

# 核电站核泄漏事故风险及防护

侯祖洪, 祁洪喜

**【编者按】** 2011年3月11日,日本东北部发生9级大地震,引发福岛核电站发生核泄漏,引起我国及世界人民的关注。本刊特请湖北省疾病预防控制中心侯祖洪教授和湖北省环境辐射管理站祁洪喜教授就核防护问题撰写专文,以冀有助于读者正确、全面认识有关问题。

**【中图分类号】**R818.74; R142 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1000-0313(2011)04-0360-02

日本福岛第一核电站发生爆炸出现核泄漏,目前核电厂内已有多人遭受核辐射,引起全球高度关注,在社会上有不少人流传着各种猜测、担心。特别是最近在我国黑龙江省东北部空气中发现了极微量的人工放射性核素<sup>131</sup>I后,有不少公众为此而担心。本文采用问答形式就有关问题作一阐述,旨在帮助读者正确认识和了解核泄漏的风险及其防护。

1. 日本福岛第一核电站核泄漏事故等级从4级提高到5级有何区别?

国际原子能机构(International Atomic Energy Agency, IAEA)把核事件共分为7级,1~3级为事件,4~7级为事故。1级,为异常;2级,为普通事件,还没有产生场外影响,但有核设施内工作人员受过量辐射;3级,属于严重事件,放射性物质极小量释放,公众所受辐射程度小于规定限值,但有核设施工作人员的健康受严重影响;4级,放射性物质小量释放,公众受到相当于规定限值的辐射,同时,核反应堆堆芯和辐射屏障出现显著损坏,并可能出现工作人员遭受致命照射;5级,属于具有场外风险事故,放射性物质有限释放,反应堆堆芯和辐射屏障出现严重损坏;6级和7级则分别属于重大和特大事故。历史上,1986年的前苏联切尔诺贝利核事故为最严重的7级。直接污染核电站周围6万多平方公里土地,320多万人受到辐射。

2. 电离辐射有哪些照射方式?

电离辐射的照射方式有外照射(external irradiation)和内照射(internal irradiation)两种。外照射即体外辐射源对人体的照射,包括X射线、 $\gamma$ 射线或中子的照射。如放射诊断及治疗用的射线装置和密封型辐射源对人体的照射,核泄漏的放射性核素(radionuclide)对人体的照射均属于外照射。当放射性核素经由消化道(食入受放射性物质污染的食物和水)、呼吸道(吸入放射性物质)、皮肤黏膜或伤口进入体内引起的照射为内照射,包括 $\alpha$ 或 $\beta$ 放射性核素通过吸入放射性物质和食入受放射性物质污染的食物和水产生的内照射。

3. 核电站核泄漏通常会发生哪些风险?

核泄漏的放射性核素对人体的照射来自于2个方面,一方面来自于放射性烟云所致的低剂量外照射,另一方面来自通过吸入放射性物质和食入受放射性物质污染的食物和水产生的内照射。辐射的类型既有外照射又有内照射。此外,救援人员、第一响应者或核电厂工作人员也会受到较高剂量的外照射或内照射。

核泄漏对人体身体健康的主要危害是放射性铯(<sup>137</sup>Cs)和放射性碘(<sup>131</sup>I),<sup>131</sup>I的半衰期是8.3天(半衰期的定义是指原子数目因衰变到原来的一半所需要的时间,如10 Ci的<sup>131</sup>I,经过8.3天后放射活度即衰变为5 Ci)。这就意味着<sup>131</sup>I大约经过3个月后,几乎所有的放射性碘将衰变完全而消失。

而<sup>137</sup>Cs的半衰期约为30年。根据沉降灰中放射性物质的总量,需要采取一些去污和必要的减少辐射措施(如农业、林业等)。

4. 放射性核素进入机体的途径

放射性核素进入人体的途径有3个途径:①胃肠道,污染的饮水和食物经口进入胃肠道,产生内照射;②呼吸道,核泄漏是放射性核素向外环境释放气态和气溶胶(Aerosol)的形式存在大气中,空气受污染的概率较大,因此,呼吸道是放射性核素进入人体内最危险的途径;③正常皮肤和伤口,放射性核素可以通过皮肤的汗腺和伤口进入体内,但健康的皮肤吸收率很低,受污染的面积、部位、皮肤有无破损、持续污染的时间、温度和湿度等因素的影响。

5. 核泄漏可能受到放射性物质污染的公众应采取哪些保护措施?

尽量减少外出,封闭门窗是减少放射性物质污染的最好方法,如果必须外出到放射性污染较严重的区域(受照剂量大于50 mSv),则第一步服用碘片(potassium iodide),第二步戴口罩、眼罩,如果没有眼罩,可用透明的塑料袋罩在头上,将鼻孔和口腔部位的塑料袋剪一小洞,带上口罩,将衣物遮拦全身,不要裸露。回家后,第一步脱掉所有污染的衣物,用塑料袋封存,交环保部门处理;第二步淋浴,用洗涤剂清洗2~3次,水温不要太热,一般40℃为宜。

作者单位:430079 武汉,湖北省疾病预防控制中心(侯祖洪);  
430070 武汉,湖北省环境辐射管理站(祁洪喜)  
作者简介:侯祖洪(1951—),男,湖北荆州人,主任医师,放射卫生首席专家,主要从事辐射防护与生物效应研究工作。

## 6. 放射性碘吸入体内有那些危害?

放射性碘吸入体内主要危害是甲状腺的致癌效应。切尔诺贝利的经验表明,放射性碘是切尔诺贝利事故影响的主要因素,导致超过 5000 个儿童甲状腺癌病例的发生。接触放射性碘可导致甲状腺癌显著增加,特别是幼儿。吸入和食入的放射性碘会在甲状腺中蓄积。

## 7. 吃碘盐能否预防放射性碘摄入?

碘盐中碘的存在形式是碘酸钾( $KIO_3$ ),在人体胃肠道和血液中转换成碘离子被甲状腺吸收利用,我国规定碘盐的碘含量为 30 mg/kg。按人均每天食用 10 g 碘盐计算,可获得 0.3 mg 碘。而碘片中碘的存在形式是碘化钾(KI),碘含量为每片 100 mg。按照每千克碘盐含 30 mg 碘计算,成人需要一次摄入碘盐约 3 kg,才能达到预防的效果,远远超出人类能够承受的盐的摄入极限。因此,通过食用碘盐预防放射性碘的摄入是无法实现的。

## 8. 碘片能防辐射吗? 应该服用多少量?

服用碘片(KI)是核应急的一项重要措施,它能够阻止放射性碘的摄入。人体碘的主要摄入是甲状腺吸收,甲状腺靠碘来产生甲状腺激素,维持正常的甲状腺生理功能。服用碘片后,使甲状腺内吸收碘达到饱和状态,从而阻止放射性碘的摄入。因此,在暴露前预防性服用碘化钾(KI),即碘片,可防止甲状腺对放射性碘的吸收,降低甲状腺癌的风险。

碘片服用的剂量:成年人推荐的服用量为一次性 100 mg 碘,对孕妇和 3~12 岁的儿童,服用量为 50 mg,3 岁以下儿童服用量为 25 mg。

服用碘片的注意事项:碘片不是所有的人都能服用,如甲状腺有结节者、突眼性甲状腺肿已经治愈者、曾接受过放射性碘治疗者、甲状腺慢性炎症患者、甲状腺单侧切除者、甲状腺功能低下者、对碘过敏者、某些皮肤病(痤疮、湿疹、牛皮癣)患者等,应慎用或不用稳定性碘。

服用碘片的时间:服用碘片最佳时间在受照前服用效果最好,可阻止 97%以上放射性物质的摄入;受照后应尽快服用,即使在事故后 4 h 服用,仍然可以阻止甲状腺对 50%放射性碘的吸收。

## 9. 过量摄入碘对人体有哪些作用?

服用过量的碘会出现中毒症状,如流鼻涕、流泪、寻麻疹、局部水肿等,服用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。无论是儿童还是成人,甲状腺功能减退的发病率随碘摄入量的增加而显著增高。因此一定要在医生的指导下进行,

## 10. 与怀孕有关的风险有哪些? 应该怎样降低风险?

由于碘片具有阻断甲状腺碘吸收的作用,对怀孕妇女服用碘片要给予特别的关注。首先,孕妇甲状腺摄取放射性碘的概率较普通人要高,其次,胎儿的甲状腺应给予保护,特别是在怀孕后的第 2~3 孕周。另外,有一些孕龄妇女担心现在怀孕是否对胎儿有影响,在当前情况下并没有特别的医学理由表明要避免怀孕,所以不必过于担忧。

## 11. 放射性烟云能飘浮多远? 撤离多远才是安全的?

这个是很难预测的,它取决于风方、风速和其它气象条件。在通常情况下,首要任务是限制辐射暴露的发生,主要通过疏散或隐蔽受影响人群,来减少放射性烟云沉降的影响。目前我国黑龙江省东北部空气中发现了极微量的人工放射性核素 $^{131}I$ ,这些极微量的放射性物质目前对我国环境和公众健康并不会产生影响,也不需要采取任何防护措施。根据大气中放射性物质的释放量和当时的气象条件(例如风向和降水等),并依据爆炸的中心范围,国家将会确定在多大半径范围内应采取紧急隐蔽防护措施。

## 12. 释放的放射性物质受照剂量有多大会产生健康损伤?

这取决于放射性物质泄漏及释放量的大小,当全身照射剂量大于 1 Gy 时,会出现急性放射损伤等健康效应,如头昏、乏力、轻度恶心呕吐和食欲减退等症状。然而,对于核电站事故中释放的放射性落下灰,大量的放射性烟云经过长距离的扩散后,是不大可能出现如此高剂量的照射,公众受到的剂量可能会在很低水平的范围内。根据目前监测的数据表明,日本福岛核泄漏的放射性物质扩散对我国公众健康没有影响,无需采取任何防护措施。

## 13. 我国核电站安全吗?

目前我国有 11 台核电机组投入运行,我国核电采用当今世界上最先进和成熟的堆型,有四道屏障的保护,有严密的科学管理,严格的规章制度,确保核电安全,请不必担心。

## 14. 如果现在去日本,该带哪些防护用品?

可带一点备用碘片,其它防护物品没有必要。

## 15. 近期从日本回来的人,如果需要作检测和身体检查,应该到哪些医疗卫生单位进行?

放射性污染检测可到省疾控中心、省环境辐射管理站进行检测(仪器测量或生物样品检测)。健康检查可到市级医院或卫生部门指定的医疗机构检查,如有放射损伤等健康效应,可以到核辐射救治基地同济医院进行检查,如果有这方面需求,可在当地拨打 12320 公共卫生热线咨询电话询问。

注:1 Ci =  $3.7 \times 10^{10}$  Bq

(收稿日期:2011-03-28)