0.8	0.5	73.4	23.4
11-	男性	1.2	0.5	0.1	10.8	84.2	3.1	1.7	0.7	0.6	73.7	23.3
	女性	1.1	0.3	0.1	11.0	84.1	3.4	1.5	0.5	0.4	72.8	24.8
14-	男性	1.3	0.6	0.1	11.7	83.6	2.8	1.8	0.9	0.6	76.0	20.8
	女性	1.4	0.6	0.1	11.2	83.8	3.0	2.0	0.9	0.6	73.3	23.2
18-	男性	1.5	0.6	0.1	10.7	84.7	2.4	2.2	1.0	0.7	76.6	19.6
	女性	1.4	0.7	0.1	11.0	84.0	2.8	2.1	1.1	0.7	74.5	21.7
孕妇及乳母		1.4	0.5	0.1	9.7	86.1	2.2	1.8	0.8	0.4	76.5	20.5
均值		1.4	0.6	0.1	11.0	84.2	2.7	2.0	1.0	0.6	75.1	21.2

表 20-2 食物、食盐和饮用水对膳食碘的贡献率(水碘 $150-300\mu\text{g/L}$)

年龄(岁)	性别	食用加碘食盐						食用不加碘食盐				
		海带%	紫菜%	海鱼%	其他食物%	食盐%	水%	海带%	紫菜%	海鱼%	其他食物%	水%
2-	男性	0.3	0.1	0.0	4.1	42.7	52.8	0.4	0.1	0.0	7.2	92.3
	女性	1.5	0.7	0.0	3.8	43.4	50.6	1.6	0.9	0.0	6.8	90.7
4-	男性	1.4	0.4	0.0	3.9	45.3	49.0	1.5	0.5	0.0	7.3	90.7
	女性	1.6	0.3	0.0	3.9	45.2	49.0	1.7	0.4	0.0	7.2	90.7
7-	男性	1.0	0.5	0.0	4.1	47.1	47.3	1.1	0.6	0.0	7.9	90.4
	女性	1.4	0.4	0.0	4.0	46.3	47.9	1.5	0.5	0.0	7.4	90.6
11-	男性	1.1	0.3	0.0	3.9	47.4	47.3	1.2	0.4	0.1	7.4	90.9
	女性	0.9	0.2	0.0	3.8	45.9	49.2	1.0	0.3	0.0	7.0	91.7
14-	男性	1.2	0.4	0.0	4.3	49.2	44.9	1.3	0.6	0.1	8.3	89.7
	女性	1.2	0.4	0.0	4.0	46.9	47.5	1.3	0.5	0.1	7.4	90.7
18-	男性	1.4	0.5	0.0	4.2	51.1	42.8	1.5	0.6	0.1	8.9	88.9
	女性	1.3	0.5	0.0	4.2	47.7	46.3	1.4	0.7	0.1	7.8	90.0
孕妇及乳母		1.2	0.4	0.0	4.0	52.5	41.9	1.3	0.5	0.0	8.7	89.5
均值		1.3	0.5	0.0	4.2	48.7	45.4	1.4	0.6	0.1	8.1	89.8

表 20 - 3 食物、食盐和饮用水对膳食碘的贡献率 (水碘 $\geq 300 \mu\text{g/L}$)

年龄 (岁)	性别	食用加碘食盐						食用不加碘食盐				
		海带 %	紫菜 %	海鱼 %	其他 食物%	食盐 %	水 %	海带 %	紫菜 %	海鱼 %	其他 食物%	水 %
2 -	男性	0.3	0.1	0.0	2.6	29.8	67.2	0.3	0.1	0.0	3.8	95.8
	女性	1.4	0.6	0.0	2.5	30.3	65.2	1.5	0.7	0.0	3.6	94.2
4 -	男性	1.3	0.4	0.0	2.6	32.0	63.7	1.4	0.4	0.0	3.8	94.4
	女性	1.5	0.3	0.0	2.5	32.0	63.7	1.6	0.3	0.0	3.8	94.3
7 -	男性	0.9	0.4	0.0	2.8	33.7	62.2	1.0	0.5	0.0	4.2	94.3
	女性	1.4	0.3	0.0	2.6	32.9	62.8	1.4	0.4	0.0	3.9	94.3
11 -	男性	1.0	0.3	0.0	2.6	33.8	62.3	1.1	0.3	0.0	4	94.6
	女性	0.9	0.2	0.0	2.4	32.4	64.1	1.0	0.2	0.0	3.6	95.2
14 -	男性	1.1	0.4	0.0	2.9	35.7	59.9	1.2	0.4	0.0	4.5	93.9
	女性	1.1	0.3	0.0	2.6	33.5	62.5	1.2	0.4	0.0	3.9	94.5
18 -	男性	1.3	0.4	0.0	2.9	37.5	57.9	1.4	0.5	0.0	4.7	93.4
	女性	1.2	0.4	0.0	2.8	34.3	61.3	1.3	0.5	0.0	4.2	94.0
孕妇及乳母		1.1	0.3	0.0	2.9	38.6	57.1	1.2	0.4	0.0	4.6	93.8
均值		1.2	0.4	0.0	2.8	35.2	60.4	1.3	0.5	0.0	4.3	93.9

6 中国居民碘营养状况的评价 (风险特征描述)

6.1 基于尿碘水平的评价

WHO/UNICEF/ICCIDD 提出的用 MUI 判定碘营养状况的标准适用于在流行病学调查中对人群的评价, 而不适用于评价个体的碘营养状况, 尤其是碘过量潜在风险的评价。就个体而言, 尿碘水平 $\geq 300 \mu\text{g/L}$ 并不一定预示会发生健康损害, 这取决于过量的程度、持续时间和机体状况。WHO 在 1994 年发布的《碘与健康》声明中引用加拿大的一项调查结果显示, 人群中尿碘水平高达 $1000 - 10\ 000 \mu\text{g/g}$ 肌酐 (相当于 $850 - 8500 \mu\text{g/L}$, 尿液肌酐平均浓度按 0.85 g/L 计^[58]) 的比例为 2%, 并且该部分人群中, 只有那些敏感个体和已有甲状腺疾病的患者才有可能发生碘过量的健康损害, 但目前各国敏感人群的比例并不清楚^[36]。日本居民的尿碘水平达 $739 - 3286 \mu\text{g/g}$ 肌酐^[35], 但未见该国因尿碘水平较高而导致健康损害增加的相关报道。

从尿碘中位数 (MUI) 来看, 下调食盐中的碘强化量后, 2005 年我国人群的 MUI 为 $246.3 \mu\text{g/L}$, 虽然超过人群碘营养状况的适宜水平, 但该水平引发健康危害的风险很低。2009 年碘缺乏高危地区 8 - 10 岁儿童的 MUI 为 $192.3 \mu\text{g/L}$, 且 $< 100 \mu\text{g/L}$ 的人群比例低于 50%, 说明这类地区人群的碘营养状况总体上是适宜和安全的。2009 年沿海地区居民碘营养状况调查结果显示, 沿海地区上海、辽宁、浙江和福建四省 (市)

的成人、乳母和儿童的 MUI 都在 $100 - 250 \mu\text{g/L}$ 之间, 说明这些人群碘营养状况总体上是适宜和安全的; 但沿海地区与内陆地区相比, 无论是城市和农村, 四省市居民的 MUI 均低于同省内陆农村居民, 这主要是由内陆农村居民的加碘食盐摄入量较大 (平均为 11.1 g) 和加碘食盐覆盖率较高 (平均为 98.5%) 所致; 与其他三省市相比, 浙江省沿海地区居民 MUI 较低, 主要与该地区合格加碘食盐食用率低于 90% 有关。2005 年高水碘地区监测结果表明, 我国高水碘地区人群的 MUI 大于 $300 \mu\text{g/L}$, 说明在未完全停用加碘食盐前, 这类地区人群的碘营养“过量”。估计在停用加碘食盐后该类地区人群的碘营养过量状况会有所下降。

从个体尿碘水平的频数分布来看, 2005 年我国人群尿碘水平 $< 100 \mu\text{g/L}$ 和 $\geq 300 \mu\text{g/L}$ 的人群比例分别为 15.7% 和 30.6% ; 2009 年碘缺乏高危地区尿碘水平 $< 100 \mu\text{g/L}$ 的人群比例与 $\geq 300 \mu\text{g/L}$ 的比例相当, 均为 23% 左右。如以县为单位进一步分析, 则有 5 个县儿童的 MUI 低于 $100 \mu\text{g/L}$, 8 个县的家庭主妇 MUI 低于 $100 \mu\text{g/L}$ (数据未列出)。2009 年辽宁、浙江、福建和上海 4 个沿海省市调查结果表明, 除 8 - 10 岁儿童之外, 其他人群尿碘水平 $< 100 \mu\text{g/L}$ 的比例 ($23.5\% - 29.0\%$) 高于 $\geq 300 \mu\text{g/L}$ 的比例 ($11.1\% - 14.2\%$)。这些数据说明, 虽然碘缺乏高危地区和沿海地区人群的碘营养状况总体上是安全的, 但尿碘水平偏低的比例较高, 值得关注。

2005 年未停止食用加碘食盐前在高水碘地区进行的监测结果表明, 尿碘水平 $\geq 300 \mu\text{g/L}$ 的人群高达 74% , 其中 $\geq 1000 \mu\text{g/L}$ 的比例为 16.3% , 在这部分人群中, 易感个体和已有甲状腺疾病的患者因碘过量发生健康损害的风险较大。

需要特别指出的是, 浙江、上海二省市的沿海城市和福建沿海农村孕妇的尿碘中位数均 $< 150 \mu\text{g/L}$, 属于碘营养不足; 浙江、上海、辽宁、福建 4 个沿海省市城市、农村所有孕妇尿碘水平 $< 150 \mu\text{g/L}$ 的比例为 46% , 明显高于尿碘水平 $\geq 500 \mu\text{g/L}$ 的比例 (4%), 说明沿海地区孕妇碘缺乏的风险较高, 需要特别关注。

综上所述, 除未完全停用加碘食盐的高水碘地区之外, 目前我国大部分地区自推行食盐加碘预防 IDD 策略以来, 居民 MUI 一般处于 $100 - 300 \mu\text{g/L}$ 之间, 人群碘营养状况总体处于“适宜”水平。但鉴于部分沿海地区孕妇 MUI $< 150 \mu\text{g/L}$, 且尿碘水平 $< 150 \mu\text{g/L}$ 的比例近 50% , 同时沿海地区普通居民中尿碘水平 $< 100 \mu\text{g/L}$ 的比例高于 $\geq 300 \mu\text{g/L}$ 的比例, 因此沿海地区居民碘缺乏的健康风险大于碘过量的健康风险。而在高水碘地区, MUI 高于 $300 \mu\text{g/L}$, 同时有 74% 的个体尿碘水平 $\geq 300 \mu\text{g/L}$, 因此这类地区在未停用加碘食盐前, 居民碘过量的健康风险大于碘缺乏的健康风险。由于自 2006 年起我国大部分高水碘地区已停用加碘食盐, 估计目前这类地区碘过量的风险应有所下降。

6.2 基于碘膳食摄入量的评价

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。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，其碘缺乏的概率为 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，个体出现毒副作用的几率增加，但并不等于超过 UL 就会造成碘中毒，发生碘中毒的几率取决于超过 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都很低（见图 5）。

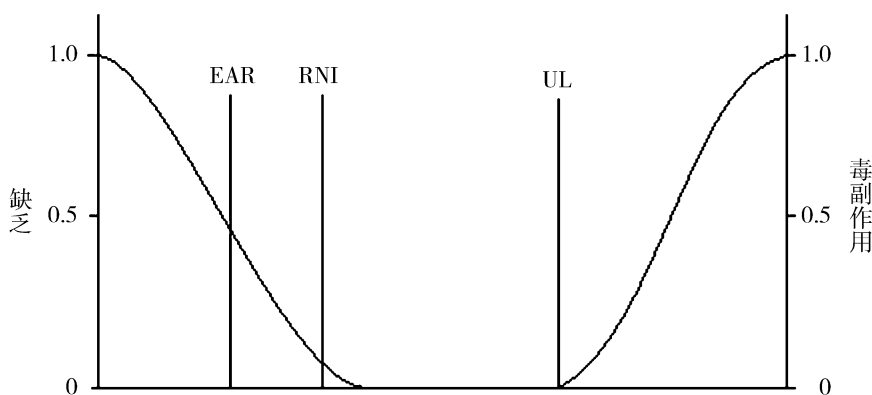


图 5 微量营养素摄入水平及其意义（摘自《中国营养科学全书》^[59]）

在水碘含量低于 $150\mu\text{g/L}$ 的地区，总膳食研究结果和全国营养调查结果均表明，中国居民膳食碘平均摄入量均达到推荐摄入量（RNI），表明目前我国这类地区居民的碘摄入量总体上是适宜和安全的。但个体资料分析结果显示，碘摄入量低于推荐摄入量（RNI）的比例（总膳食研究结果为 30% 左右，全国营养调查结果为 13.4%）明显高于摄入量超过 UL 的比例（总膳食研究结果为 1% - 10%，全国营养调查结果约为 5.8%），说明在这类地区即使食用加碘食盐，碘摄入量不足的风险仍远大于碘摄入过量的风险。

碘的食物来源主要为食盐、食物和饮用水，其中加碘食盐是膳食碘的主要来源，未考虑烹调损失时，对碘摄入量的贡献率约为 80% 左右（存在较大的地域差异，主要受食盐消费量和碘含量影响）；如果食盐的烹调损失率按照 WHO/UNICEF/ICCIDD 推荐的 20% 计^[45]，估计该值会有所下降。以上海市典型烹调方式加工当地食物样品，得出烹调后的食盐实际贡献率为 63.5%。因此如果食用不加碘食盐，绝大部分居民（97.6%）的碘摄入量达不到 RNI，碘缺乏的风险很高。

在水碘含量高于 $150\mu\text{g/L}$ 的地区，饮用水是膳食碘的主要来源，尤其是食用不加碘食盐时，其对碘摄入量的贡献率为 89.8% - 93.9%。在这类地区，如果食用加碘食盐，居民的平均碘摄入量和所有个体的碘摄入量均超过 RNI，且随碘含量升高而增加。其中

碘摄入量介于 RNI - UL 之间的人群平均比例分别为 89.5%（水碘：150 - 300 $\mu\text{g}/\text{L}$ 地区）和 75.1%（水碘 $\geq 300\mu\text{g}/\text{L}$ 地区），说明上述地区居民的碘摄入量总体上仍是适宜和安全的，发生碘缺乏的风险很低。但这两类地区碘摄入量 $\geq \text{UL}$ 的人群平均比例分别为 10.5% 和 24.9%，说明在食用碘盐的情况下，人群碘摄入过量的风险较大。

如果上述地区食用不加碘食盐，人群的碘平均摄入量和所有个体的碘摄入量均可达到 RNI，且介于 RNI - UL 之间的人群比例高于 98%，碘摄入量超过 UL 的比例不到 2%，说明即使食用不加碘食盐，这类地区居民的碘摄入量也处于一个“适宜和安全摄入范围”，既不会引起碘摄入量不足，发生碘过量的风险也很低。

由于高碘食物海带和紫菜的消费率和消费量很低，在水碘含量不同的各类地区，无论食用加碘食盐和不加碘食盐，这类食物在膳食碘摄入中的贡献率均很低（1.6% - 3.0%）。

可见，现阶段我国人群的膳食碘摄入水平总体上是适宜和安全的。在水碘含量低于 150 $\mu\text{g}/\text{L}$ 的地区，如果食用不加碘食盐，97% 以上的居民碘摄入量低于 RNI，仅有 1.4% 居民的碘摄入量超过 UL，碘缺乏的风险大于碘过量的风险，因此应继续实施普及加碘食盐以保证居民的碘摄入，降低碘缺乏的风险。在水碘含量高于 150 $\mu\text{g}/\text{L}$ 的地区，即使食用不加碘食盐，也可以保证居民的碘摄入量达到适宜和安全范围，食用加碘食盐反而增加碘摄入过量的风险。在水碘含量不同的各类地区，海带、紫菜等高碘食物在膳食碘摄入中的贡献率均很低。

7 不确定性分析

本次评估中由于材料和数据方面的原因，存在如下几方面的不确定因素。在应用本报告的结果和结论时必须考虑到这些不确定因素可能带来的影响。

7.1 食物消费量

本次评估在进行全国膳食碘摄入量估计时，采用的是 2002 年全国膳食和营养调查的食物消费量。从 2002 年至今，我国居民的食物消费量发生了较大变化，其中以对膳食碘摄入具有较大贡献的食盐量变化尤为突出。2002 年我国成年人人均食盐消费量在 13g 以上，现已出现普遍下降的趋势。此外，评估过程中并未考虑碘的烹调损失，因此，利用全国膳食调查数据计算出的我国居民碘摄入量可能偏高。

7.2 饮用水消费量

由于缺乏我国居民饮用水的实际消费量数据，因此本次基于膳食调查的碘摄入量评估中，用饮用水的推荐摄入量来替代实际消费量，这无疑会影响膳食碘的摄入量以及饮

用水的贡献率，尤其在饮用水作为膳食碘主要来源的高水碘地区，这种影响带来的误差可能更大。

7.3 高水碘地区居民的尿碘水平

在根据尿碘水平评估高水碘地区居民碘营养状况的潜在风险时，使用 2005 年我国部分高水碘地区人群的尿碘监测数据。开展上述监测时当地尚未完全停用加碘食盐。而目前我国大部分高水碘地区已供应不加碘食盐，不加碘食盐食用率达 90% 以上，因此 2005 年获得的高水碘地区人群尿碘数据无法反映目前这类地区的实际水平。在 2006 年我国在高水碘地区停供加碘食盐后，这类地区居民由碘过量引发健康危害的风险估计会有所降低。

7.4 个体尿碘水平判断标准

目前，无法获得根据个体尿碘水平来判断碘营养状况（尤其是潜在风险）的权威标准，这在很大程度上限制了以尿碘水平对个体碘缺乏或过量进行风险估计。

8 结论与建议

碘是一种人体必需微量营养素，摄入不足和过量均会对健康造成不良影响。我国是碘缺乏十分广泛的国家之一，自 1995 年实施全民食盐加碘预防 IDD 策略以来，IDD 发病率持续下降，并基本实现消除 IDD 的目标。

根据上述中国居民尿碘水平和碘的膳食摄入量评估结果，国家食品安全风险评估专家委员会认为：

(1) 我国沿海地区居民的尿碘水平和膳食碘摄入量一致地表明，沿海地区居民的碘营养状况总体处于适宜和安全水平，食盐加碘并未造成我国沿海地区居民的碘摄入过量。相反，沿海城市和农村由于碘盐覆盖率较低而碘营养状况低于同省内陆农村地区。部分沿海地区孕妇的碘营养不足，预示发生碘缺乏的风险较高，需要给予特别关注。

(2) 在水碘含量低于 150 $\mu\text{g}/\text{L}$ 的地区，居民的碘营养状况总体处于适宜和安全水平，进一步分析表明碘缺乏的健康风险大于碘过量的健康风险，尤其是如果食用不加碘食盐，则发生碘缺乏的风险很高。为此，继续实施食盐加碘策略对于控制居民的碘缺乏风险十分必要。

(3) 在水碘含量高于 150 $\mu\text{g}/\text{L}$ 的地区，居民碘营养状况总体处于适宜和安全水平；如果食用加碘食盐，则发生碘过量的风险较高；即使食用不加碘食盐，发生碘缺乏的风险也很低。因此，在这类高水碘地区停供加碘食盐，可以降低因碘过量可能造成的健康风险。但在少数水碘含量极高的地区，即使停供加碘食盐，可能仍有较大比例居民的碘

摄入过量, 存在较大的健康风险。建议对这些地区开展相关的研究工作, 从而采取降低碘过量风险的有效措施。

(4) 由于我国多数地区都存在不同程度的碘缺乏, 而且加碘食盐是这类地区碘的重要膳食来源, 考虑到我国食盐加碘在碘缺乏病控制方面取得的突出成绩, 应该认为食盐加碘的健康益处远大于食盐加碘的可能健康风险。然而, 由于我国水碘分布存在明显的地域差异, 推行因地制宜、分类指导和科学补碘的防控策略是合适的, 既可降低低碘地区居民的碘缺乏风险, 也可避免高碘地区的碘过量风险。

9 参考文献

1. Whitehead DC (1984) The distribution and transformations of iodine in the environment. *Environ Int*, 10:321 - 339.
2. 葛可佑主编, 中国营养科学全书, 北京: 人民卫生出版社, 2004.
3. Ubom GA (1991) The goitre-soil-water-diet relationship: Case study in Plateau State, Nigeria. *Sci of the Total Environ*, 107:1 - 11.
4. Wolff J (1964) Transport of iodide and other anions in the thyroid gland. *Physiol Rev*, 44:45 - 90.
5. Walser M, Rahill WJ (1965) Renal tubular reabsorption of iodide as compared with chloride. *J of Clin Invest*, 44(8):1371 - 1381.
6. 李洋, 刘鑫. 碘与人体健康. *广东微量元素*, 2003, 10(10):6 - 13.
7. GB 16005 - 1995, 碘缺乏病(IDD)病区划分标准. GB/T 19380 - 2003, 水源性高碘地区和地方性高碘甲状腺肿病区的划定.
8. GB/T 19380 - 2003, 水源性高碘地区和地方性高碘甲状腺肿病区的划定.
9. Frank W. Lowenstein, Iodized salt in the prevention of endemic goiter: a world-wide survey of present programs. *A. J. P. H.* 1967, 10: 1816 - 1823.
10. Sooch SS, Deo MG, Karmarkar MG, Kochupillai N, Ramachandran K, Ramalingaswami V. Prevention of endemic goiter with iodised salt. *Bull WHO* 1973; 49: 307 - 312.
11. Sooch SS, Deo MG, Karmarkar MG, Kochupillai N, Ramachandran K, Ramalingaswami V. The Kangra valley experiment: prevention of Himalayan endemic goiter with iodinated salt. *Acta Endocrinol* 1973; 179: 110.
12. 科学补碘急需“中国数据”. <http://www.hebei.gov.cn/article/20091013/1302093.htm>.
13. 陈祖培. 全民食盐加碘的意义及对当前人群碘营养状况的评价. *中国地方病防治杂志*, 2002, 17(4):251 - 253.

14. 刘颖,刘守军,苏晓辉,等. 2005 年全国学龄儿童尿碘水平监测结果评价. 2007,26(4):438 - 440.
15. Chen ZP. New cretins discovered in southern Xinjiang of China. IDD Newsletter, 2007, 23(1):18
16. Progress towards the elimination of iodine deficiency disorder(IDD). Geneva, World Health Organization, 1999 (WHO/NHD/99.4).
17. Guidelines on food fortification with micronutrients. World Health Organization and Food and Agriculture Organization of the United Nations,2006.
18. WHO (1996) Trace elements in human nutrition and health. Geneva, World Health Organization.
19. Bleichrodt N, Born MA. A meta-analysis of research on iodine and its relationship to cognitive development. In: Stanbury J, ed. The damaged brain of iodine deficiency: cognitive, behavioral, neuromotor, and educative aspects. New York, Cognizant Communication Corporation, 1994:195 - 200.
20. NNT (Nordic Working Group on Food Toxicology and Risk Evaluation) (2002). Mechanisms of toxicity of chemicals affecting the function of the thyroid gland. Berthelsew P and Thorup I(eds.) . Nordic Council of Ministers, Tema Nord.
21. US Food and Nutrition Board (2001). Dietary Reference Intakes. A report of the Institute of Medicine. Pages 8 - 1 to 8 -27, National Academy Press, Washington, DC.
22. Clayton GD and Clayton FE (1981). In: Patty's Industrial Toxicology and Hygiene. Clayton GD and Clayton FE (eds.). Third edition. Vol 2B, p 2975.
23. Krari N, Berre S, Allain P (1992) Effects of thyroparathyroidectomy on the distribution of bromine and iodine in rat tissues. Biol Trace Element Res, 32:275 - 279.
24. Fischer PWF, Campbell JS, Giroux A (1989) Effect of dietary iodine on autoimmune thyroiditis in the BB Wistar rat. J of Nutr, 119:502 - 507.
25. Bagchi N, Brown TR, Urdanivia E, Sundick RS (1985). Induction of autoimmune thyroiditis in chickens by dietary iodine. Sci 230: 325 - 327.
26. Hiasa Y, Kitahori Y, Kato Y, Ohshima M, Konishi N, Shimoyama T, Sakaguchi Y, Hashimoto H, Minami S, Murata Y (1987). Potassium perchlorate, potassium iodide, and propylthiouracil promoting effect on the development of thyroid tumours in rats treated with N-bis(2-hydroxypropyl)-nitrosamine. Jpn J Cancer Res 78: 1335 - 1340.
27. EGVM (Expert Group on Vitamins and Minerals) (2002). Draft report on "Safe upper levels for vitamins and minerals", pp 205 - 214. August 2002. London.
28. Olson WG, Stevens JB, Anderson J, Haggard DW (1984) Iodine toxicosis in six herds of dairy cattle. Journal of the American Veterinary Medicine Association, 184(2):179 - 181.

29. Takegawa K, Mitsumori K, Onodera H, Yasuhara K, Kitaura K, Shimo T, Takahashi M (1998) Induction of squamous cell carcinomas in the salivary glands of rats by potassium iodide. *Japanese J of Cancer Res*, 89:105 – 109.
30. Takegawa K, Mitsumori K, Onodera H, Shimo T, Kitaura K, Yasuhara K, Hirose M, Takahashi M (2000) Studies on the carcinogenicity of potassium iodide in F344 rats. *Food and Chem Toxicol*, 38:773 – 781.
31. Ammermann CB, et al. (1964). Reproduction and lactation in rats fed excessive iodine. *J Nutr* 84: 107 – 112.
32. Morales de Villalobos LM, Campos G, Ryder E (1986). Effect of chronic ingestion of iodide during pregnancy and lactation on pup brain enzymes. *Enzyme* 35: 96 – 107.
33. Silva CA, Merkt H, Bergamo PN, Barros SS, Barros CS, Santos MN, Hoppen HO, Heidemann P, Meyer H (1987). Consequences of excess iodide supply in a Thoroughbred stud in southern Brazil. *J Reprod Fertil* 35 (Suppl): 529 – 533.
34. Boyages SC, Bloot AM, Maberly GF, Eastman CJ, Mu L, Qidong Q, Derun L, van der Gaag RD, Drexhage HA (1989) Thyroid autoimmunity in endemic goitre caused by excessive iodine intake. *Clin Endocrinol*, 31:452 – 465.
35. 陈祖培, 阎玉芹. 碘与甲状腺疾病研究的最新进展与动态. *中国地方病学杂志*, 2001, 20(1):72 – 73.
36. WHO Statement: Iodine and Health: Eliminating Iodine Deficiency Disorders safely through salt iodization. *IDD Newsletter*, 1994, 10(4):43.
37. 滕晓春, 滕卫平等. 碘摄入量增加对甲状腺疾病影响的五年前瞻性流行病学研究. *中华内分泌代谢杂志*, 2006, 22(6):512 – 517.
38. 单忠艳, 滕卫平, 李玉姝等. 碘致甲状腺功能减退症的流行病学对比研究[J]. *中华内分泌代谢杂志*, 2001, 17(2):71 – 74.
39. 关海霞, 滕卫平, 崔炳元等. 河北某水源性高碘地区成人甲状腺疾病的流行病学调查[J]. *中华内科杂志*, 2001, 40(9):597 – 601.
40. Laurberg P, Cerqueira C, Ovesen L, et al. Iodine intake as a determinant of thyroid disorders in populations. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*, 2010, 24(1):13 – 27.
41. International Programme on Chemical Safety (2009). Iodine and inorganic iodide: human health aspects. *Concise International Chemical Assessment Document 72*, WHO, Geneva.
42. Onaran Y, Tezelman S, Gurel N, et al. The value of DNA content in predicting the prognosis of thyroid carcinoma in an endemic iodine deficiency region [J]. *Acta Chir Belg*, 1999, 99(1): 30 – 35.

43. Hetzel BS, Pandav CS. SOS for a Billion: The Conquest of Iodine Deficiency Disorder [M]. Delhi: Oxford University Press, 1996: 129 - 145.
44. E. Steliarova-Foucher, C. A. Stiller, E. Pukkala, B. Lacour, I. Plesko, D. M. Parkin. Thyroid cancer incidence and survival among European children and adolescents (1978 - 1997): Report from the Automated Childhood Cancer Information System project.
45. WHO/UNICEF/ICCIDD. Assessment of Iodine deficiency disorders and monitoring their elimination. 2007. (http://whqlibdoc.who.int/publications/2007/9789241595827_eng.pdf)
46. WHO (2004a) Vitamin and mineral requirements in human nutrition, 2nd ed. Geneva, World Health Organization, pp. 303 - 317.
47. US Food and Nutrition Board (2001) . Dietary Reference Intakes. A report of the Institute of Medicine. Pages 8 - 1 to 8 - 27, National Academy Press, Washington, DC.
48. SCF (Scientific Committee for Food) (2002) . Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of Iodine, EUROPEAN COMMISSION.
49. 中国地方病防治研究中心碘缺乏病研究所. 1995 年全国碘缺乏病监测资料汇总分析报告. 95 中国碘缺乏病监测. 北京: 人民卫生出版社, 2000, 3 ~ 12.
50. 吕建国, 刘守军, 孙树秋等. 1997 年全国碘缺乏病监测资料汇总分析报告. 97 中国碘缺乏病监测. 北京: 人民卫生出版社, 2000, 3 ~ 21.
51. 刘守军, 孙树秋, 刘颖等. 1999 年中国碘缺乏病监测报告. 99 中国碘缺乏病监测. 北京: 人民卫生出版社, 2002, 3 ~ 34.
52. 刘守军, 苏晓辉, 于钧等. 2002 年中国碘缺乏病监测报告. 2002 年中国碘缺乏病监测. 北京: 人民卫生出版社, 2003, 3 ~ 43.
53. 刘守军, 苏晓辉, 孙殿军等. 2005 年中国碘缺乏病监测报告. 2005 年中国碘缺乏病监测. 北京: 人民卫生出版社, 2003, 3 ~ 32.
54. 卫生部办公厅. 关于印发 2006 年度全国加碘食盐监测报告的通知 (卫办疾控发 [2007] 63 号). 2007. 4.
55. 卫生部办公厅. 关于 2007 年度全国加碘食盐监测工作情况的通报. (卫办疾控发 [2008] 113 号). 2008. 6.
56. 卫生部办公厅. 关于 2008 年度全国加碘食盐监测工作情况的通报. (卫办疾控发 [2009] 71 号). 2009. 5.
57. 卫生部办公厅. 关于 2009 年度全国加碘食盐监测工作情况的通报. (卫办疾控发 [2010] 号). 2010. 3.
58. 孔祥明主编. 临床检验正常参考值手册. 2004 年, 军事医学出版社.

资料提供单位或个人

资料/信息	单位/个人
1995 - 2009 年全国碘缺乏病/高危地区监测数据	卫生部疾病预防控制局 中国疾病预防控制中心地方病控制中心
2002 年中国居民营养与健康状况调查食物消费量数据	中国疾病预防控制中心营养与食品安全所
2002 年水碘监测数据	卫生部疾病预防控制局 中国疾病预防控制中心地方病控制中心
2005 年盐碘监测数据	卫生部疾病预防控制局 中国疾病预防控制中心地方病控制中心
2005 年高水碘地区尿碘监测数据	卫生部疾病预防控制局 中国疾病预防控制中心地方病控制中心
2007 年 12 省总膳食研究	中国疾病预防控制中心营养与食品安全所
2009 年沿海地区居民碘膳食摄入量调查	中国疾病预防控制中心营养与食品安全所
2009 年沿海地区居民碘营养状况调查	卫生部疾病预防控制局 中国疾病预防控制中心地方病控制中心
过量摄入碘的志愿者试验资料	天津医科大学张万起教授

《中国食盐加碘和居民碘营养状况的风险评估》

专家组和工作组名单

专家组

陈君石	院 士	中国疾病预防控制中心营养与食品安全所
严卫星	研究员	中国疾病预防控制中心营养与食品安全所
李 宁	研究员	中国疾病预防控制中心营养与食品安全所
吴永宁	研究员	中国疾病预防控制中心营养与食品安全所
杨晓光	研究员	中国疾病预防控制中心营养与食品安全所
陈祖培	研究员	天津医科大学内分泌研究所
申红梅	研究员	中国疾病预防控制中心地方病控制中心
李凤琴	研究员	中国疾病预防控制中心营养与食品安全所
刘兆平	研究员	中国疾病预防控制中心营养与食品安全所

工作组

何宇纳	研究员	中国疾病预防控制中心营养与食品安全所
李筱薇	副研究员	中国疾病预防控制中心营养与食品安全所
邹淑蓉	主任医师	上海疾病预防控制中心
张万起	教授	天津医科大学公共卫生学院
李凤琴	研究员	中国疾病预防控制中心营养与食品安全所
刘兆平	研究员	中国疾病预防控制中心营养与食品安全所
隋海霞	副研究员	中国疾病预防控制中心营养与食品安全所
马 宁	助理研究员	中国疾病预防控制中心营养与食品安全所
张 磊	副研究员	中国疾病预防控制中心营养与食品安全所
李建文	副研究员	中国疾病预防控制中心营养与食品安全所
宋筱瑜	助理研究员	中国疾病预防控制中心营养与食品安全所
朱江辉	助理研究员	中国疾病预防控制中心营养与食品安全所
毛伟峰	实习研究员	中国疾病预防控制中心营养与食品安全所
刘飒娜	实习研究员	中国疾病预防控制中心营养与食品安全所

附表

附表 1 2007 年我国严重碘缺乏地区

省份	县数	县 名
西藏	1	林芝县
新疆	33	吐鲁番市、托克逊县、库车县、莎雅县、新和县、阿瓦提县、柯坪县、阿克陶县、疏附县、英吉沙县、莎车县、叶城县、岳普湖县、和田市、和田县、墨玉县、策勒县、于田县、温宿县、乌恰县、拜城县、乌什县、洛浦县、鄯善县、皮山县、民丰县、伽师县、巴楚县、泽普县、疏勒县、麦盖提县、阿图什市、阿克苏市
甘肃	3	卓尼县、夏河县、舟曲县
四川	1	黑水县
宁夏	1	西吉县
云南	1	永善县
合计	40	

附表2 可能存在碘缺乏的地区

省份	县数	县 名
西藏	61	拉萨市城关区、左贡县、林周县、达孜县、堆龙德庆县、墨竹贡卡县、尼木县、曲水县、当雄县、仁布县、琼结县、加查县、米林县、波密县、朗县、贡嘎县、吉隆县、康马县、察隅县、岗巴县、日土县、墨脱县、昌都县、萨嘎县、贡觉县、白朗县、定结县、昂仁县、嘉黎县、那曲县、边坝县、葛尔县、察雅县、八宿县、尼玛县、安多县、拉孜县、聂拉木县、札达县、日喀则市、定日县、洛隆县、革吉县、类乌齐县、江孜县、江达县、比如县、谢通门县、南木林县、巴青县、改则县、聂荣县、申扎县、索县、班戈县、丁青县、芒康县、萨迦县、仲巴县、普兰县、措勤县
青海	19	西宁市城北区、民和县、门源县、祁连县、共和县、循化县、同德县、贵南县、乌兰县、格尔木市、班玛县、久治县、玉树县、杂多县、称多县、治多县、囊谦县、曲麻莱县、都兰县
广东	15	电白县、徐闻县、惠东县、惠城区、饶平县、潮南区、潮阳区、湛江市、廉江市、遂溪县、雷州市、普宁市、惠来县、汕尾市、陆丰市
海南	8	三亚市、儋州市、文昌市、东方市、澄迈县、临高县、昌江县、陵水县
河北	7	裕华区、献县、泊头市、河间市、东光县、安平县、阜城县
新疆	6	阿克奇县、且末县、喀什市、伊宁县、伊吾县、伊宁市
广西	6	田东县、凌云县、乐业县、西林县、富川县、合浦县
内蒙	5	扎赉特旗、清水河、东胜区、松山区、凉城县
甘肃	4	东乡县、临潭县、古浪县、广河县
宁夏	4	同心县、红寺堡区、原州区、盐池县
四川	4	朝天区、理县、金川县、金阳县
重庆	3	巫溪县、城口县、丰都县
山东	3	历城区、临邑县、寿光市
福建	2	荔城区、东山县
云南	1	江城县
天津	1	汉沽区
浙江	1	岱山县
河南	1	新乡县
新疆兵团	1	农十四师师直
合计	152	

附表3 2005年调查水碘含量中位数在150–300 $\mu\text{g}/\text{L}$ 间的乡镇

省份	乡镇数	县/市/区(乡/镇)
北京	1	大兴区(榆垓镇)
山西	18	平遥县(杜家庄乡、香乐乡、中都乡) 祁县(东观镇、贾令镇) 清徐县(孟封镇、西谷乡、王答乡) 山阴县(合盛堡乡) 文水县(刘胡兰镇、南安镇) 小店区(北格镇、西温庄乡) 应县(臧寨乡、大黄巍乡、杏寨乡、义井乡、镇子梁乡)
安徽	16	砀山县(曹庄镇、赵屯乡、唐寨镇、周寨镇) 淮北市杜集区(高岳镇) 灵璧县(大路乡、高楼镇、大庙乡) 萧县(黄口镇、圣泉镇、酒店乡、王寨镇、马井镇、闫集镇、青龙镇、张庄寨镇)
河北	111	沧县(风化店乡、兴济镇、刘庙、薛官屯乡、汪家铺乡、姚官屯乡、仵龙堂乡) 成安县(柏寺营乡、道东堡乡、城关、商城镇、辛义乡) 大城县(藏屯乡) 大名县(大街乡、沙圪塔乡、铺上乡、孙甘店乡、红庙、王村乡、黄金堤、西付集乡、旧治镇、西未庄乡) 东光县(东光镇、于桥乡、南霞口镇) 肥乡县(元固乡) 故城县(坊庄、三郎乡、故城镇、武官寨、军屯镇、夏庄镇、里老乡、辛庄乡、青罕镇、郑口镇、饶阳店镇) 馆陶县(馆陶镇、魏僧寨镇、王桥乡) 广平县(南卜乡) 邯郸县(河沙镇、南堡乡) 黄骅市(官庄乡) 景县(广川镇、青兰乡、刘集乡、王瞳镇) 临西县(河西镇、下堡寺、尖庄镇、姚楼、老官寨、摇鞍乡) 临漳县(秤钩镇、砖寨营乡、西羊羔乡) 南宮市(大屯乡、南杜办事处、风岗办事处、前仔仲、高村、王道寨乡、明化镇、吴村) 南皮县(潞灌乡、乌马营镇) 青县(金牛镇、流河镇) 清河县(葛仙庄镇、谢炉乡、王官庄镇) 邱县(南辛店乡、新马头镇、邱城镇) 威县(常屯乡、贺钊乡、常庄乡、侯贯镇、城关镇、梨元屯镇、第什营乡、枣园乡、方家营乡、赵村乡、固献乡) 魏县(泊口乡、德政镇、车往镇、回隆镇、大磨乡、沙口集乡、仕望集乡、院堡乡、牙里镇、张二庄乡、) 文安县(滩里乡) 吴桥县(安陵镇、杨家寺乡、梁集镇、于集镇、铁城镇) 雄县(北沙乡) 盐山县(常庄乡、小庄乡) 永年县(南沿村镇) 运河区(南陈屯镇) 枣强县(大营镇、张屯乡、恩察镇)
河南	101	长垣县(丁栾镇、满村乡、方里乡、恼里镇、芦岗乡、余家乡、魏庄镇、张三寨乡、武邱乡、赵堤镇) 封丘县(城关乡、戚城、冯村、司庄、荆隆宫、油坊、李庄乡、留光乡) 开封县(陈留镇、袁坊乡、城关镇、万隆乡、范村乡、兴隆乡、罗王乡、土山冈) 禹王台区(汪屯乡) 兰考县(坝头乡、南彰镇、城关乡、小宋乡、谷营乡、仪封乡、垌阳镇、张君墓镇、孟寨乡、爪营乡) 梁园区(观堂乡) 睢县(董店乡、尤吉屯乡、涧岗乡、蓼堤镇、范洼、西陵寺镇) 杞县(裴村店乡、西寨乡、平城乡、邢口镇) 民权县(人和镇、王庄寨镇、程庄镇、北关镇) 宁陵县(城关回族镇、柳河镇、华堡乡、石桥乡、黄岗乡、阳驿乡、孔集乡、张弓镇、楚庄) 睢阳区(东方街道、娄店乡、冯桥乡、路河乡、高辛镇、毛固堆乡、古城街道、王坟、郭村镇、新城街道、临河店乡、闫集乡、古宋乡) 台前县(城关镇、夹河乡、打渔陈乡、清水河乡、侯庙镇、孙口乡、后方乡) 夏邑县(火店乡、王集乡、孔庄乡、杨集镇、骆集乡、中峰乡) 永城市(条河乡) 虞城县(城关镇、刘店、城郊乡、刘集、店集乡、界沟镇、古王集乡、营郭镇、稍岗乡、张集镇、大侯乡) 原阳县(官厂乡) 柘城县(老王集乡)

续附表 3

省份	乡镇数	县/市/区(乡/镇)
江苏	38	楚州区(博里镇、复兴镇、仇桥镇、席桥镇)丰县(和集、孙楼镇、顺河镇、赵庄镇)沛县(城关、龙固镇、大屯镇、沛城镇、郝寨、王庄、胡寨镇、杨屯镇、敬安镇)邳州市(八路镇、占城镇、岱山)睢宁县(卜塘、苏塘、高作镇、桃园镇、岚山镇、王集镇、梁集镇、王林、刘圩、位集、龙集、朱集、庆安镇)铜山县(大许镇、太山、房村镇、沿湖农场、何桥镇)
内蒙	2	杭锦后旗(红旗乡、三道桥镇)
山东	193	滨城区(旧镇、蒲城街办)博兴县(庞家镇、乔庄镇)曹县(安蔡楼镇、苏集镇、常乐集乡、王集镇、大集乡、仵楼乡、韩集镇、郑庄乡、后集、朱洪庙乡、梁堤头镇、砖庙镇、楼庄乡、庄寨镇、倪集乡、孙老家镇、青岗集镇)成武县(成武镇、天宫庙、汶上集镇)茌平县(博平镇、胡屯乡、冯官屯镇、贾寨乡、广平乡、乐平铺镇、韩集乡、温陈乡、洪官屯乡)单县(黄岗镇、张集镇、莱河镇、终兴镇、谢集乡、李田楼乡、徐寨镇、龙王庙镇、杨楼镇)德城区(二屯镇、运河街道)德城区(黄河涯镇、赵虎镇、抬头寺乡)东阿县(顾官屯镇、刘集镇)东昌府区(蒋官屯街道、堂邑镇、李海务、张炉集镇、梁水镇、朱老庄乡)定陶县(南王店乡、杜堂乡、冉垌镇、仿山乡、陈集镇、马集镇)东明县(菜园集乡、焦园乡、长兴集乡、刘楼镇、城关镇、陆圈镇、大屯镇、三春集镇、东明集镇、沙窝乡)高青县(高城镇、木李镇、黑里寨镇、田镇镇、花沟镇)高唐县(三十里铺镇)冠县(北陶、兰沃乡、店子乡、柳林镇、定远寨乡、辛集乡、冠城镇)惠民县(大年陈乡、姜楼镇)巨野县(大义镇、独山镇、董官屯镇、巨野镇、龙垌镇、田庄镇、太平镇、万丰镇、田桥镇、章缝镇)鄄城县(大埝乡、什集镇、凤凰乡、阎什镇、箕山镇、引马乡、鄄城镇、郑营乡、彭楼镇)乐陵市(胡家街道、朱集镇)梁山县(大路口乡、徐集镇、韩岗镇、杨营镇)平原县(王凤楼、王杲铺镇)临清市(八岔路镇、倪集、金郝庄乡、潘庄镇、康庄镇、楼庄、尚店乡、新华、松林镇、烟店镇、唐园镇)陵县(边临镇、义渡口乡、陵城镇、于集乡、前孙镇)牡丹区(大黄集镇、吕陵镇、佃户屯街道、马岭岗镇、东城街道、牡丹街道、高庄镇、沙土镇、胡集乡、李村镇、王浩屯镇、小营镇、西城街道、岳程街道)宁津县(大曹镇、相衙镇、大柳镇、张大庄乡、杜集镇)齐河县(马集乡)庆云县(崔口镇)商河县(常庄、贾庄镇、韩庙乡、燕家)武城县(郝王庄镇、李家户乡、甲马营乡、鲁权屯镇)夏津县(白马湖镇、宋楼镇、渡口驿乡、苏留庄镇、雷级镇、香赵庄镇、双庙镇、新盛店镇、郑保屯镇)莘县(大王寨乡、魏庄乡、大张家镇、樱桃园镇)阳谷县(阿城镇、十五里园镇、郭店屯乡、石佛镇、七级镇、张秋镇)禹城市(房寺镇、十里望回族乡)邹平县(台子镇)郓城县(程屯镇、水堡、侯集镇、随官屯镇、黄安镇、武安镇、黄堆集乡、杨庄集镇、黄集乡、玉皇庙镇)
天津市	11	大港区(太平镇)静海县(蔡公庄镇、双塘镇、陈官屯镇、台头镇、独流镇、西翟庄镇、静海镇、沿庄镇、良王庄乡、中旺镇)
合计	491	

附表4 2005年调查水碘含量中位数在300 $\mu\text{g}/\text{L}$ 间的乡镇

省份	乡、镇数	县/市/区(乡、镇)
山西	11	汾阳市(冀村镇、肖家庄乡、演武镇、阳城乡)介休市(义安镇)平遥县(南政乡、宁固镇)文水县(南庄镇)孝义市(大孝堡乡、振兴街办)应县(金城镇)
安徽	21	砀山县(城关镇、黄楼乡、程庄镇、李庄镇、葛集镇、良梨镇、关帝庙镇、刘暗楼乡、官庄坝镇、陇海乡、文庄镇、权集乡、西南门镇、朱楼镇、玄庙镇)萧县(大屯镇、赵庄镇、杜楼镇、新庄镇、刘套镇、杨楼镇)
河北	62	沧县(东关、李天木回族乡)成安县(北乡义乡、李家町)大名县(北峰乡、杨桥镇、金滩镇、张集乡)东光县(大单镇、找王镇、龙王李乡)馆陶县(柴卜镇)海兴县(城关、香坊乡、高湾镇、张会亭乡、小山乡、赵毛陶乡、辛集镇)邯郸县(代召乡、尚璧镇)黄骅市(常郭乡、南排河镇、城关、齐家务乡、旧城镇、腾庄子、吕桥镇、羊二庄回族乡)孟村县(高寨镇、牛进庄乡、孟村镇、辛店镇)景县(安陵镇、庙镇、北留智镇)临漳县(柏鹤集乡)中捷(农发公司、社区管委会、农管会、盐场)南大港(二分厂、一分厂、三分厂)南宫市(段头镇)南皮县(寨子镇)清河县(坝营镇、连庄镇)魏县(东代固乡、双庙乡)吴桥县(桑园镇)盐山县(边务乡、望树镇、城关、小营乡、孟店乡、杨集乡、千童镇、庆云镇)永年县(姚寨乡)永清县(曹家务乡、管家务回族乡)
河南	31	开封县(仇楼镇、曲兴镇、刘店乡)兰考县(城关镇、三义寨乡、红庙镇)梁园区(平台镇、张阁镇)睢县(帝丘、榆厢)民权县(伯党回族乡、城关镇、龙塘镇、褚庙乡、双塔乡、胡集回族乡、顺河乡、花园乡、王桥乡、老颜集乡、野岗乡、林七乡、尹店乡)宁陵县(城郊乡、逻岗镇、刘楼乡、赵村乡)睢阳区(文化街道)夏邑县(韩道口镇)虞城县(八里堂、利民镇、大候乡、乔集乡、大杨集镇、贾寨镇、李老家乡、营盘、三庄、镇里固乡、田庙乡、郑集乡)
江苏	49	丰县(常店镇、马楼、大沙河镇、沙庄、单楼、师寨镇、范楼镇、史小桥、丰城、首羨镇、华山镇、宋楼镇、黄楼、刘王楼、金陵、套楼、李寨、王沟镇、梁寨镇、张五楼)沛县(安国镇、位庙、崔寨、五段镇、河口镇、阎集、鹿楼镇、鸳楼、鹿湾、张寨镇、孟庄、张庄镇、栖山镇、朱寨镇、王店、唐楼)邳州市(八集、土山镇、港上镇、徐楼、陆井、薛集、碾庄镇、议塘)睢宁县(张圩)铜山县(刘集镇、徐庄镇、马坡镇、郑集镇)
山东	58	滨城区(小营街道)曹县(桃源集镇、魏湾)茌平县(肖庄乡)单县(蔡堂镇、高韦庄镇、曹庄乡、郭村镇、单城镇、朱集镇、浮岗镇、孙溜镇、高老家乡)德城区(宋官屯镇、新华街道、袁桥乡)定陶县(定陶镇)东明县(马头镇、小井乡)高青县(唐坊镇)鄄城县(红船镇、左营乡、李进士堂镇)乐陵市(丁坞镇、铁营乡、郭家街道、西段乡、皇夹、于红、市中街道、郑店镇)梁山县(黑虎庙乡、拳铺镇、马营乡)临清市(青年)陵县(丁庄乡、宋家镇)

续附表 4

省份	乡、镇数	县/市/区(乡、镇)
		牡丹区(安兴镇、何楼街道、都司镇、黄罡、杜庄、小留镇) 商河县(商河) 夏津县(东李庄) 莘县(柿子园乡、王奉镇) 阳信县(洋湖乡) 郓城县(陈 坡、双桥乡、丁里长镇、唐庙乡、郭屯镇、郓城镇、南赵楼乡、张集乡、潘渡 镇、张营镇)
天津	4	静海县(梁头镇、王口镇、唐官屯镇、子牙镇)
合计	236	

附表5 不同人群水的推荐摄入量

年龄（岁）	推荐饮水量（ml）
2 - 3	800
4 - 6	900
7 - 10	1000
11 - 17	1200
18 -	1200

备注：以成人的能量推荐量（2400 kcal）和水推荐量（1200 ml）为基础，根据不同年龄组人群的能量推荐量计算不同年龄组的推荐饮水量。

附表6 食物中碘的含量

食物种类	碘含量 ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	食物种类	碘含量 ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	食物种类	碘含量 ($\mu\text{g}/100\text{g}$)
小麦粉	2.9	橘	5.3	松花蛋(鸭蛋)	6.8
大米	2.3	菠萝	4.1	鹌鹑蛋	37.6
糯米(紫)	3.8	香蕉	2.5	草鱼[白鲩,草包鱼]	6.4
小米	3.7	核桃	10.4	黄花鱼(小)	5.8
马铃薯[土豆]	1.2	松子仁	12.3	鲤鱼[鲤拐子]	4.7
黄豆[大豆]	9.7	杏仁	8.4	青鱼[青皮鱼,青混]	6.5
豆腐	7.7	榛子仁	6.3	鲳鱼[平鱼]	7.7
豆腐干	46.2	花生米	2.7	乌鳢[黑鱼]	6.5
芸豆	4.7	猪肉(瘦)	1.7	带鱼[白带鱼,刀鱼]	5.5
赤小豆[红小豆]	7.8	猪肘(酱)	12.3	巴鱼	3.5
扁豆	2.2	午餐肉(罐头)	1.3	巴鱼(咸)	7.8
豌豆	0.9	肉松	37.7	马哈鱼(咸)	6.7
茄子	1.1	猪肝(卤)	16.4	豆豉鲮鱼(罐头)	7.3
番茄	2.5	火腿肠(洛阳)	46.2	茄汁沙丁鱼(罐头)	22
青椒	9.6	小香肠(广式)	91.6	虾皮	264.5
黄瓜	0.2	火腿(罐头)	1.9	虾米[海米,虾仁]	82.5
西葫芦	0.4	牛肉(瘦)	10.4	虾酱(烟台)	21
洋葱	1.2	牛肉(酱)	1.2	贻贝[淡菜]	346
小白菜	10	羊肉(瘦)	7.7	墨鱼[曼氏无针乌贼]	13.9
芹菜	0.7	羊肝(卤)	19.1	杏仁露(露露)	5.3
香菜	1.5	鸡肉	12.4	酱油	2.4
藕	2.4	鸡肝	1.3	米醋	2.1
海带(鲜)	113.9	消毒牛奶	1.9	牛肉辣酱	32.5
海带(干)	36240	酸奶	0.9	黄酱	19.8
紫菜	4323	方便面	8.4	甜面酱	9.6
梨	0.7	鸡蛋	27.2	芥末酱	55.9
柿	6.3	乌鸡蛋	5.3	白胡椒粉	8.2
橙	0.9	鸭蛋	5	八宝菜	3.8

数据来源:《2002年中国食物成分表》

附表7 我国不同性别-年龄组人群高碘食物摄入量

性别	年龄(岁)	食物类别	样本量	消费率(%)	消费人群摄入量(g)						
					平均值	标准差	P2.5	P5	P50	P95	P97.5
男性	2-	海带	669	1.2	14.3	8.4	8.1	8.1	11.7	33.3	33.3
		紫菜	669	0.4	2.2	0.9	1.7	1.7	1.7	3.3	3.3
		海鱼	669	8.5	25.4	28.3	1.1	2.1	12.6	95.0	104.0
		食盐	669	95.4	6.4	5.8	1.0	1.3	5.0	15.0	21.0
	4-	海带	1276	2.4	22.3	17.3	4.9	8.1	16.4	66.6	66.7
		紫菜	1276	0.9	12.1	6.9	3.3	3.3	14.9	25.0	25.0
		海鱼	1276	6.9	27.7	24.2	2.2	2.2	22.4	63.3	80.2
		食盐	1276	97.8	7.6	6.1	1.3	1.7	6.2	19.0	23.1
	7-	海带	2144	2.1	26.7	30.8	3.2	3.3	16.7	66.6	108.3
		紫菜	2144	1.0	13.5	12.4	1.7	1.8	8.3	33.3	41.7
		海鱼	2144	10.1	37.0	34.1	2.2	3.4	27.2	101.3	140.5
		食盐	2144	98.2	9.4	8.4	1.7	2.3	7.5	22.2	30.0
	11-	海带	1870	2.3	24.9	23.2	3.2	3.3	16.7	65.3	71.5
		紫菜	1870	0.8	13.1	12.3	1.7	1.7	8.3	50.1	50.1
		海鱼	1870	9.8	44.1	38.7	4.8	5.6	31.7	108.5	132.9
		食盐	1870	98.7	11.3	10.1	2.2	3.0	9.0	26.9	37.5
	14-	海带	1508	2.7	27.3	23.9	3.6	4.4	23.4	74.0	107.3
		紫菜	1508	1.0	13.7	12.7	1.7	1.7	8.3	38.4	38.4
		海鱼	1508	11.1	45.9	40.2	3.4	5.6	35.9	131.4	142.4
		食盐	1508	98.1	12.4	9.9	2.0	2.9	10.0	29.3	38.7
18-	海带	22 860	3.0	32.6	29.4	3.2	4.9	22.8	83.3	100.0	
	紫菜	22 860	1.2	13.6	16.1	1.7	1.7	8.3	46.3	66.7	
	海鱼	22 860	12.3	46.4	36.3	5.6	8.3	38.0	120.0	140.8	
	食盐	22 860	98.2	13.7	19.1	2.4	3.2	10.7	32.6	42.5	
女性	2-	海带	519	2.3	18.0	17.8	3.6	3.6	8.3	57.2	57.2
		紫菜	519	1.3	22.9	31.6	3.3	3.3	8.3	83.5	83.5
		海鱼	519	8.7	24.0	24.4	1.7	2.2	13.3	83.8	86.1
		食盐	519	97.1	6.5	7.7	1.2	1.4	5.1	14.5	18.0
	4-	海带	1109	2.4	20.6	14.4	1.7	3.2	16.4	50.0	57.2
		紫菜	1109	0.8	14.8	20.6	1.7	1.7	8.3	66.6	66.6
		海鱼	1109	8.1	21.2	20.3	2.2	2.4	14.7	63.0	73.4
		食盐	1109	97.9	7.6	6.8	1.3	1.8	6.0	19.3	24.0

续附表 7

性别	年龄 (岁)	食物 类别	样本量	消费率 (%)	消费人群摄入量(g)						
					平均值	标准差	P2.5	P5	P50	P95	P97.5
7 -		海带	1883	2.3	19.3	10.4	3.3	4.9	16.7	33.4	35.0
		紫菜	1883	0.9	10.9	13.3	1.7	1.7	6.6	50.0	50.0
		海鱼	1883	8.8	32.3	32.8	2.2	3.4	25.0	84.2	100.0
		食盐	1883	98.3	8.9	8.1	1.5	2.0	7.0	20.7	25.3
11 -		海带	1662	2.2	27.1	19.9	3.3	3.3	20.4	66.6	66.6
		紫菜	1662	0.6	12.2	11.8	1.7	1.7	8.3	33.3	33.3
		海鱼	1662	8.9	35.6	29.0	5.6	6.7	25.4	84.7	123.2
		食盐	1662	98.3	10.4	10.3	1.8	2.4	8.3	25.0	32.1
14 -		海带	1310	2.8	24.3	20.0	1.7	3.2	16.7	71.4	81.6
		紫菜	1310	1.1	9.9	13.4	1.7	1.7	5.0	50.1	50.1
		海鱼	1310	10.4	39.8	28.4	4.8	8.3	33.3	100.5	114.0
		食盐	1310	98.5	11.5	12.1	2.0	2.5	8.7	28.1	38.7
18 -		海带	25 663	2.9	30.9	27.8	3.2	3.3	17.9	83.3	100.0
		紫菜	25 663	1.3	14.2	18.3	1.7	1.7	8.3	50.0	56.7
		海鱼	25 663	12.0	42.6	33.6	5.6	7.8	33.0	111.3	130.3
		食盐	25 663	98.1	11.6	11.1	2.0	2.7	9.0	28.3	37.3
孕 妇 及 乳 母		海带	850	2.2	44.7	49.8	1.7	1.7	25.0	196.0	196.0
		紫菜	850	0.9	9.1	5.6	1.7	1.7	7.5	17.9	17.9
		海鱼	850	6.9	45.9	40.7	6.4	7.5	30.0	142.1	143.2
		食盐	850	98.4	13.5	10.5	2.2	3.2	10.9	32.0	40.9

附表 8 饮用水和食盐中碘含量

	水碘含量 ($\mu\text{g/L}$)	样本量	平均值	标准差	P50	P95	P97.5
饮用水 ^a	< 150	1717	11.5	19.5	4.2	48.9	77.8
	150 -	488	212.2	43.1	204.1	287.9	293.7
	≥ 300	247	490.2	231.6	408.8	994.5	1172.3
食盐 ^b		35936	30.7	8.4	31.1	41.3	44.3

注：^a：饮用水中碘含量 ^b：盐碘含量，单位为 mg/kg。

数据来源：2002 年水碘监测数据，2005 年盐碘监测数据。