

DOI: 10.19538/j.nk2022080110

碘 营 养

连小兰

摘要:碘是合成甲状腺激素必需的微量元素。碘营养是指机体的碘营养状态。碘缺乏导致碘缺乏病,导致的多种碘缺乏相关性疾病,包括地方性甲状腺肿、地方性克汀病,以生命头1000 d内生长发育,特别是对脑和神经精神发育的影响最严重。碘过量也有危害。中国经过20余年普遍食盐加碘的措施,碘营养状态目前总体良好,实现了消除碘缺乏病的目标,但妊娠妇女的碘营养状态堪忧,最近调查显示妊娠妇女处于碘适量仅占1/3,碘缺乏比例高达60%,其中中度碘缺乏达26%。因此,目前中国碘缺乏病防治任务远没有结束,情况变得更加复杂,需要更加精细化管理和精准施测。为此,中国颁布了《中国居民补碘指南》和《妊娠甲状腺疾病诊治指南》(第2版),就居民,特别是妊娠哺乳妇女补碘标准、补碘方法、剂量及其评价碘营养状态的方法给予了精准的指导意见。

关键词:碘;碘营养;碘缺乏;碘过量

中图分类号:R151 **文献标识码:**A

Iodine nutrition. LIAN Xiao-lan. Department of Endocrinology, Key Laboratory of Endocrinology of National Health Commission, Peking Union Medical College Hospital, Chinese Academy of Medical Science & Peking Union Medical College, Beijing 100730, China

E-mail: lianlanx@126.com

Abstract: Iodine is an essential trace element for producing thyroid hormones. Iodine nutrition refers to the iodine nutrition status of body. Iodine deficiency leads to iodine deficiency diseases, including endemic goiter and endemic cretinism, especially, the most serious and irreversible impacts on the first 1000 days of life. After more than 20 years of universal salt iodization, iodine nutritional status is generally adequate and iodine deficiency disorders has been eliminated in China. However, iodine nutritional status in pregnant women is worrying. The recent study has shown that iodine adequacy rate in pregnant women is only one-third, and up to 60% of them suffer from iodine deficiency, and 26% of them were with moderate iodine deficiency. Therefore, the task of preventing iodine deficiency disorders in China is far from over, and the situation is getting more complicated, which requires refined management and accurate measurement. In this regard, the Guidelines for Iodine Supplement for Chinese Residents and the Guidelines for the Management of Thyroid Diseases in Pregnancy (2nd Edition) both provide precise guidance on supplementing iodine in residents, especially in pregnant lactating women, concerning the standards of iodine supplementtion, methods and quantities of iodine supplementation as well as the the ways to assess nutritional status.

Keywords: iodine; iodine nutrition; iodine deficiency; iodine excess

碘(iodine)是一种人体必需的微量元素,用于合成甲状腺激素,通过甲状腺激素发挥生理作用,包括调节各种代谢,促进机体的生长和发育,尤其是胚胎发育和胎儿、婴幼儿神经精神发育所必需。碘营养是指机体碘摄入状态以及由此产生的影响。碘缺乏指碘摄入不足,由此引发的各种疾病称为碘

缺乏病。碘缺乏病曾是一个世界性公共健康问题,我国也曾是碘缺乏病的重灾区。经过数十年推广普遍食盐加碘,我国和世界多个国家已从整体上根治了碘缺乏病。但在局地以及高危人群,特别是妊娠、哺乳妇女仍存在不同程度的碘缺乏,对后代,特别是神经系统、智力和精神系统的正常发育构成了潜在的威胁。于此同时,碘摄入过多导致的碘过量也是一个不能忽视的问题。因此,如何保持最佳的碘营养状态,避免由于碘营养异常导致的相关疾

作者单位:中国医学科学院北京协和医学院 北京协和医院内分泌科 中国卫生健康委员会内分泌重点实验室,北京 100730

电子信箱:lianlanx@126.com

病,特别是避免对神经精神发育损害,仍是一个迫切需要解决公共健康的问题。

1 人体对碘的需求

碘主要用于产生甲状腺激素。作为一种甲状腺激素的组分,碘占甲状腺素(thyroxine, T_4)的65%、占三碘甲腺原氨酸(triiodothyronine, T_3)的59%。碘最主要的生理功能是依甲状腺激素作用实现,包括参与细胞、器官的发生、分化,特别是脑和神经精神系统的发育;促进生长发育;调节各种物质的新陈代谢和调节多个器官系统的功能。

人体内的碘绝大部分来自于食物,其次为水,极少来于空气。碘主要从胃肠道吸收,皮肤、黏膜也可吸收。食物中的碘通胃肠道几乎全部吸收入血,然后分布到各个组织中。吸收碘,90%从尿液排出,粪便排出量不足10%。因此尿碘水平能反映近期碘摄入状况。

碘在甲状腺组织的含量最高,总量约为10 mg,即使停止2~3个月的碘供,也能维持甲状腺激素合成所需要的碘量。甲状腺具有高度浓聚碘的能力,通过钠碘转运体将血中碘浓聚在甲状腺内。甲状腺内的碘经过有机化、氧化,然后整合进入甲状腺球蛋白形成一碘甲腺原氨酸(MIT)和二碘甲腺原氨酸(DIT),二者偶联形成 T_4 和 T_3 。在甲状腺滤泡内经过不同时间储存后, T_g 经过蛋白水解,释放甲状腺激素,分泌到循环中。在循环中,甲状腺激素与甲状腺激素结合蛋白结合,将其转运到靶组织发挥生理作用。机体除甲状腺外,唾液腺、胃腺、哺乳期乳腺等甲状腺外组织,也具有浓缩和分泌碘的能力。

人体碘的需求主要以合成甲状腺激素所需要的碘量而定。生活在碘充足地区的成人每日合成甲状腺激素需要的碘量为60~95 μg ,妊娠期间甲状腺激素合成量增加50%,相应碘的需要量增加50~100 μg 。哺乳期的乳腺组织浓聚碘并将碘分泌入乳汁,成为母乳喂养的新生儿惟一碘的来源,因此,哺乳期妇女碘的需求量也相应增加。每日乳汁量500~800 mL,乳汁碘150 $\mu\text{g/L}$,相应需要每日增加碘75~120 μg 。

2 推荐碘摄入量

推荐碘摄入量以满足特定人群97%~98%个体

的需求量为标准而制定的。推荐碘摄入量受年龄、地域及生理状态等因素的影响,不同国家有不同的推荐标准。采用最多的是世界卫生组织推荐的标准。我国于2018年由中华地方病学会、中国营养学会和中华医学会内分泌分会联合颁布了《中国居民补碘指南》^[1]。世界卫生组织对12岁以上的人(不包括妊娠和哺乳期妇女)推荐碘摄入量每日150 μg 。中国居民补碘指南对14岁以上的人(不包括妊娠和哺乳期妇女)推荐摄入量每日120 μg 。妊娠和哺乳期碘需求量增加,推荐碘摄入量也相应增加,世界卫生组织对妊娠、哺乳期妇女的推荐每日摄入量为250 μg 。我国居民补碘指南对妊娠妇女推荐碘摄入量每日230 μg ,哺乳妇女推荐碘摄入量每日240 μg 。见表1。

表1 WHO和中国居民膳食指南的推荐碘摄入量($\mu\text{g/d}$)

WHO		中国居民膳食指南[1]	
年龄段	推荐碘摄入量 ($\mu\text{g/d}$)	年龄段	推荐碘摄入量 ($\mu\text{g/d}$)
0~5岁	90	0岁~<0.5岁	85
		0.5岁~<1岁	115
6~12岁	120	1岁~<14岁	90
12岁以上	150	≥14岁	120
孕妇	250	孕妇	230
哺乳妇女	250	哺乳妇女	240

碘的摄入不是越多越好,机体对碘的摄入也是有上限的。不同年龄和地区制定的碘可耐受最高摄入量不同,《中国居民补碘指南》推荐的耐受最高摄入量为600~1000 $\mu\text{g/d}$ 。

3 碘营养及其判定标准

碘营养是评估碘摄入量多少及其产生的影响。由于摄入碘吸收后90%从尿液排出,因此,尿碘水平能反映碘摄入量,故目前多用尿碘浓度反映碘营养。除尿碘浓度外,还有其他一些指标也用于碘营养状态的评估,包括甲状腺肿率、新生儿TSH筛查阳性率、甲状腺容积和血清碘。值得注意的多数指标只适用于评估群体的碘营养状态,不适于个体碘营养评估。

碘营养状态的判定标准,现阶段采用的是世界卫生组织(WHO)、联合国儿童基金会(UNICEF)和国际控制碘缺乏病理事会(ICCID)提出的评价标准,以尿碘中位数评价人群的碘营养状态。分为碘适宜、碘缺乏和碘过量等类别。碘适宜状态为儿童

和成人尿碘中位数 100~199 $\mu\text{g/L}$, 妊娠妇女 150~249 $\mu\text{g/L}$, 哺乳妇女 $\geq 100 \mu\text{g/L}$, 详见表2。

表2 WHO/UNICEF/ICCIDD推荐的
人群碘营养状况的评定标准^[1]

人群	尿碘中位数($\mu\text{g/L}$)	碘营养状况
<2岁婴幼儿	≥ 100	适宜
儿童和成人	<20	严重碘缺乏
	20~49	中度碘缺乏
	50~99	轻度碘缺乏
	100~199	适宜
	200~299	大于适宜量
	≥ 300	碘过量
妊娠妇女	<150	碘缺乏
	150~249	适宜
	250~499	大于适宜量
	≥ 500	碘过量
哺乳妇女	≥ 100	适宜

4 碘营养异常的危害

碘营养异常的危害包括碘缺乏和碘过量2个方面。

4.1 碘缺乏的危害 碘缺乏指碘摄入量不足。碘缺乏病(iodine deficiency diseases)指人群碘缺乏引发的一系列病症,包括地方性甲状腺肿、地方性克汀病以及由于碘缺乏导致的流产、死产、先天性畸形(见表3)。碘缺乏引起最严重的病症是脑损伤和不可逆性的精神发育迟滞。

碘缺乏病的轻重受碘缺乏的程度、发生的时间和人体的反应等因素影响。缺乏程度越重。年龄越小影响越重。尤以生命的头1000 d最关键。胎儿期和新生儿期重度碘缺乏是导致地方性克汀病最主要的原因。这个阶段即使是轻中度的碘缺乏也是可能对脑神经精神系统发育造成不可逆的损害,有些损害即使之后补足碘也无法纠正。

新近研究显示孕期轻中度碘缺乏与其生育力下降。胎儿生长受限、早产、先兆子痫发生增加有关^[2]。该研究系列发现,孕期母亲碘摄入量低于估计平均需要量($<160 \mu\text{g/d}$),与孩3岁时语言延迟、行为问题和精细运动能力下降有关^[3]。该研究还发现,母亲孕期碘摄入轻中度不足($<122 \mu\text{g/d}$)、碘缺乏中度缺乏($67 \mu\text{g/L}$),孩出生后即使生活在碘充足状态,其8~9岁时计算和识字能力低与母亲缺碘有关,这种低能到15岁时仍不能纠正。同时发现在对母孕期碘摄入不足与孩8岁时注意力不集中多动症(attention-deficit hyperactivity disease, ADHD)发生风险增加有关^[4]。

造成碘缺乏病的原因是自然环境缺碘,中国大部分区域处于碘缺乏地区,不人为补碘是无法避免碘缺乏发生的。而通过进食海产品补碘,由于进食频率低,进食量波动大,不能实现稳定补碘。妊娠哺乳妇女由于需求量增加较男性更易发生碘缺乏。

表3 碘缺乏病对人的危害^[1]

人生阶段	碘缺乏病的危害
胎儿期	流产、先天畸形、死产、克汀病、围产期死亡率增加,甲状腺肿、甲状腺功能减退
新生儿期	新生儿甲状腺肿、新生儿甲状腺功能减退、克汀病、死亡率增加、甲状腺对核辐射易感性增加
儿童和青少年	甲状腺肿、精神功能受损、体格发育迟缓、甲状腺功能减退、甲状腺对核辐射易感性增加
成人	甲状腺肿及其相关并发症、甲状腺功能减退、精神功能受损、老年阶段出现自发甲状腺功能亢进、碘致甲状腺功能亢进、甲状腺对核辐射易感性增加

4.2 碘过量的危害 正常甲状腺能适应和耐受不同的碘水平。在急性碘过量时触发正常甲状腺的碘阻滞效应(the Wolff-Chaikoff effect),引发一时性抑制甲状腺激素的合成和释放;当碘过量持续存在时,正常甲状腺能从碘阻滞效应中逃逸出来,恢复甲状腺激素的合成和释放。由此,维持正常的甲状腺激素合成和释放。

当甲状腺自身存在异常或疾病时,甲状腺对碘过量的调节能力受到损害。由此,可引发碘过量相

关的甲状腺疾病。包括甲状腺功能减退、甲状腺自身免疫病、碘致甲状腺功能亢进症等。中国研究发现低碘和高碘二者在孕早期都增加甲减的风险,尿碘140~249 $\mu\text{g/L}$ 与理想甲功有关,对妊娠哺乳和年轻婴儿碘摄入安全上限尚没有定义好。

造成碘过量的原因包括服用或使用含碘药物,如胺碘酮、含碘造影剂;水源性高碘及食用过多的高碘性食物,如使用大量的海带或海菜。食用现行推行的加碘盐不会导致碘过量^[5]。

5 我国碘营养的现状及其面临的问题

我国曾是碘缺乏病较为严重的国家。20世纪70年代,全国除上海市外,均有碘缺乏病流行,地方性克汀患者达25万。20世纪90年代实施普遍食盐加碘政策前,全国有1778个县有碘缺乏病流行,其中地方性克汀病患者高达18.8万。自1993年推行普遍食盐加碘政策后,碘缺乏病得到了广泛的控制,2015年我国实现了消除碘缺乏病的目标。2020年4月公布我国31个省市18岁以上成人碘营养状态的研究显示当前我国成人总体处于碘适量状态(尿碘中位数水平177 $\mu\text{g/L}$)^[6]。但是,某些特定人群,特别是妊娠和哺乳妇女碘缺乏仍然是存在的,这也是最令人担忧。2020年3月我国在国际上发表最新研究显示:对31个省妊娠妇女碘营养状态的评估结果妊娠妇女总体处于轻度碘缺乏状态,总体尿碘中位数水平146 $\mu\text{g/L}$,其中碘适量只占31.39%,碘缺乏达51.6%,中度碘缺乏高达26.94%,碘过量只占2.27%,随妊娠时间延长,碘缺乏程度逐步加重^[7]。因此,我国碘缺乏病的防治仍然是任重道远,远远没有结束,特别是需要关注妊娠哺乳期妇女碘营养状态和对后代的影响,及其防控措施。

6 指南推荐

我国对碘营养及其相关疾病的防治一直高度重视。除政策法规方面,还给出了具体的指导意见。最新公布的《中国居民补碘指南》是由中华医学会地方病分会、中国营养学会和中华医学会内分泌分会共同制定于2018年5月发布^[1]。对补碘的标准、评价方法和食物碘含量进行了详细的介绍。对大众科学适量补碘提供了细化、可实施的方法。2019年8月又由中华医学会内分泌分会和中华医学会围产医学分会发布了《妊娠和产后甲状腺疾病诊治指南》(第2版),其中对妊娠期碘营养进行专门的指导。对补碘剂量、方式和补碘开始时间及其评估方法和益处进行了指导。推荐备孕、妊娠和哺乳妇女每日保证碘摄入至少250 μg (推荐级别A);推荐根据不同地区制定不同的补碘策略,缺碘地区,如果每天食用加碘盐,妊娠期不用额外补充碘剂;如果不食用加碘盐,需要额外补碘150 μg ,推荐补碘以补碘化钾为宜或补含有同等剂量的含碘化钾的

复合维生素。推荐补碘最佳开始时间为孕前至少3月(推荐级别A);而妊娠和哺乳期补碘每日 $>500 \mu\text{g}$,可导致胎儿甲减的风险(推荐级别C)。如果评价妊娠妇女群体碘营养状态,指南推荐单次尿碘浓度与尿肌酐的比值(UIC/Ucr)优于单次UIC(推荐级别B)^[8]。

总之,碘营养在我国不是一个过去的话题,它仍然是一个对国人,特别是对妊娠妇女及其后代身心健康,特别是对脑及神经精神发育构成危害的重大公共卫生问题,仍需要对碘缺乏病进行不懈的斗争。

参考文献

- [1] 中华医学会地方病学分会,中国营养学会,中华医学会内分泌学会. 中国居民补碘指南[M].北京:人民卫生出版社,2018:1-33.
- [2] Marianne HA, Ida HC, Verena S, et al. Insufficient maternal iodine intake is associated with subfecundity, reduced foetal growth, and adverse pregnancy outcomes in the Norwegian Mother, Father and Child Cohort Study [J]. BMC Med, 2020, 18 (1):211.
- [3] Marianne H, Ida HC, Helle MM, et al. Suboptimal maternal iodine intake is associated with impaired child neurodevelopment at 3 years of age in the norwegian mother and child cohort study [J], J Nutr, 2017, 147 (7):1314-1324.
- [4] Marianne HA, Ragnhild EB, Ida HC, et al. Language delay and poorer school performance in children of mothers with inadequate iodine intake in pregnancy: results from follow-up at 8 years in the Norwegian Mother and Child Cohort Study [J]. Eur J Nutr, 2019, 58(8):3047-3058.
- [5] Susanne D, Michael BZ, Tomislav J, et al. Universal salt iodization provides sufficient dietary iodine to achieve adequate iodine nutrition during the first 1000 days: a cross-sectional multicenter study [J] J Nutr, 2018, 148 (4): 587-598.
- [6] Yongze L, Di T, Jianming 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.
- [7] Lichen Y, Min L, Xiaobing L, et al. Evaluation of iodine nutritional status among pregnant women in China [J]. Thyroid, 2020, 30 (3): 443-450.
- [8] 《妊娠和产后甲状腺疾病诊治指南》(第2版)编撰委员会,中华医学会内分泌学会,中华医学会围产医学分会. 妊娠和产后甲状腺疾病诊治指南(第2版)[J]. 中华内分泌代谢杂志, 2019, 35(8):636-665.

2022-03-03 收稿