

湖南江永县乡镇食盐使用环节中碘含量合格率

廖建华

江永县疾病预防控制中心 湖南永州 425400

[摘要] 碘是人体制造甲状腺素必需的元素。甲状腺素通过调控复杂的信号转导网络在各种细胞过程中发挥重要作用。碘的摄入需要经过严格的控制, 因为碘摄入不足会导致碘缺乏症, 如地方性呆小症、先天性畸形、甲状腺肿, 但是碘摄入过多也会导致如下疾病: 甲亢、甲状腺功能低下或碘中毒。由于地质条件, 我国有很多地方的碘含量不足, 比如河北东北以及上海和广东。为解决这个问题建国后我国在很多地区施行了食盐加碘。然而碘在食盐的生产和销售过程中有很大的损耗。因此在食盐的生产环节、流通环节以及使用环节对碘含量的监控是特别重要的。本文测定了使用环节中食盐碘含量的合格率。我们从湖南省江永县五个乡镇居民家中采集了 302 份食用盐样品, 并用中华人民共和国国家标准制盐工业通用实验方法方法测定了样品中的碘含量。依据国家食用盐加碘量标准(第三次调整), 实验结果显示湖南省江永县五个乡镇的食盐碘含量(使用环节)合格率为 83.11% (CI95%:78.88%–87.34%)。其中精制盐的碘含量合格率(91.96%, CI95%: 88.18%–95.74%)明显高于海藻盐(66.06%, CI95%:56.87%–75.17%)。进一步数据分析显示碘含量合格率存在着明显乡镇差异: 比如桃川镇的合格率为 66.67% (CI95%: 54.74%–78.6%) 而消浦镇的合格率为 96.6% (CI95%:92.13%–101.21%)。因此, 我们认为, 碘含量合格率存在着种类差异和乡镇差异, 上述实验结果也为在使用环节中监测食盐碘含量提供了第一手数据和线索。

[关键词] 盐碘; 碘含量合格率; 精制盐; 海藻盐; 食盐使用环节

[中图分类号] R155.5

[文献标识码] A

[文章编号] 1674-9561 (2017) 05-001-03

碘是一种化学元素, 其原子序数 53 原子符号是 I。这个名字来源于希腊文, 意思是紫色, 因为碘蒸气颜色是紫色^[1]。在标准条件下, 碘是一种蓝黑色固体并具有金属光泽。碘的熔点是 113.7℃, 但是它可升华成有毒的紫粉红色气体。它可以与许多元素生成化合物并具有一定的金属光反射率, 但是比其他卤族元素的活力要低。元素碘是微溶于水, 在 20℃ 下, 1 克碘可溶解在 3450 毫升水中, 在 50℃ 下, 1 克碘可溶解在 1280 毫升水中。在常温下, 加入碘化钾可以增加碘的溶解性, 因为它们可以形成三碘化物离子。碘在非极性溶剂如己烷和四氯化碳中的溶解度更高^[2]。碘在极性溶液是棕色的, 反映出碘在这些溶剂中的路易斯碱作用; 而碘在非极性溶液是紫色的, 反映出碘蒸气的颜色。在极性溶剂中, 碘形成电荷转移络合物, 从而修改了碘的分子轨道的能量分布, 并因此改变了碘的颜色^[3]。

人体碘的天然来源包括海鲜, 如鱼, 海藻(例如海带)和贝类, 乳制品, 蛋。除此之外, 碘盐也是碘的重要来源。碘的摄入量存在大的地区差异, 如在美国碘摄入量是 190 到 300 微克/天。而在日本, 以前碘摄入量是 5,280 到 13,800 微克/天。这是由于日本人经常食用海藻海带, 以及海鲜中提取的汤料, 甚至薯片。然而, 新的研究表明, 日本人的碘摄入量接近 1000 到 3000 微克/天。因此, 在日本碘的耐受最高摄入限制为成人 3000 微克/天。有一些报道说, 大量海带摄入已经影响到日本人的健康。碘强化程序(例如, 加碘盐)实施之后, 过量碘致甲状腺功能亢进症已经有所报道。这种症状主要发生在 40 岁以上的人群^[10-12]。

1 碘缺乏与加碘盐

1.1 碘缺乏

碘是人体甲状腺合成甲状腺激素所必需的元素。虽然现在全球三分之二的家庭已经食用加碘盐, 但是世界上仍有约 20 亿人缺碘。碘缺乏人群主要生活在没有海洋食物的偏远的内陆地区以及半干旱赤道气候地区。缺碘会引起甲状腺功能减退症, 其中症状包括: 极度疲劳、甲状腺肿大、精神迟缓、抑郁、体重增加以及低基础体温。碘缺乏症是可以预防的智力残疾的首要原因。碘加入食盐后, 碘缺乏症在富裕国家基本消失, 但是碘缺乏症在发展中国家仍然是一个严重的公共卫生问题^[13, 14]。

1.2 加碘盐

加碘盐(碘盐)是食盐加入微量的碘元素的各种化合物盐。碘盐的摄入可以预防碘缺乏症。在世界范围内, 碘缺乏影响了约一二十亿人, 是导致智力和发育障碍的原因主要原因之

一。碘缺乏也会导致甲状腺问题, 包括“地方性甲状腺肿”。在许多国家, 碘缺乏是可通过加入少量碘到食盐中来廉价地解决的这个主要的公共卫生问题。在一些地区尤其是在海滨, 碘是食物中自然存在的微量营养原素和膳食矿物质。但是碘在一般地壳相当罕见, 因为碘是所谓的“重”元素。地壳表面化学元素的丰度通常与原子质量成方比。所以在土壤中, 碘的天然水平低并且碘不受蔬菜摄取。因此碘盐提供了人类所需要的微量碘^[15, 16]。

2 研究内容与意义

大部分的中国人口居住在内陆, 远离膳食碘来源。1996 年, 卫生部估计缺碘导致 10 万例中国人智力低下。因此中国政府国有化食盐生产, 并在 60 年代开始加碘食盐。但在上世纪 80 年代市场改革, 导致了私人生产者的非碘盐的普及走私。比如宁夏, 只有 20% 的食用盐是由中国盐业总公司出售。中国政府快速反应并打击走私盐, 建立了 25000 人的盐警队伍来执行食盐专营。食用碘盐在 2000 年普及到 90% 的中国人口。^[17, 18] 但是, 打开包装后, 碘盐中的碘可迅速通过氧化和碘升华的过程中失去其碘含量。^[19] 因此在食盐的使用环节中监测碘含量是极为重要的。本文测定了使用环节中食盐碘含量的合格率。我们从湖南省江永县五个乡镇居民家中采集了 302 份食用盐样品, 并用中华人民共和国国家标准制盐工业通用实验方法方法测定了样品中的碘含量。本研究为在使用环节中监测食盐碘含量提供了第一手数据和线索。

3 研究方法

本研究实验方法依据中华人民共和国国家标准 GB/T13025.8——制盐工业通用实验方法碘的测定。实验方法简述如下:

3.1 精制盐中碘含量的测定

精确称取 10.00 克食盐, 置于 250 毫升碘量瓶中, 加入 50 毫升水溶解, 加入 2 毫升 1mol/L 的磷酸、50g/L 的碘化钾 5 毫升, 用 0.0020mol/L 硫代硫酸钠标准溶液滴定。滴定至浅黄色后, 加入 5 毫升 5g/L 淀粉溶液, 继续滴定至蓝色恰好消失为止, 记录消耗硫代硫酸钠的毫升数 V1。并依据下列公式计算碘含量:

$$W = \frac{V1 \times C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \times 126.90 \times 1000}{6 \times \text{取样量}}$$

3.2 海藻盐中碘含量的测定

海藻盐用氧化还原法: 精确称取 10.00 克食盐, 置于 250 毫升碘量瓶中, 加入 50 毫升水溶解, 加 2 毫升草酸一磷酸混

合液和 1.0 毫升有效氯为 3% 的次氯酸钠溶液，用水洗净瓶壁，放在电炉上加热至刚刚沸腾，立即取下，水浴冷却至 30 摄氏度以下。加入 50g/L 的碘化钾 5 毫升，用 0.0020mol/L 硫代硫酸钠标准溶液滴定。滴定至浅黄色后，加入 5 毫升 5g/L 淀粉溶液，继续滴定至蓝色恰好 v 为止，记录消耗硫代硫酸钠的毫升数 V1。并依据上述公式计算碘含量。

4 结果

4.1 碘含量测定方法的标准曲线

为了检测实验方法的准确率，我们购买了具有三种不同碘含量的标准样品：GBW10006、GBW10007、GBW10008。其中，GBW10006 含有 12 毫克每千克的碘，其不确定度为 2 毫克每千克；GBW10007 含有 24 毫克每千克的碘，其不确定度为 2 毫克每千克；GBW10008 含有 34.5 毫克每千克的碘，其不确定度为 3 毫克每千克。我们用上述方法测定了标准样品中的碘含量。我们对每种标准样品的测定重复了三次，以确定平均值和误差值。实验结果如表 1 所示。

表 1. 标准样品中碘含量的测定

标准样品	标准值 (mg)	测定 1	测定 2	测定 3	平均值 (mg)	SD
GBW10006	12.00	11.31	11.59	11.50	11.47	0.1429
GBW10007	24.00	23.52	23.74	23.54	23.60	0.1217
GBW10008	34.50	34.13	34.44	34.39	34.32	0.1664

实验结果显示，标准样品中碘含量的测定值与标准值差异很小。标准误差分别为：0.1429，0.1217，和 0.1664。这个实验结果表示我们的实验方法和数据的处理基本准确无误。

我们把以上实验数据进行的线性拟合，并得到了标准曲线（如图 1 所示）。

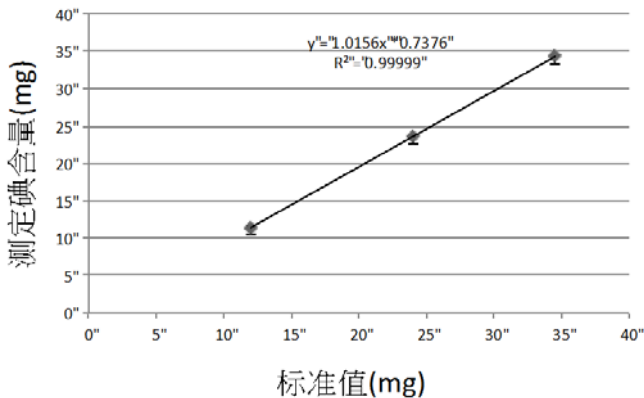


图 1. 碘含量测定方法的标准曲线

如图所示，标准曲线的相关率达到了 0.99999。这表明我们的实验方法是相当可靠的。

4.2 碘盐样品的选择与收集

打开包装后，碘盐中的碘可以迅速通过氧化和碘升华的过程中失去其碘含量。因此为了测定碘盐在使用环节中的碘含量，我们必须从居民家中厨房里采集碘盐样品。作者所在的湖南省永州市江永县处在湖南的最南边与广西交界。本研究从江永县内的五个乡镇（粗石江镇、允山镇、消浦镇、桃川镇、和上江圩镇）居民家中，收集了 302 份食用盐，包括海藻盐 103 份、精制盐 199 份。其中从粗石江镇采集到 60 份食盐样品（45 份精制盐、15 份海藻盐）；从允山镇采集到 62 份食盐样品（42 份精制盐、20 份海藻盐）；从消浦镇采集到 60 份食盐样品（43 份精制盐、17 份海藻盐）；从桃川镇采集到 60 份食盐样品（22 份精制盐、38 份海藻盐）；从上江圩镇采集到 60 份食盐样品（47 份精制盐、13 份海藻盐）；

4.3 使用环节中碘盐的碘含量合格率

我们通过上述实验方法测定的了所有收集到的食盐样品中的碘含量。实验结果如表 2 所示：

表 2. 五乡镇居民家中采集食用盐的碘含量合格率

	样品数	合格数	不合格数	合格率	CI (% 95)
粗石江镇	60	48	12	80.00%	(69.88%, 90.12%)
允山镇	62	56	6	90.32%	(82.96%, 97.68%)
消浦镇	60	58	2	96.67%	(92.13%, 101.21%)
桃川镇	60	40	20	66.67%	(54.74%, 78.6%)
上江圩镇	60	49	11	81.67%	(71.88%, 91.46%)
合计	302	251	51	83.11%	(78.88%, 87.34%)

4.4 海藻盐的碘含量合格率

海藻盐碘含量合格率为 66.06%，CI95%:56.87%-75.17%。

具体结果如表 3 所示：

表 3. 海藻盐碘含量合格率

	样品数	合格数	不合格数	合格率	CI (% 95)
粗石江镇	15	8	7	53.33%	(28.08%, 78.58%)
允山镇	20	14	6	70.00%	(49.92%, 90.08%)
消浦镇	17	16	1	94.12%	(82.94%, 105.3%)
桃川镇	38	23	15	60.53%	(44.99%, 76.07%)
上江圩镇	13	7	6	53.85%	(26.75%, 80.95%)
合计	103	68	35	66.02%	(56.87%, 75.17%)

4.5 精制盐的碘含量合格率

精制盐碘含量合格率为 91.96%，CI95%: 88.18%-95.74%。具体结果如表 4 所示：

表 4. 五乡镇居民家中采集食用盐的碘含量合格率

	样品数	合格数	不合格数	合格率	CI (% 95)
粗石江镇	45	40	5	88.89%	(79.71%, 98.07%)
允山镇	42	42	0	100.00%	(100%, 100%)
消浦镇	43	42	1	97.67%	(93.16%, 102.18%)
桃川镇	22	17	5	77.27%	(59.76%, 94.78%)
上江圩镇	47	42	5	89.36%	(80.54%, 98.18%)
合计	199	183	16	91.96%	(88.18%, 95.74%)

5 讨论

食盐的专营制度在中国存在了很长的时间。现在中国的食盐生产和销售也是有区域限制的。因此碘盐中的碘含量存在地区差异是可以理解的。但是本研究发现即使是在同一个县的不同乡镇之间，食盐中的碘含量也存在显著差异（表 2）。比如桃川镇的合格率为 66.67%（CI95%: 54.74%-78.6%）而消浦镇的合格率为 96.6%（CI95%:92.13%-101.21%）。由于中华人民共和国对食盐实行专营管理，由各级盐业公司统一经营，实行生产加工、储运、批发、零售许可证制度，同一县城中食盐的生产环节和流通环节应该是一样的，即食盐的来源应该是一致的。那为什么本研究发现在同一县城的不同乡镇居民家中采集到的食盐（使用环节）中的碘含量有限住差异呢？这种乡镇差异是怎么产生的呢？导致这种差异的原因是存在于生产环节、流通环节还是使用环节呢？在合格率较低的乡镇中是否存在私盐的销售呢？由于乡镇中的大型商店相对较少，这种乡镇差异是否说明有些乡镇的大型商店对食盐的保存不善呢？要回答这些问题我们需要更多的食盐销售和流通数据。也需要更多的后续研究。

本研究发现精致盐与海藻盐的碘含量合格率存在显著差异。精制盐的碘含量合格率（91.96%，CI95%: 88.18%-95.74%）明显高于海藻盐（66.06%，CI95%:56.87%-75.17%）。导致这种差异的可能原因如下：第一，精致盐与海藻盐的生产方式是不一样的。海藻盐中可含有杂质较高，并含有高达 20% 的有机碘。这种复杂的成分以及杂质可能会导致碘的稳定性降低。从而导致海藻盐中碘的损耗要高于精制盐。第二，本研究中对精制盐和海藻盐的碘含量测定方法不一样。由于碘的形式在这两种盐中不一样，本研究采用直

（下转第 5 页）

表 3. 对比两组病患血液和腹水白细胞治疗前和治疗后的变化情况 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	治疗前		治疗后	
		WBC ($\times 10^9/L$)	腹水白细胞 ($\times 10^9/L$)	WBC ($\times 10^9/L$)	腹水白细胞 ($\times 10^9/L$)
观察组	60	6.81 \pm 7.22	328.65 \pm 127.35	3.1 \pm 1.6*	87.66 \pm 64.23*
对照组	60	6.71 \pm 3.86	321.65 \pm 132.43	6.8 \pm 2.9	152.75 \pm 65.22

注:与对照组比较 * $P < 0.05$ 。

2.3 随访结果

观察组复发例数 9 例 (15.00%) 远远低于对照组 20 例 (33.33%), 两组比较 ($P < 0.05$); 观察组肝功能稳定例数 49 例 (81.67%) 却远远高于对照组 31 例 (51.67%), 两组比较 ($P < 0.05$), 详细数据见表 4。

表 4. 对比两组随访结果 (n, %)

组别	例数	复发例数(n)	比例 (%)	肝功能稳定 (n)	比例 (%)
观察组	60	9	15.00	49	81.67
对照组	60	20	33.33	31	51.67
χ^2			14.852		24.309
P			< 0.05		< 0.05

3 讨论

肝炎肝硬化病患由于免疫力功能明显减低, 一旦发生 SBP 后, 会受到多种因素的影响, 对其进行细菌培养的阳性率非常低, 但是经过相关研究显示^[3]: 在对该类病患实施治疗中, 应用对肝肾影响较小且药效强大的第三代头孢抗菌药物 (罗氏芬), 但必须做到足量和足疗程的应用原则, 才能取得较为理想的治疗效果, 如若对病患采用药效较弱的抗菌药物, 不但得不到预期的效果, 还能使病患的病情加重, 甚至丧失对病患实施救治的机会。

舒普深药物对肠道细菌以及产生的霉菌具有较强的消灭功效, 因此该药物可以作为治疗肝炎肝硬化合并 SBP 较为理想的应用药物^[4], 在治疗中只有对病患加强治疗, 并做到应用该药物的用药原则, 通常情况下是不会发生霉菌感染, 因此该药物应用具有安全性较高的特点。

当肝炎肝硬化病患腹部发展至中量或者大量腹水时, 同

时并发 SBP 后, 病情会发生急剧的恶化, 甚至会出现反复发作为, 目前临床上治疗该类病患的难度较大。目前, 临床上对肝炎肝硬化并发腹水 (感染性) 的处理方式, 当下主要依靠穿刺放液, 而该种方式的作用机制为^[5]: ①将腹水抽取后, 会清除一定量的细菌和细菌产生的毒素; ②减少腹水后, 可以有效提升病患全身或者局部抗菌药物的浓度, 促使提升药物的作用能力; ③减少腹水可以有效缓解病患的腹腔压力、改善病患肾脏的血液循环, 以此来达到尿量增多的主要目的, 同时还能及时的改善病患的不适感。

本次研究结果显示, 观察组抗感染治疗 21d 后腹水消退迅速且黄疸症状明显缓解, 远远优于对照组治疗 14d 病患, 特别是当在 1 年后的随访结果: SBP 的复发率以及肝功能稳定情况远远的优于对照组, 故采用该种治疗方式 (观察组治疗方式) 的成果显著, 以上阐述均在本次研究结果中所证实。

综上所述, 对肝炎肝硬化并发自发性细菌性腹膜炎应用积极支持治疗+舒普深抗感染+放腹水+罗氏芬治疗效果显著, 不仅能降低病患的复发率, 对稳定病患的功能稳定具有积极的意义。

[参考文献]

- [1] 何长伦, 许家璋, 隋云华, 等. 肝炎肝硬化合并自发性细菌性腹膜炎临床分型及诊断探讨 [J]. 中国现代医学杂志, 2002, 1:71-73.
- [2] 病毒性肝炎防治方案 [J]. 中华传染病杂志, 2001, 19:56-62.
- [3] 连建奇, 袁春, 黄长形, 等. 肝硬化并发自发性细菌性腹膜炎的诊断研究现状 [J]. 实用肝脏病杂志, 2005, 2:121-123.
- [4] 汪能平. 肝硬化并发自发性细菌性腹膜炎的诊断与病原治疗 [J]. 实用肝脏病杂志, 2005, 3:169-171.
- [5] 徐哲, 黄长形, 白雪帆. 肝硬化腹水的处理 [J]. 实用肝脏病杂志, 2004, 3:185-190.

(上接第 2 页)

接滴定法来测定精制盐中的碘含量, 但是采用氧化还原滴定法来测定海藻盐中的碘含量。这测定方法的不同可能导致碘含量合格率的差异。第三, 有机碘可能不易测定。现在的实验方法可能无法充分溶解海藻盐中的有机碘, 从而导致海藻盐中的碘含量测定值相对较低。

[参考文献]

- [1] Online Etymology Dictionary, s.v. iodine. Retrieved 7 February 2012.
- [2] Windholz, Martha; Budavari, Susan; Stroumstos, Lorraine Y.; Fertig, Margaret Noether, eds. (1976). Merck Index of Chemicals and Drugs (9th ed.). J A Majors Company. ISBN 0-911910-26-3.

(上接第 3 页)

尼松, 主要是由于大剂量地塞米松用药时间较短, 起效较快且药物副作用较少, 可在短时间内促使患者血小板快速上升, 进而有效改善其临床症状^[6]。

综上所述, 相对于常规剂量泼尼松来说, 大剂量地塞米松一线治疗成人 ITP 的疗效显著, 可有效改善患者血小板水平, 降低不良反应发生率, 值得临床推广应用。

[参考文献]

- [1] 曾雁玲, 林哲耀, 吴登蛟, 等. 大剂量地塞米松对成人免疫性血小板减少症的疗效及安全性观察 [J]. 中国医药科学, 2015, 5(24):198-200.
- [2] 刘慧. 大剂量地塞米松治疗成人特发性血小板减少性紫癜 52

- [3] Greenwood, Norman N.; Earnshaw, Alan (1997). Chemistry of the Elements (2nd ed.). Butterworth-Heinemann. p. 807. ISBN 0-08-037941-9.

- [4] Küpper, F. C.; Feiters, M. C.; Olofsson, B.; Kaiho, T.; Yanagida, S.; Zimmermann, M. B.; Carpenter, L. J.; Luther, G. W.; Lu, Z.; et al. (2011). "Commemorating Two Centuries of Iodine Research: An Interdisciplinary Overview of Current Research". *Angewandte Chemie International Edition* 50 (49): 11598 - 11620.

- [5] Venturi, Sebastiano (2011). "Evolutionary Significance of Iodine". *Current Chemical Biology* -5(3):155-162. doi:10.2174/187231311796765012. ISSN 1872-3136.

例疗效观察 [J]. 中国社区医师 (医学专业), 2013, 15(10):133-134.

- [3] 秦晓铤, 陈立, 谢晓玲, 等. 大剂量地塞米松与大剂量甲基泼尼松治疗成人重症特发性血小板减少性紫癜的近期疗效比较 [J]. 吉林医学, 2012, 33(3):542-543.

- [4] 李淑美, 郝云良, 杨水个. 大剂量地塞米松和常规剂量泼尼松治疗成人免疫性血小板减少症的临床研究 [J]. 临床血液学杂志, 2014, 27(1):26-28.

- [5] 崔中光, 史雪, 鞠小妍, 等. 大剂量地塞米松与传统泼尼松治疗原发免疫性血小板减少症效果比较 [J]. 青岛大学医学院学报, 2013, 49(6):528-530.

- [6] 谷月丽. 探讨大剂量地塞米松冲击治疗初诊成人 ITP 的疗效和安全性 [J]. 医药论坛杂志, 2015, 36(8):70-72.