

不同浓度碘盐对人群碘营养状况影响的现场试验研究

范义兵 李素梅 陈海婴 袁昆华 鞠国平 李明 李淑华 李秀维
邹乐之 王菁 舒振华

【摘要】 目的 观察不同浓度碘盐对人群碘营养状况影响,寻找适合当地居民食用的盐碘浓度。方法 采用流行病学的现场群组干预试验研究方法,对南昌市 399 户城乡居民共 1099 人,随机分配 4 个组,分别提供含碘浓度为 (6 ± 2) mg/kg、 (15 ± 2) mg/kg、 (24 ± 2) mg/kg、 (34 ± 2) mg/kg 的碘盐,并将其家中原有的碘盐换回。采用单盲法进行 31 天的干预试验。采集受试者干预前及干预后第 27-31 天的一次随机尿样检测尿碘浓度,并进行膳食调查,同时采集干预前受试者实际食用碘盐检测碘含量;采集当地水源水样 8 份,检测水碘含量。结果 当地水碘含量中位数 $3.05 \mu\text{g/L}$, 干预前盐碘浓度为 (36.4 ± 5.4) mg/kg, 碘盐合格率 98.8%; 干预前城区居民尿碘中位数为 $293.6 \mu\text{g/L}$, 农村居民尿碘中位数为 $508.8 \mu\text{g/L}$ 。干预后第 27、28、29、30、31 天各组人群尿碘中位数不同日期之间的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。干预后第 28 天 4 个干预组的尿碘中位数: 城区分别为 97.2 、 198.6 、 249.4 和 $330.7 \mu\text{g/L}$, 农村分别为 100.5 、 193.0 、 246.3 和 $308.3 \mu\text{g/L}$ 。结论 当地属于缺碘地区,居民普遍食用合格碘盐,尿碘水平偏高;适宜当地居民食用的碘盐含碘浓度为 $15-25 \text{ mg/kg}$ 。

【关键词】 碘缺乏病; 碘营养; 碘盐; 尿碘

A field trial study on the influence of different salt iodine concentration on urinary iodine excretion among the target population FAN Yi-bing*, LI Su-mei, CHEN Hai-ying, YUAN Kun-hua, JU Guo-ping, LI Ming, LI Shu-hua, LI Xiu-wei, ZOU Le-zhi, WANG Jing, SHU Zhen-hua. *Nanchang Center for Disease Prevention and Control, Nanchang 330006, China

Corresponding author: LI Su-mei, Email: lisumei@icdc.cn The Institute of Communicable Disease Control and Prevention, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 102206, China

【Abstract】 **Objective** To evaluate the influence of different salt iodine concentration on urinary iodine excretion among the target population and to determine the appropriate level of salt iodization to the local people. **Methods** In the 31-day random control trial, 1099 subjects from 399 families were randomly distributed into four groups and were supplied with iodized-salt with different iodine concentration of (6 ± 2) mg/kg, (15 ± 2) mg/kg, (24 ± 2) mg/kg and (34 ± 2) mg/kg, respectively. The original family salt was retrieved, whose iodine content was determined in those subjects' families with single-blind method. Baseline survey was conducted including salt and urinary iodine of the subjects. From the 27th day after the intervention, the urinary samples of the subjects were continuously collected for 5 days and urinary iodine was tested respectively. Meanwhile, daily meal investigation was conducted to evaluate the influences originated from food. **Results** The median of local water iodine content was $3.05 \mu\text{g/L}$ and the average salt iodine concentration was (36.4 ± 5.4) mg/kg while 98.8% of the household consumed sufficient iodized-salt. The medians of baseline urinary iodine of the subjects were $293.6 \mu\text{g/L}$ in city, and $508.8 \mu\text{g/L}$ in the countryside. The urinary iodine medians of four groups in the day of 28th after intervention were $97.2 \mu\text{g/L}$, $198.6 \mu\text{g/L}$, $249.4 \mu\text{g/L}$, and $330.7 \mu\text{g/L}$ respectively in the city group, while they were $100.5 \mu\text{g/L}$, $193.0 \mu\text{g/L}$, $246.3 \mu\text{g/L}$ and $308.3 \mu\text{g/L}$ separately in the countryside group. There was no statistically significant differences among the medians of urine iodine in the 27th, 28th, 29th, 30th and 31st day after intervention ($P > 0.05$). **Conclusions** The target areas were with iodine deficiency which possessed high coverage of qualified iodized-salt at household level. The average urinary iodine level of the subjects was slightly higher than the standard level, according to the baseline survey. The intervention trail showed that the salt iodine concentration of $15-24 \text{ mg/kg}$ was sufficient to the local people.

【Key words】 Iodine deficiency disorders; Iodine nutrition; Iodized-salt; Urine iodine concentration

作者单位: 330006 江西省南昌市疾病预防控制中心(范义兵、陈海婴、李明、王菁、舒振华); 中国疾病预防控制中心传染病预防控制所(李素梅、李淑华、李秀维); 江西省安义县疾病预防控制中心(袁昆华); 南昌市洪都卫生防疫站(鞠国平); 南昌市卫生监督所(邹乐之)

通讯作者: 李素梅, Email: lisumei@icdc.cn

我国是受碘缺乏严重威胁的国家之一,通过采取以全部食用盐加碘为主的综合性防治措施,在整体上已实现了消除碘缺乏病的阶段目标^[1]。随着以碘盐为主的综合性碘摄入量的增加以及一些地区伴随某些甲状腺疾病发病率增高现象的出现^[2],因地制宜科学补碘越来越引起人们的重视。如何调整碘盐浓度需要得到科学研究数据的支持。总体来讲,反映碘营养状况的直接指标包括每日碘摄入量(食物、饮水、空气等)和一些生化指标如尿碘、发碘、血碘等。但每日碘摄入量很难计算,所以一般采用生化指标,而大量研究认为,从群体角度尿碘平均水平能够反映该人群的碘营养水平,单独一个尿碘指标已经作为碘缺乏病监测中反映人群碘营养状况的公认指标^[3]。我们通过不同浓度的碘盐对人群碘营养状况影响的干预研究,旨在探讨适合当地居民食用的盐碘浓度。

对象与方法

1. 研究对象:目标人群为南昌市城乡居民。干预人群应与目标人群相同,样本能够完全代表总体。但是由于干预人群必须有良好的依从性,且便于实施干预措施,所以样本的选择不能做到完全随机。城市人群选在南昌市城区的青云谱区洪都社区;农村选在较偏远的安义县黄周镇黄洲村。为了保证研究对象中儿童的数量,选择调查地区的学校中将7~12岁学龄儿童的家庭所有在一起用餐的家庭成员作为研究对象。

2. 研究方法:

(1) 干预方法:应用流行病学的现场群组干预试验方法^[4],对入选的所有家庭成员(共同进餐)采用调查表对一般项目进行登记,采集一次随机尿样,检测碘含量,并对其家中现有碘盐采样检测盐碘含量;询问通常家里有几口人在一起用餐?一斤(500 g)盐用于烹调食物时大概能用多少天?由此推算每人每日摄入食盐量。将城区组和农村组的研究对象分别随机分成4个干预组,并提供由国家碘缺乏病参照实验室按照质控样品的要求制备的含碘浓度为(6±2)mg/kg(A组)、(15±2)mg/kg(B组)、(24±2)mg/kg(C组)、(34±2)mg/kg(D组)的碘盐供其食用,并将其家中原有的碘盐换回;每星期对被干预对象进行电话或上门随访一次,确保食用的是配给的盐;让所有研究家庭食用配给特定浓度的碘盐 27

天后,连续5天采用粗略膳食调查表对家庭膳食开始逐日的填表调查。并连续5天采集所有研究成员的一次随机尿样;采集当地不同水源水样,检测水碘含量;收集当地地理和水文资料、碘盐供应情况、碘缺乏病的流行历史、现状及控制措施。

(2) 样品保存和实验室检测:①采集当地不同水源水样:采样的器具均经无碘处理,采集的水样量不少于50 ml。若水源为自来水居民水网末梢水或压把井,则采集时先放水15~30 s后再行采样,4℃冰箱冷藏,水碘含量由国家碘缺乏病参照实验室检测。②采集尿样及盐样:采集尿样的器具经无碘处理,采集的尿样量不少于5 ml,采样后密封尽快放入4℃冰箱冷藏,送到国家碘缺乏病参照实验室检测碘含量。贮存和邮寄时间不超过14天。盐样用清洁塑料袋保存,保持干燥并送南昌市疾病预防控制中心理化实验室检测。③水碘、尿碘和盐碘检测方法分别为我国卫生部2001年发布的《生活饮用水检测规范》中规定的硫酸铈催化分光光度法、尿碘的铈铈催化分光光度测定方法(WS/T 107-1999)和制盐工业通用试验方法(GB/T 13025.7-1999)中的“碘离子的测定直接滴定法”。使用国家标准物质进行检测质量控制。

3. 统计学方法:采用Epi Info 2002建立数据库,用SAS 8.2软件进行数据统计分析。描述性统计包括尿碘的频数分布、中位数、四分位数间距、变化趋势等。统计推断采用非参数检验统计学方法。

结 果

1. 基本情况:碘缺乏病是南昌市主要地方病之一。据1982年调查,全市地方性甲状腺肿病(地甲病)患病率为1.96%,甲状腺肿大率为5%。1982年开始,逐步在病区乡供应碘盐,并对查出的所有地甲病患者投服碘油胶丸治疗。对病区乡的特需人群(孕妇、育龄妇女、3~14岁儿童)普服碘油胶丸。1995年10月开始,碘盐供应由病区扩大到整个人群。碘盐合格率由起初的81%逐年上升,近10年一直保持在95%以上。1999年全市所有县(区)均实现了消除碘缺乏病的阶段目标。2004年6月份采集了干预现场的8份水样,结果发现水碘均低于10 μg/L(表1)。

2. 干预人群一般状况:总共有399户城乡居民1099人参加了此项研究,最终有效研究对象共384户1050人。失访率城市组为3.9%,农村组为

5.0%,各干预组失访率基本均衡。失访原因主要为外出和中断食用配给的盐(表 2)。

表1 2004 年南昌市碘缺乏病干预现场水碘检测结果

取水地点	水碘含量(μg/L)
黄洲村民家水缸水	2.1
黄洲村民家压水井水 1	2.8
黄周镇潦河水 1	1.5
黄周镇潦河水 2	3.8
黄周镇卫生院井水	4.2
黄周镇村民家压水井水 2	9.9
洪都社区自来水 1	1.5
洪都社区自来水 2	3.3
中位数(M)	3.05

表2 2004 年南昌市碘缺乏病干预现场干预对象的基本情况

组别	户数	性 别			儿童	育龄妇女	其他人
		男	女	合计			
城区							
A	50(48)	62(58)	75(72)	137(130)	51(48)	26(24)	60(58)
B	50(48)	60(56)	85(85)	145(141)	53(51)	28(28)	64(62)
C	49(49)	55(54)	74(72)	129(126)	42(41)	23(23)	64(62)
D	50(48)	56(53)	76(72)	132(125)	45(43)	26(25)	61(57)
农村							
A	50(48)	67(63)	65(62)	132(125)	81(75)	22(21)	29(29)
B	50(48)	76(73)	69(66)	145(139)	92(88)	16(16)	37(35)
C	50(47)	72(66)	70(67)	142(133)	86(81)	20(19)	36(33)
D	50(48)	64(61)	73(70)	137(131)	94(89)	21(20)	22(22)
合计	399(384)	512(484)	587(566)	1099(1050)	544(516)	182(176)	373(358)

注:括号内数值为剔除了失访对象的数据

A、B、C、D 4 组经 χ^2 检验各组之间性别及儿童、育龄妇女和其他人群分布差异无统计学意义($P>0.05$)。调查了 276 户每日食盐摄入量,经方差分析,农村组每日碘盐摄入量明显高于城区组,但城区组和农村组所包含的 A、B、C、D 组之间的差异无统计学意义(表 3)。

表3 2004 年南昌市碘缺乏病干预对象平均每人每日摄入食盐量

组别	户数	平均每人每日摄入食盐量(g)	SNK 两两比较结果
城区			
A	35	8.2	A
B	36	8.1	A
C	29	7.0	A
D	30	7.6	A
农村			
A	32	11.7	B
B	39	11.7	B
C	35	10.2	B
D	40	10.3	B
合计	276	9.5	

3. 干预前有关指标的基线水平:

(1) 盐碘浓度:共检测 384 户碘盐,盐碘浓度 < 20 mg/kg 的有 2 份, > 50 mg/kg 的有 3 份,其余均合

格,合格率 98.8%。干预前各组家庭的盐碘浓度检测结果非常接近,经方差分析检验差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 4。

表4 2004 年南昌市碘缺乏病干预现场干预前各组家庭的盐碘浓度($\bar{x} \pm s$)

组别	户数	盐碘浓度(mg/kg)	组别	户数	盐碘浓度(mg/kg)
城区			农村		
A	48	35.2 ± 5.1	A	48	36.8 ± 4.6
B	48	35.2 ± 6.6	B	48	38.1 ± 6.8
C	49	35.8 ± 5.4	C	47	37.3 ± 4.8
D	48	35.1 ± 3.6	D	48	37.8 ± 4.8
合计		384	合计		384
					36.4 ± 5.4

(2) 尿碘检测结果:干预前尿碘检测结果见表 5。各组人群的尿碘中位数最低为城区 C 组的儿童 231.0 μg/L,最高为农村 A 组的其他人群 582.2 μg/L,经多个样本比较的秩和检验(Kruskal-Wallis 法),各组差异有统计学意义($P<0.01$)。进一步多重比较发现,即城乡之间差异有统计学意义,而不同观察人群之间差异无统计学意义,不同碘盐干预组之间差异也无统计学意义。

表5 2004 年南昌市碘缺乏病干预现场干预前各组人群尿碘浓度检测结果(M, μg/L)

组别	儿童	育龄妇女	其他人群	合计
城区				
A	353.6	242.1	277.6	279.0
B	293.3	331.6	318.1	304.3
C	231.0	340.8	298.7	276.2
D	279.7	250.6	295.2	291.0
农村				
A	456.4	428.1	582.2	493.0
B	518.8	502.5	556.4	518.8
C	510.8	561.0	537.2	531.2
D	472.0	499.4	567.7	498.2

4. 干预后尿碘检测结果:干预后第 27-31 天连续 5 天采集了各组人群的尿样进行检测,尿碘数据均不服从正态分布($P<0.05$),见图 1、2。

(1) 不同采样日期群体尿碘比较:干预第 27-31 天各组人群的尿碘中位数不同日期之间的差异无统计学意义($P>0.05$),尿碘在群体水平上非常稳定,任意取其中一天的数据均可代表干预后第 27-31 天各组人群的尿碘水平。

(2) 不同人群尿碘比较:第 28 天各组人群的尿碘中位数最低为农村 A 组其他人群 92.7 μg/L,最高为农村 D 组其他人群 346.4 μg/L,经多个样本比较

的秩和检验(Kruskal-Wallis法),各组差异有统计学意义($P < 0.01$),多重比较发现,不同浓度碘盐干预组之间差异有统计学意义($P < 0.01$),而不同观察人群之间差异无统计学意义($P > 0.05$),城乡之间差异也无统计学意义($P > 0.05$)。

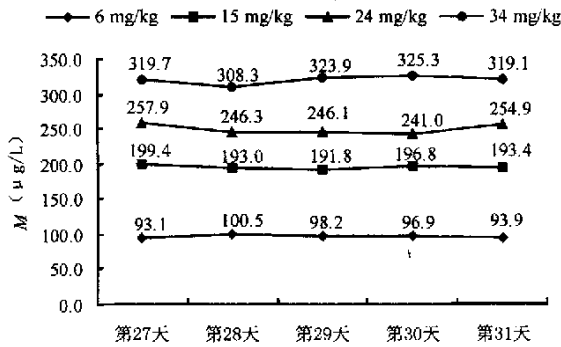


图1 干预后农村地区各组人群尿碘中位数

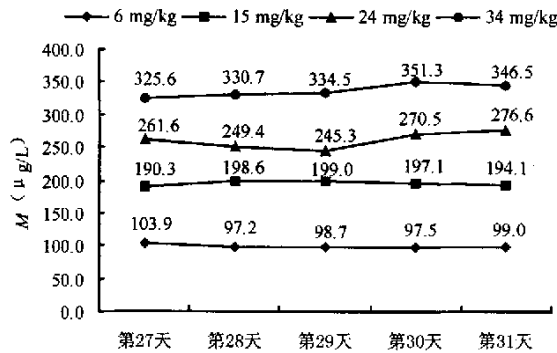


图2 干预后城区各组人群尿碘中位数

表6 干预现场干预第 28 天各组人群尿碘浓度(μg/L)

组别	儿童	育龄妇女	其他人群	合计
城区				
A	106.9	96.2	102.4	97.2
B	174.0	170.3	209.6	198.6
C	251.6	225.0	248.7	249.4
D	336.1	329.4	336.3	330.7
农村				
A	105.2	92.8	92.7	100.5
B	193.7	192.7	192.4	193.0
C	245.2	244.2	247.5	246.3
D	302.1	334.6	346.4	308.3

(3)尿碘频数分布:从图 3、4 可以看出不同碘盐干预组人群尿碘频数分布的特征,不管是城区还是农村, < 100 μg/L 人群所占的比例随着碘盐浓度的增加而降低; > 300 μg/L 的比例随着碘盐浓度的增加而增加;在 100~300 μg/L 之间的百分频数在 15 mg/kg 组和 24 mg/kg 组比较高。

讨 论

1. 当地人群碘营养状况:本次共采集当地 8 份

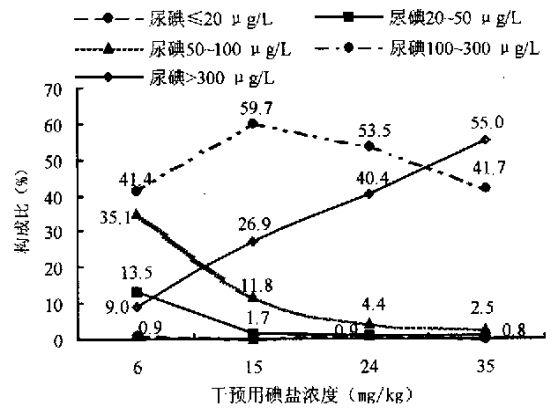


图3 第 28 天农村不同尿碘浓度频数构成比随干预用碘盐浓度变化曲线

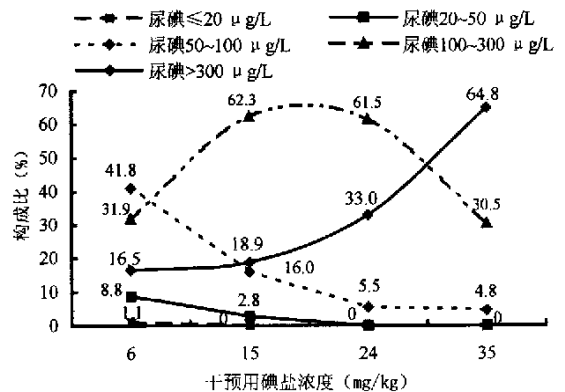


图4 第 28 天城区不同尿碘浓度频数构成比随碘盐浓度变化曲线

水样检测水碘含量(1.5~9.9 μg/L, $M = 3.05$ μg/L)。当地城区居民饮用的自来水均取自赣江,自来水碘含量基本相同,而安义县农村居民的饮用水源有井水和河水,均采样进行检测,基本上可以代表干预点的饮用水源;所以,依据检测结果可以认为当地属于缺碘地区。碘盐合格率 98.8%,属碘盐普及地区。

碘是人体必需微量元素,摄入应适量,其剂量效应呈“U”型曲线关系^[2]。根据世界卫生组织(WHO)提出的以尿碘中位数评估儿童碘营养的流行病学原则,尿碘中位数在 100~300 μg/L 为宜^[5,6]。食盐加碘是针对群体的干预策略,最理想的状态是 95% 的人群尿碘都集中在 100~300 μg/L,但通常很难达到,因为碘盐浓度还没有达到那么均匀,少部分人也会受到膳食中食物的影响,这样会有一些人偏高或者偏低。但如果大部分人在 100~300 μg/L 之间,则补碘是理想的。根据本次调查的数据,干预前当地城区居民尿碘中位数为 293.6 μg/L,其中儿童尿碘中位数 279.4 μg/L;农村居民尿碘中位数为 508.8 μg/L,其中儿童尿碘中位数为 485.3 μg/L。

城区和农村人群的碘营养水平均偏高。当地按照目前国家统一的加碘浓度普及碘盐的策略开展碘缺乏病防治工作,成功地实现了消除碘缺乏病阶段目标。但是,上述结果表明未按科学补碘的要求补碘,必须调整盐碘浓度,使之适宜当地居民食用。本研究的意义即在于探索适宜当地居民食用的盐碘浓度。

2. 适宜当地居民食用的盐碘浓度:确定碘盐中适宜碘浓度时需考虑的因素包括食盐中碘的稳定性及目标人群的适宜补碘水平。WHO/ UNICEF/ ICCIDD 推荐,如果碘盐从出厂到用户的过程中碘损失为 20%,烹调过程中碘损失为 20%,以平均每人每天食用 10 g 碘盐计,那么,碘盐中的碘浓度必须达到 20~40 mg/kg,才能让每人每天摄入 150 μg 的碘,使人群尿碘中位数为 100~300 μg/L 的理想碘营养水平^[7]。但是,实际上碘酸钾性质稳定,其损失量远小于理论值。

本次研究共用了 4 种浓度的碘盐进行现场干预试验,依据以尿碘中位数评估儿童碘营养的流行病学原则,并结合尿碘频数分布情况综合判断,适宜当地居民食用的碘盐含碘浓度为 15~25 mg/kg。目前国家统一规定的含碘浓度(35±15)mg/kg 的碘盐不适合当地居民食用。如果将盐碘浓度降低至 15~25 mg/kg,既可节约加碘成本,又有利于保持人群的适宜摄入量。国外的经验也证明把盐碘浓度调至 15~25 mg/kg 是适当的。瑞士最初使用的是 7.5 mg/kg 的碘盐,典型的地方性克汀病消失了,但“半克汀病”仍存在,碘盐浓度增加至 15 mg/kg 时,碘缺乏病得到了彻底纠正^[8]。我国地域辽阔,跨寒、温、热三带,兼具高山、丘陵、平原和沿海 4 种地形,实施全民食盐加碘有必要考虑地理、气候和人们的

生活习惯等因素的影响^[9]。

3. 值得探讨的问题:本项研究中,农村居民干预前后尿碘差异很大,其原因还有待进一步探讨。另外,由于现场人群中孕妇和哺乳妇女人数太少,研究中未能分析她们的碘营养状况,有待进一步研究。

4. 建议:①适当调整当地居民食用的盐碘浓度,根据本项研究,我们认为 15~25 mg/kg 是适宜范围;②在全国有代表性的地区,分别开展不同浓度碘盐对人群碘营养状况影响的现场试验,研究适宜的盐碘浓度,因地制宜调整全民食盐加碘的策略;③进一步加强对重点人群的碘营养监测,根据监测结果及时调整策略,以保证人群碘营养状况处在适宜水平。

(本项研究得到江西省南昌市疾病预防控制中心、中国疾病预防控制中心传染病预防控制所、江西省安义县疾病预防控制中心、江西省南昌市洪都卫生防疫站的大力支持,一并致谢)

参 考 文 献

- 1 陈祖培. 对全民食盐加碘防治碘缺乏病的评价. 国外医学内分泌学分册, 2002, 22: 268-271.
- 2 于志恒, 刘守军, 朱惠民, 等. 碘和甲状腺肿流行规律的发现、检验和建立. 中国地方病学杂志, 2004, 23: 195-197.
- 3 范义兵, 陈海晏, 凌军, 等. 尿碘作为碘缺乏病监测指标的意义. 中国地方病学杂志, 2005, 24: 346-348.
- 4 梁万年, 主编. 医学科研方法学. 第 1 版. 北京: 人民卫生出版社, 2002.
- 5 关海霞, 滕卫平. 第十二届国际甲状腺大会会议纪要. 中华内分泌代谢杂志, 2001, 17: 61.
- 6 陈祖培. 全民食盐加碘的意义及对当前人群碘营养状况的基本评价. 中国地方病防治杂志, 2002, 17: 251-254.
- 7 WHO/UNICEF/ICCIDD. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination. A guide for program managers. 2nd ed. WHO/NUT/01.1, Geneva, 2001. 11-23.
- 8 陈祖培, 舒延清. 碘致性甲状腺机能亢进. 中国地方病学杂志, 2000, 19: 73-75.
- 9 于志恒, 刘守军. 对全民食盐加碘的评述及其改进建议. 中国地方病学杂志, 2003, 22: 270-272.

(收稿日期: 2005-07-28)

(本文编辑: 张林东)

· 消息 ·

举办 2005 年肾综合征出血热基础与临床研究进展学习班的通知

由中国疾病预防控制中心病毒病预防控制所、济南市传染病医院主办的“2005 年肾综合征出血热基础与临床研究进展学习班”拟于 2005 年 12 月 1-3 日在山东省济南市长城大厦举行。会议邀请李德新、陈化新、罗端德、白雪帆、吴世英、盖中涛等国内知名专家就汉坦病毒研究进展、肾综合征出血热流行病学、发病机制、实验室检测、诊断标准和临床实施及低血压患者的抢救、少尿期的治疗、DIC 及出血的治疗、神经系统并发症的诊断治疗和特殊类型重症患者的临床表现, 汉坦病毒肺综合征出血热研究进展, 出血热疫苗研究与应用进行授课, 同时与到会学员针对基础临床研究的新进展、新技术进行广泛的指导和沟通。

到会学员授予中华医学会 I 类继续教育学分 10 分。

学术咨询: 盖中涛 电话: 0531-87935971 报名电话: 0531-87100251, 87100543, 86738656 Email: medforum@163.com

网址: www.medforum.cn