

本文引文格式:赵天亮,叶绍燕,王芬芬,等.碘摄入量失衡对人体健康的危害及防治策略[J].
右江民族医学院学报,2026,48(2):298-301.

【医学综述】

碘摄入量失衡对人体健康的危害及防治策略

赵天亮¹,叶绍燕²,王芬芬³,李欣劼¹,杨江艳¹,李相志^{1,4,5}

(1. 右江民族医学院公共卫生学院,广西 百色 533000;

2. 广西柳州市疾病预防控制中心环境与学校卫生防制所,广西 柳州 545000;

3. 广西壮族自治区疾病预防控制中心环境卫生与地方病防制所,广西 南宁 530000;

4. 广西科技大学医学部公共卫生系,广西 柳州 545005;

5. 浙江省台州市肿瘤医院博士后工作站,浙江 台州 318000)

摘要: 碘作为调控生长发育和能量代谢的关键微量元素,碘缺乏或碘过量均会危害人体健康,尤其对甲状腺影响显著。目前我国虽持续保持消除碘缺乏病状态,但部分地区仍存在碘摄入量失衡的风险。本综述针对碘的生理功能、碘对甲状腺功能的调节、碘营养状况评价指标、碘摄入量对人体健康的影响、碘缺乏与碘过量的防治策略进行研究,并结合目前碘营养状况提出建议,在普及相关知识的同时提升公众对碘的认知水平。

关键词: 碘缺乏;碘过量;甲状腺疾病;防治策略

中图分类号: R581 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-5817(2026)02-0298-04

doi: 10.3969/j.issn.1001-5817.2026.02.023

碘摄入失衡往往会导致机体碘营养不良或碘摄入过量。其中,碘缺乏问题尤为普遍,全世界处于碘摄入不足的人数巨大,生活在外环境缺碘地区的人口约占世界总人口的三分之一,往往易引起当地居民甲状腺功能紊乱及相关疾病的发生^[1]。在部分水源性高碘地区,碘摄入过量同样会扰乱甲状腺正常功能,增加甲状腺自身免疫性疾病及功能障碍的风险。自然环境中的碘分布不均对人群碘摄入具有直接的影响,所带来危害的严重性和广泛性已从一个疾病问题上升为重要的公共卫生问题,引起医学界和全社会的关注。

1 碘的生理作用及对甲状腺功能的调节

碘是人体不可或缺的微量元素,在促进生长发育、参与能量代谢、调节水盐代谢等生理功能和生命活动方面发挥着关键作用^[2-3]。此外,碘可能具有抗氧化与抗感染的特性,其作用机制涉及对体内活性氧的清除,并表现出一定的抗病毒及抗真菌效应。碘代谢水平与甲状腺功能关系密切,下丘脑—垂体—甲状腺轴是调控甲状腺功能的核心。垂体前叶分泌的促甲状腺激素(thyroid stimulating hormone, TSH)直接促进甲状腺激素的合成与分泌;而血液中甲状腺激素水平又对下丘脑和垂体形成负反馈抑制,从而维持甲状腺激素水

平的相对稳定。具体体现在碘摄入缺乏时,血液中三碘甲状腺原氨酸和四碘甲状腺原氨酸的甲状腺激素含量降低,就会减少对垂体的抑制,导致垂体分泌 TSH 大幅增加,甲状腺引发适应性反应,通过上调甲状腺滤泡细胞上的钠碘同向转运体的表达和活性,增强摄碘能力,改变激素合成模式,优先合成生物活性更高的三碘甲状腺原氨酸,进行反馈调节。当碘摄入过量时,甲状腺滤泡细胞内会产生大量高浓度的有机碘中间物,抑制甲状腺过氧化物酶的活性,阻断甲状腺激素的合成;同时下调钠碘同向转运体的表达,减少对碘的摄取,使细胞内的碘浓度回落。当超过甲状腺代偿和调节能力极限或处于病理状态时,就可能引发一系列的生理功能异常^[4]。

2 碘营养评价指标与判定标准

人体摄入碘主要通过消化道、皮肤和呼吸道,80%以上来自食物,10%~20%来自饮用水,0%~5%来自空气^[5]。经各地近年来的监测结果发现,目前还有很多地区的居民未能达到碘推荐摄入量(120 μg/d),碘缺乏病依然是我国重点防治管理的地方病^[6]。在传统评价指标基础上,近年来涌现出多项新型评估指标,为进一步精准监测和科学防控提供了新的依据。

基金项目: 国家自然科学基金项目(32560220);浙江省疾病预防控制科技计划项目(2025JK137);浙江省中医药科技计划项目(2024ZL1261)

第一作者: 赵天亮,在读硕士研究生,研究方向:环境污染物对人体健康的影响及防治、地方病研究,E-mail:20231053456@stuyun.edu.cn

通讯作者: 李相志,博士,副教授,研究方向:环境卫生与人体健康效应研究,E-mail:lxz2046@smu.edu.cn

2.1 盐碘 食盐加碘在预防碘缺乏病的发生中起到关键性作用,是预防碘缺乏病的核心策略。我国严格遵循《食品安全国家标准 食用盐碘含量》(GB 26878—2011)进行碘含量管控,并依据《制盐工业通用试验方法 碘的测定》(GB/T 13025.7—2012)中的“氧化还原滴定法”进行检测。我国食盐加碘的标准根据不同省份碘缺乏情况的不同而略有差异。例如,广西、山东执行的食用盐碘含量标准为 25 mg/kg,18~33 mg/kg 为合格碘盐;河南执行的食用盐碘含量标准为 30 mg/kg,21~39 mg/kg 为合格碘盐。2022 年全国碘营养状况监测结果表明,我国以合格碘盐食用率 91.2% 的表现,达到了国家碘缺乏消除标准。然而,监测也揭示了部分地区的不足,上海、天津、山东、北京、河南及安徽等地的合格碘盐食用率未达到 90%。盐碘是评估碘强化政策执行效果的关键指标,直接反映人群碘摄入的主要来源是否达标。但其局限性在于无法反映个体实际摄入量及非盐来源的碘摄入。

2.2 尿碘 人体内的碘主要以尿液的形式排出,在相对稳定的条件下,人体排出的碘约等于摄入的碘,其数值能够反映近期的碘营养状态^[7]。依据《尿中碘的铈铈催化分光光度测定方法》(WS/T 107—2016)和《碘缺乏病及其消除的评估指南》(GB 16006—2008)的相关标准,儿童/成人尿碘中位数(MUI)低于 100 $\mu\text{g/L}$ 表示碘摄入不足,100~199 $\mu\text{g/L}$ 表示碘摄入适宜,200~299 $\mu\text{g/L}$ 表示碘摄入超过适宜量,达到或超过 300 $\mu\text{g/L}$ 则表示碘摄入过量。2022 年全国监测数据显示,我国部分省份的碘营养状况值得关注,山西、江苏、安徽、河南 4 省的儿童 MUI 均超过 300 $\mu\text{g/L}$,处于碘过量水平;同时,山西、内蒙古、江苏、安徽、河南 5 省的孕妇 MUI 均高于 250 $\mu\text{g/L}$,已超过适宜量。这表明上述省份存在明确的碘过量公共卫生问题。尿碘是评价个体近期碘营养状况的直接生物标志物,具有较高的时效性。然而,单次尿碘受膳食、饮水等因素影响,需多次采样或结合其他指标综合判断。

2.3 水碘 水碘是评估外部环境碘状况的有效指标,判断生活环境是否缺碘的主要依据是居民饮用水中的碘浓度^[8]。根据《碘缺乏地区和适碘地区的划定》(WS/T 669—2020)和《水源性高碘地区和高碘病区的划定》(GB/T 19380—2016)的相关规定,居民饮用水水碘中位数 < 40 $\mu\text{g/L}$,被划分为碘缺乏地区; ≥ 40 $\mu\text{g/L}$ 且 ≤ 100 $\mu\text{g/L}$,被认定为适碘地区;若超过 100 $\mu\text{g/L}$,则被认定为水源性高碘地区。2022 年全国水源性高碘地区监测范围由原来的 8 个省扩大至 11 个省,水碘中位数为 56.6 $\mu\text{g/L}$ 。然而,调查发现以行政村为单位供应未加碘食盐的措施在水源性高碘地区尚未得到全面落实,这一问题在新发现的高碘地区尤为突出。水碘作为环境碘的重要指标,为区域碘防治策略

的制定提供基础依据。水碘的局限性在于无法直接反映人体碘营养状况,必须结合个体生物样本和生活方式进行综合评估。

2.4 甲状腺球蛋白(thyroglobulin, TG) 有研究表明^[9],个体尿碘浓度存在很大程度的变异性,仅一次尿碘检测无法反映真实的碘营养状况,仅能代表 24 h 前摄入的膳食碘量。TG 是甲状腺激素的蛋白质前体,是世界卫生组织(WHO)和联合国儿童基金会推荐的碘营养状况指标,这种新的碘营养体内监测指标对碘摄入情况敏感。目前针对 TG 作为碘营养检测指标尚无明确的评价标准。一项针对不同水碘地区 1 208 名成年人的研究显示, TG 浓度与碘营养状况呈正比,因此被认为血清 TG 水平可以作为碘摄入过量的一个有前景的生物标志物。但在使用该参数时应考虑其他因素,特别是甲状腺疾病的存在,其往往会对检测结果的解释带来影响^[10]。TG 作为新兴的碘营养监测指标,能够反映中长期碘摄入变化。然而, TG 的应用尚缺乏统一标准,且易受甲状腺疾病因素的干扰,因此目前多作为尿碘和盐碘的补充指标。

3 碘缺乏、碘过量对人体健康效应的影响

碘摄入量对垂体分泌 TSH 起到调节作用, TSH 的作用几乎涉及机体的所有器官和组织,协调细胞能量代谢与生长发育,确保生命活动有序进行^[11]。还能够调控三大营养物质(蛋白质、脂肪和碳水化合物)的代谢,当甲状腺激素水平异常时,可影响神经系统、循环系统、心血管系统等正常生理活动^[12]。特别是对于孕妇、胎儿、老年人等易感人群,更应该警惕碘摄入量不适所带来的影响^[13]。

3.1 碘缺乏的危害 碘缺乏病是由于自然环境碘缺乏造成机体碘营养不良所表现的一组疾病和危害的总称。当碘供应不足时,甲状腺激素合成减少,机体会通过反馈机制导致 TSH 水平代偿性升高,继而会持续刺激甲状腺滤泡上皮细胞增生,最终导致甲状腺组织体积代偿性增大。对于孕妇而言,其碘需求量相较于其他女性要高出许多,既要满足自身的生理需求,还需满足胎儿的需求。已有研究证实,孕妇碘摄入不足可直接对胎儿发育造成不可逆损害,并且孕妇自身可能出现甲状腺功能减退、甲状腺肿大的情况^[14]。对于胎儿而言,孕妇缺碘严重者,腹中胎儿可能发展为先天性甲状腺功能减退症,表现为生长发育迟缓、智力低下等症^[15];较轻者胎儿可能发展为亚临床性先天性甲状腺功能减退症,仍可能对智力和身体发育产生一定影响^[11]。儿童时期是神经发育与体格生长的关键期,碘缺乏易引起智力障碍、体格发育迟缓及甲状腺体积异常增大,严重影响个体的学习能力和身体发育。有研究显示,缺碘会造成儿童神经发育迟滞,对智力发育造成损伤^[16]。对于成年人来说,当碘摄入持续较低时,

不仅会导致甲状腺肿大的发生,也可能促进甲状腺滤泡细胞的局部增生,导致甲状腺结节形成^[12]。我国一项针对咸宁地区的研究发现,患甲状腺结节的研究对象与未患甲状腺结节的病人的 MUI 存在显著差异,非甲状腺结节组 MUI 低于甲状腺结节组^[10]。目前,我国先后开展了 14 次全国碘营养状况监测,虽整体上已达到碘缺乏消除标准,但缺碘的威胁依然存在。

3.2 碘过量的危害 长期或一次性大剂量摄入碘会对甲状腺自身功能产生显著抑制,导致钠碘同向转运体基因转录和表达减少,抑制甲状腺激素的合成,使甲状腺摄取碘的能力显著下降,增加患甲状腺疾病的风险^[17-18]。对于孕妇和胎儿而言,碘摄入过量往往会干扰甲状腺激素的正常功能,导致孕妇出现甲状腺功能减退或甲状腺肿大。由于胎儿期甲状腺功能尚未成熟,对碘过量的耐受性较低,易发生胎儿自身甲状腺激素合成紊乱,影响胎儿的生长发育速度,出现体格发育迟缓、骨骼发育不良等问题,增加新生儿甲状腺肿大和甲状腺功能减退的发生风险^[19]。对于成人和儿童而言,一项针对陇南市纳入 1 257 名调查对象的研究发现,甲状腺结节患病率在碘缺乏人群中最高,在碘充足人群中最低,并且具有显著的统计学差异^[20]。另一项针对东北地区的研究发现,在碘摄入不足、碘摄入量、碘摄入量 3 个不同碘摄入量地区的队列中,随着碘摄入量的增加,甲状腺功能减退和自身免疫性甲状腺炎的患病率呈现增加趋势^[21]。综上所述,碘摄入量与甲状腺健康呈复杂的剂量-效应关系:一方面,将碘摄入量提升至充足水平,可通过反馈抑制机制降低促甲状腺激素水平,成为甲状腺结节的保护性因素,使甲状腺结节的发生率随之下降^[22];另一方面,当碘摄入远超生理需要时,会促使 TG 等自身抗原的结构发生改变,扰乱内分泌稳态与免疫平衡,碘对甲状腺的保护作用便转化成了危害^[23]。

4 碘缺乏与碘过量的防治措施

截至 2025 年,全球仍有约 15 亿人面临碘缺乏风险,主要分布在亚洲、非洲等地区。中华医学会内分泌学分会的一项横断面研究结果显示,我国 31 个省级行政区中甲状腺功能亢进患病率为 1.22%,甲状腺功能减退患病率为 13.95%^[24]。甲状腺疾病在成年人中普遍存在,总人数超过 2 亿,约占成年人群的 40%。

4.1 碘缺乏与碘过量的预防策略 在预防碘缺乏方面,食盐加碘起着不可或缺的作用。食盐加碘实施后,通过对全球范围内儿童和青少年的监测,发现甲状腺肿大患病率显著下降,儿童智商也得到明显提高,同时发现碘的摄入量与甲状腺相关疾病的发生呈现出“U”型曲线^[25]。此外,碘的补充还可通过饮水和饮食途径实现,通过在饮用水中加入适量碘化钾或碘酸钾以及食用富含碘的食物,可有效提高居民的碘摄入

量^[26]。针对不同对象应采取不同的补碘方式,例如对于孕妇、哺乳期妇女等特殊人群,其对碘的需求量远高于普通成人。除坚持食用碘盐外,建议在医生指导下进行额外补充,以确保胎儿和婴儿的神经发育不受影响。针对碘过量的预防,需采取多层次、系统化的综合策略。一方面,应强化源头监管,可从盐业部门市场检查入手,加强对食盐产销环节的管控,限制非碘盐及不明来源碘产品的市场流通。另一方面,应建立并完善人群碘营养监测体系,定期在社区开展碘营养状况监测,及时评估并预警人群面临的碘缺乏或过量风险,为调整防控策略提供科学依据^[27-28]。对于重点人群实施精准干预,患有桥本甲状腺炎或有甲状腺疾病家族史等对碘敏感的人群,应加强针对性健康教育,指导其严格控制碘摄入,优先选择无碘盐,以降低疾病诱发与加重的风险。

4.2 碘缺乏与碘过量的治疗原则 在治疗上,由于碘缺乏病的病因明确,只要长期坚持科学补碘措施,大多数病症均有望得到显著改善甚至消除。目前,主要的策略包括食品防治、药物防治以及健康教育三大方面。在众多补碘方式中,食盐加碘既是预防手段也是治疗手段,堪称最为便捷、安全且高效的手段^[29]。药物防治主要在特定情况下发挥重要作用,其见效速度相对较快,能够在短时间内迅速提升体内碘水平^[30]。碘过量首要治疗措施为立即限制碘的摄入,随后根据具体情况听从医生的建议对症治疗。值得注意的是,由于机体碘摄入量失衡导致的甲状腺结节与甲状腺肿大,通常需依据结节的性质与功能选择观察、手术切除或放射治疗等方案。若肿大已引发呼吸困难等严重压迫症状,则应考虑手术治疗^[31]。总而言之,大部分由碘摄入异常引发的健康问题,均可通过针对性的治疗措施得到有效控制。

5 总结与展望

我国现行的碘缺乏病防治体系已取显著成效,但碘营养的健康效应呈现复杂的“U”型曲线,绝非简单的“缺乏—补充”问题。当前工作重点在于,通过多渠道、全方位的公众教育,提升对碘缺乏危害的认知,并警惕碘过量风险。在落实层面,需确保合格碘盐的稳定供应与严格质量监管,并引导公众根据自身情况及地域特点科学选用碘盐。同时,在制定区域性干预策略时,必须综合考量孕妇、儿童等重点人群的比例与当地的碘营养监测数据。为构建更为精准、动态的碘营养公共卫生防控体系,未来研究需在监测、策略、机制与方法 4 个层面协同推进。当前监测体系以尿碘和甲状腺体积为主,今后应加强对甲状腺功能、甲状腺自身抗体及 TG 等指标的整合应用,形成更全面的碘营养评估体系。在防控策略上,需针对不同区域和不同生理人群的碘营养状况差异,探索更加精准化的补碘与

限碘方案。在机制层面,应深入揭示碘过量与甲状腺疾病关联的生物学基础,明确碘致甲状腺损伤的阈值,系统阐释其“双刃剑”效应的内在规律。在方法学上,推动环境医学、内分泌学、营养学与人工智能等多学科交叉,构建碘相关疾病风险预测模型,为前瞻性、科学化的公共卫生决策提供技术支撑。

参考文献:

- [1] 傅华. 预防医学[M]. 7版. 北京:人民卫生出版社,2018:289-290.
- [2] 申红梅. 全球碘缺乏病流行现状[J]. 中国地方病学杂志,2005(5):587-589.
- [3] 都杨,刘鹏,范丽珺,等. 世界主要国家和地区食盐加碘概况及人群碘营养状况[J]. 中华地方病学杂志,2022,41(5):397-401.
- [4] 刘燕,于夕娟. 2018—2021年山东省平度市8~10岁学龄儿童尿碘水平监测结果分析[J]. 预防医学论坛,2022,28(9):711-713.
- [5] UNLU M T, AYGUN N, KOSTEK M, et al. Substernal goiter; from definitions to treatment[J]. Sisli Etfal Hastan Tip Bul,2022,56(2):167-176.
- [6] 吉立宾,沈超,杨桂染. 碘与甲状腺疾病的关系[J]. 中国地方病防治杂志,2020,35(2):120-123.
- [7] 连小兰. 碘营养[J]. 中国实用内科杂志,2022,42(8):651-654.
- [8] 任明慧,崔岱. 甲状腺激素代谢物临床研究进展[J]. 南京医科大学学报:自然科学版,2024,44(2):277-280.
- [9] 田荣,杨倩,叶青,等. 2018—2022年昆明市重点人群碘营养状况结果分析[J]. 应用预防医学,2024,30(1):25-28.
- [10] 田翠翠,许娴,虞晨,等. 不同程度的碘高氟地区居民甲状腺疾病的现况调查[J]. 中国地方病防治杂志,2024,39(6):454-458.
- [11] 张忠良,王燕玲,费秀兰,等. 甘肃省碘营养适宜农村地区成年男性碘营养状况及甲状腺功能调查[J]. 中华地方病学杂志,2022,41(4):301-304.
- [12] 杨佩珍,李亚楠,蒲光兰,等. 碘缺乏病防控措施对青海省8县8~10岁儿童智力发育影响[J]. 中国地方病防治,2024,39(6):467-469.
- [13] ABEL M H, CASPERSEN I H, SENGPIEL V, et al. Insufficient maternal iodine intake is associated with subfertility, reduced foetal growth, and adverse pregnancy outcomes in the Norwegian Mother, Father and Child Cohort Study[J]. BMC Med,2020,18(1):211.
- [14] MADAR A A, HEEN E, HOPSTOCK L A, et al. Iodine intake in Norwegian women and men: the population-based tromsø study 2015—2016[J]. Nutrients,2020,12(11):3246.
- [15] 刘兴敏,康龙丽. 碘元素与健康[J]. 西藏医药,2023,44(1):141-142.
- [16] 张萌,崔玉山,刘洪亮. 碘营养监测指标的研究进展[J]. 环境卫生学杂志,2025,15(5):451-458.
- [17] LEUNG A M, BRAVERMAN L E. Consequences of excess iodine[J]. Nat Rev Endocrinol,2014,10(3):136-142.
- [18] WENG W W, DONG M J, ZHANG J, et al. A PRISMA-compliant systematic review and meta-analysis of the relationship between thyroid disease and different levels of iodine intake in mainland China[J]. Medicine,2017,96(25):e7279.
- [19] 李毓龙,付霞,余剑波,等. 简阳地区不同孕期孕妇尿碘检测水平分析[J]. 中国妇幼保健,2020,35(21):3939-3941.
- [20] 王佳蕾,路翔,赵彩芳,等. 甘肃省陇南市人群教育程度及碘营养状况与甲状腺结节的关系[J/OL]. 兰州大学学报:医学版,1-6 [2026-03-26]. <https://link.cnki.net/urlid/62.1194.R.20250825.2138.002>.
- [21] DU Y, LIU P, ZHANG W, et al. Serum thyroglobulin as a biomarker of iodine excess and thyroid disease occurrence in adults[J]. J Trace Elem Med Biol,2023,78:127172.
- [22] HATCH-MCCHESENEY A, LIEBERMAN H R. Iodine and iodine deficiency: a comprehensive review of a re-emerging issue[J]. Nutrients,2022,14(17):3474.
- [23] 徐于秀. 甲状腺功能五项指标联合检测法对甲状腺功能的评估意义[J]. 当代临床医刊,2023,36(6):56-57.
- [24] LI Y Z, BA J M, CHEN B, et al. efficacy and safety of long-term universal salt iodization on thyroid disorders: epidemiological evidence from 31 provinces of mainland China[J]. THYROID,2020,30(4):568-579.
- [25] LIU L X, WANG D D, LIU P, et al. The relationship between iodine nutrition and thyroid disease in lactating women with different iodine intakes[J]. Br J Nutr,2015,114(9):1487-1495.
- [26] 廖敏,刘军,罗兰英,等. 广西食盐加碘与居民碘营养调查[J]. 环境与健康杂志,2024,41(7):604-608.
- [27] 温天良. 2024年南雄市碘缺乏病监测结果分析及防控策略探讨[J]. 食品安全导刊,2025,19(28):75-78.
- [28] 王晓岑,佟丽娟,胡明玮. 持续消除碘缺乏病的综合干预措施研究[J]. 航空航天医学杂志,2019,30(8):995-996.
- [29] 廖敏,罗兰英,陆皓泉,等. 广西汉族和少数民族地区成人膳食碘摄入与碘营养状况分析[J]. 营养学报,2025,47(3):228-233.
- [30] 马志玲. 探讨碘盐在预防碘缺乏病中的应用[J]. 心血管外科杂志:电子版,2019,8(2):35.
- [31] 崔静. 甲状腺肿大补碘就能治愈吗[J]. 食品与健康,2023,35(6):40-41.

收稿日期:2025-09-15;修回日期:2025-11-13

(本文编辑 钟琳)