

# 核与辐射卫生应急现场处置技术分析

付照明 袁龙

中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所 北京 100088

**摘要:** 目的 对核与辐射事故卫生应急现场处置技术进行分析和探讨。方法 通过总结和评估国内几次核与辐射卫生应急演练的经验和存在的问题,并结合国际原子能机构发布的技术报告书,对现场处置技术要点和流程进行研究。结果 目前我国缺乏在核与辐射卫生应急现场处置方面的相关技术标准,分析给出了核与辐射卫生应急现场处置技术流程,并提出需要注意和改进的方面。结论 通过对核与辐射事故现场卫生应急处置技术的讨论,规范我国核与辐射卫生应急队伍工作能力。建议我国修制定核与辐射应急处置相关技术标准,以规范和提高我国核与辐射卫生应急能力。

**关键词:** 核与辐射事件; 卫生应急; 事故救援; 现场处置技术

**Analysis in Site Disposal Technique of Medical Response to Nuclear and Radiological Emergency.** FU Xi-ming, YUAN Long. *National Institute for Radiological Protection, China CDC, Beijing 100088 China.*

Corresponding Author: YUAN Long, E-mail: yuan\_long@hotmail.com

**Abstract:** **Objective** To analyze and discuss the site disposal techniques of medical response to nuclear and radiological emergency. **Methods** Through summarizing and evaluating experience of several exercises of medical response to nuclear and radiological emergency in China, combined with technical reports issued by the International Atomic Energy Agency (IAEA), the key points of site disposal techniques are discussed. **Results** It is found that we china the national standards of site disposal techniques of medical response to nuclear and radiological emergency. The site disposal technical flow for medical response to nuclear and radiological emergency was provided, and the aspects which should be paid attention to and be improved was put forward. **Conclusion** Through the discussion of disposal technique in emergency, it is hoped that the operational capability of response teams for nuclear and radiological emergency in China can be improved. It is suggested that the national standards for disposal techniques of medical response to nuclear and radiological emergency should be drawn up or revised in order to improve the capability of medical response to nuclear and radiological emergency in China.

**Key words:** Nuclear and Radiological Emergency; Medical Response; Accident Rescue; Site Disposal Technique

中图分类号: TL75+2.2 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2015)03-04-0277

DOI:10.13491/j.cnki.issn.1004-714x.2015.03.038

近年来,随着我国能源需求不断增长,核电建设在快速发展<sup>[1]</sup>。同时,辐射技术应用也日益广泛。然而,核技术是一把“双刃剑”,它在造福人类的同时,时有发生核与辐射事故也在威胁着人民的生命健康和安全<sup>[2]</sup>。据不完全统计,1988-2008年间我国发生辐射事故约592起<sup>[3]</sup>。为减少核与辐射事故对工作人员和公众的危害,最大限度地保护人员的健康和安全,根据国家相关规定<sup>[4-5]</sup>,需在核与辐射事故发生后,立即开展场外卫生应急行动。

笔者所在单位国家卫生计生委核事故医学应急中心作为我国国家级承担核与辐射卫生应急任务的部门,为不断提高应急现场处置能力,优化技术流程,近

年来组织了数次现场应急演练。世界范围内,随着近些年来核能核技术利用的快速发展,核与辐射事故时有发生<sup>[6]</sup>,国际上对核事故应急处置方面的研究也在不断深化。国际原子能机构(IAEA)为此发布了一系列指导核与辐射事故现场卫生应急工作的文件<sup>[7-8]</sup>。笔者通过总结国内几次核与辐射卫生应急演练的经验和存在的问题并结合相关国际标准分析探讨核与辐射卫生应急现场处置技术、流程以及可以改进的方面,以期为我国今后不断加强核与辐射卫生应急现场处置能力提供技术参考。

## 1 现场处置技术分析

核与辐射突发事件现场应急救援行动,承担事故现场防护监测、伤员的检伤分类及现场急救、人员体表

作者简介:付照明(1986-),男,北京人,助理研究员,博士,从事核与辐射卫生应急工作。

通讯作者:袁龙, E-mail: yuan\_long@hotmail.com

放射性污染监测及去污、对疑似内污染人员的生物样品采集及阻吸收措施、过量照射人员的现场处置、伤员转运、心理干预以及对事故影响地区的食品和饮用水放射性监测等任务。与在后方临床医院进行的救援工作相比,现场处置行动在技术流程方面有其特殊要求。主要体现在:现场应急处置行动时间紧迫,必须按照工作流程及任务对应急处置人员进行分组,使处置流程更加顺畅;同时,受应急现场环境条件(如风向)的影响,现场辐射剂量率水平可能发生突然改变,必须实时对现场辐射水平进行监测,做好相关防护措施,以避免

应急人员自身受到过量辐射危害。

1.1 现场处置人员分组 通过几次核与辐射卫生应急演练的实践经验表明,一支功能较齐全可以全面承担现场处置任务的核与辐射卫生应急分队的人数在 30 人左右。为使各流程环节快速有效进行、充分发挥应急队员的专业技能,需对应急分队进行人员分组。各组成员人数及主要承担的任务见表 1,其中各小组人员配备的数量是通过几次应急演练根据现场实际情况及需承担的任务反复评估和调整而得出的。

表 1 应急现场处置人员分组示例

| 组别名称         | 人员数量 | 主要承担任务                                    |
|--------------|------|---|
| 队长           | 1    | 总指挥                                       |
| 副队长          | 1~2  | 组织协调                                      |
| 现场防护监测组      | 3~4  | 现场辐射水平监测、应急区域设置、人员引导                      |
| 体表污染检测与分类组   | 3~5  | 体表污染检测、检伤、伤员分类、填写伤员分类标签                   |
| 现场急救组        | 4~6  | 对重伤员进行现场紧急医学救治                            |
| 去污洗消组        | 6~8  | 指导全身污染人员进行去污洗消,对局部污染人员实施局部洗消,洗消前后进行体表污染检测 |
| 生物样品采集及检测组   | 2~3  | 对疑似受照人员和疑似内污染人员采集并检测生物样品、指导其采取阻吸收和促排措施    |
| 空气、食品、饮用水监测组 | 3~4  | 在事故现场周边开展空气、食品、饮用水监测工作                    |
| 心理干预组        | 1~2  | 对伤员及公众开展心理疏导及风险沟通工作                       |
| 后勤保障组*       | 2~3  | 通用物资准备、分发、整理                              |

注: \* 不包含人员及物资运输。

1.2 各组任务及分工

1.2.1 现场防护监测 事故发生后,现场防护监测组首先进入应急现场。使用手持式风速风向仪对现场风速风向进行测量,以便选择事故发生地上风向地区设置现场应急处置区,并使用便携式  $\gamma$  谱仪测量现场放射性污染核素。使用  $\beta/\gamma$  辐射巡测仪从事故现场外围向内展开测量,以辐射剂量率为  $2.5 \mu\text{Sv/h}$  为边界建立监督区<sup>[9]</sup>,以辐射剂量率  $100 \mu\text{Sv/h}$  为边界建立控制区<sup>[7]</sup>。搭建指示物(如警戒线)明确划出控制区与监督区。在控制区边界(上风向处)设置一个人员出口,作为场内人员(包括伤员)的撤离通道,在该出口旁监督区内设置应急处置区域,引导从事事故现场撤离的人员从撤离通道进入检测区域。若监测发现现场风向改变、或辐射剂量率水平异常升高,应立即向应急分队队长报告,并提出应急区域调整的建议。

1.2.2 体表污染检测与分类 到达应急现场后,按照现场防护监测组划分的工作区,立即调试表面污染检测设备(如有条件,可以安装搭建门式污染检测系统),同时建立污染分类区。引导从事事故现场撤离的人员进入污染检测与分类区域,让他们依次通过门式检测系统,重伤员不需通过门式检测系统,在救援人

员的帮助下由快速通道离开污染分类区,送至现场医学救治区。对门式检测系统检出的受污染人员,令其脱去外套,置于污物桶中,然后用表面污染仪对其进行检测。检测时将表面污染仪探头置于距人体约 1 cm 处,从头顶开始,在身体一侧沿颈部、肩部、手臂、体侧、腿和鞋的顺序进行,然后再检测身体另一侧。探头移动速度保持在  $5 \text{ cm/s}$ <sup>[8]</sup>。记录受污染的部位和污染水平,引导其进入去污洗消区。无污染人员经无污染通道撤离。

体表污染检测与分类组配备一名临床医学专家,对非放射性损伤与放射性损伤人员的伤情进行判断,并填写核与辐射伤员分类标签。红色标签代表重伤员,应立即处理;黄色标签为中度伤员,其次处理;绿色标签为轻伤员,可延期处理;黑色标签为死亡遗体,最后处理。注意应将伤员的受污染信息也填入分类标签中,将分类标签佩戴于伤者左腕处。

1.2.3 现场急救 从事事故现场撤出的危重伤员,不经过污染检测,直接送到现场急救区进行抢救。暂且不管污染水平如何,用常规的急救方法抢救生命,因为放射性污染不会危及生命。采取止血、对骨折部位固定、包扎创面、抗休克、防止窒息等措施稳定病情。

处理方法尽量采用无创措施,一般仅给予基础生命支持(BLS),必要时再给予气管插管、补液用药等高级生命支持(ALS)治疗。处理伤口时应注意防止污染物扩散。需紧急处理的伤员苏醒、血压和血容量恢复和稳定后,及时进行去污处理。需进一步进行手术治疗的伤员用无纺布包裹,用救护车立即送至后方救治基地。

1.2.4 体表污染去污洗消 经体表污染检测和分类组判定为全身污染的人员,先用湿毛巾、肥皂擦洗局部高污染部位,再指导其进入去污洗消帐篷或现场附近有洗浴条件的设施,进行全身淋浴,然后换上干净衣物,用表面污染仪检测,判断是否达标,未达标则再次淋浴。经体表污染检测和分类组判定为局部污染的人员,用表面污染仪对污染部位进行确认,对确定的污染部位进行局部洗消。对体表(非伤口)受污染人员,首先用棉球沾清水擦拭 2~3 遍,若污染依然存在,用棉球沾肥皂水再清理 2~3 遍,若污染依然存在,用棉球沾 EDTA-Ca 溶液再清理 2~3 遍,直至表面污染仪检测其剂量率达到本底水平 3 倍以下,方可让受污染人员离开。对伤口受污染的人员,首先用棉球沾灭菌水或生理盐水冲洗伤口 2~3 遍后,用表面污染仪检测污染情况,若剂量率达到本底水平 3 倍以下,受污染人员贴止血带,防治静脉血回流,带至生物样品采集组抽血并检测,若污染依然存在,用棉球沾 EDTA-Ca 溶液再清理直至剂量率达到本底水平。若局部受污面积较大且处于平整位置,可选择用局部洗消器加洗消液进行去污处理。

1.2.5 生物样品采集及检测 由体表污染检测与分类组确定的疑似放射性损伤的伤员,引导其进入生物样品采集区,对伤员登记个人基本情况,测量血压,采集血样用于以下分析:①全血细胞计数;②细胞遗传学分析;③生物化学分析(血清淀粉酶);④放射性核素分析。对疑似吸入内污染人员或头部污染人员采集鼻拭子。对于血压异常、白细胞降低或淋巴细胞降低者建议立即后送,其余可缓送医院进行临床观察。根据放射性核素分析结果,对受到内污染的人员指导其尽快服用相应的阻吸收药物或促排药物。注意在使用阻吸收药物前留取生物样品(如尿样、粪样等)。

1.2.6 空气、食品和饮用水监测 根据核事故发生期间的气象条件,在核事故下风向地区布放便携式大流量空气采样器,现场持续采集大气气溶胶样品后,用现场  $\gamma$  能谱仪测量系统进行测量分析。当空气采样测量发现放射性气溶胶或微尘释放到大气后尽快开始食品监测。根据核事故发生期间的气象条件,选取事故下风向地区生长的叶类蔬菜(如菠菜)进行现

场采样,将样品带回现场检测车。取其可食部分,不经清洗,直接用蔬菜粉碎机粉碎鲜样后,装入样品盒,称重,标记密封后测量。根据核事故发生期间的气象条件,结合下风向地区的地理条件,采集当地居民的露天生活饮用水,取样点应设在水源、进水管入口处,或处理后的水进入配水系统之前。采样前注意先将水桶用待采样的水清洗,采样后将水桶密封后带回现场检测车。将水桶内的水样摇匀后,直接装入样品盒,称重,标记密封后测量。利用检测车上的现场  $\gamma$  谱仪,分析采集制备好的样品。如果检测结果表明样品的放射性活度浓度超过国家相关标准<sup>[10]</sup>,应立即停止食用被污染的食品和饮用水,并用清洁食品代替。如果没有替代食品,要建议有关部门考虑对居民实施撤离和临时避迁。如污染物中存在放射性碘,要考虑采取稳定碘预防措施。

1.2.7 心理干预 从事事故现场撤出的工作人员及公众(受污染人员经过去污洗消后)视情况对其开展必要的心理援助。首先要取得受影响人员的信任,建立良好的沟通关系。与他们进行一对一的谈话,提供其发泄愤怒、恐惧、挫折和悲伤的机会,使不良情绪得到及时疏导。及时、公开、透明地发布事故信息及救援工作的进展情况,预测未来可能出现的问题,提供应对指导意见,让公众了解真实、准确的情况,消解公众的恐慌和不安全感。向公众介绍辐射危害和防护的基本知识,发放核与辐射科普宣传手册。向公众普及正确的心理危机干预知识和自我识别症状的方法,指导积极应对,消除恐惧。保持家庭成员在一起,以减轻公众的焦虑情绪。

## 2 讨论

国家核和辐射突发事件卫生应急队近年来进行了数次应急演练,目的是通过演练检验队伍的现场处置技术能力,发现问题,对技术流程不断加以改进提高。通过对演练全程的评估和总结发现现场处置的技术环节和流程程序方面有一些需要关注或可以改进的地方。

目前我国关于核与辐射卫生应急技术方面的国家标准体系还很不完善。2006 颁布的标准《核与放射事故干预及医学处理原则》对核与辐射(放射)事故应急中的放射防护和医学救治的原则做出了规定<sup>[11]</sup>。但是,对于应急处置的某些关键技术环节还缺乏相应的标准加以规范。例如,我国目前还没有核与辐射事故伤员的分类标准,这就可能造成现场应急人员对伤员的分类存在差异,不利于事故发生后对伤员准确地

分类救治以及向后方救治基地的分类、分级转运。建议我国尽快制定相关标准,以便更规范地开展核与辐射应急处置行动。

根据国家有关规定<sup>[4-5]</sup>,食品和饮用水的放射性监测属于核与辐射卫生应急的一部分。对事故现场附近的食品和饮用水监测结果需要与国家相关标准做出比较,以判断是否需要采取限制食用等应急措施。但是我国目前的食品放射性物质浓度控制标准<sup>[10]</sup>颁布时间较早,与现行的国际标准存在较大差异<sup>[12]</sup>。例如对<sup>137</sup>Cs,我国标准<sup>[10]</sup>中规定其在蔬菜及水果中的浓度限值为 210 Bq/kg,而国际原子能机构颁布的标准<sup>[13]</sup>则为 2000 Bq/kg,可见我国标准给出的浓度限值偏低。且我国标准与现行国际标准相比,涉及的放射性核素种类较少。建议尽快修订我国的食品放射性物质浓度控制标准,这样在现场应急过程中可以更科学地判断监测结果及采取适当的应急措施。

在应急处置过程中,应采取必要措施防止人员和设备受到放射性污染。应急现场使用的辐射巡测仪、表面污染仪等探测仪器在使用前一定要用塑料薄膜包裹,只把探测窗口露出,以防这些仪器被放射性物质沾染,因为一旦受到沾染日后很难完全去除,影响仪器使用。应急现场的人员通道也应用塑料纸覆盖,防止放射性物质扩散。去污洗消帐篷要配备废水收集装置,防止洗消后的污水对环境造成放射性污染。应急队员在现场穿脱防护服的动作用易出现不规范现象,演练中有些队员在脱防护服时为图方便舒适先脱去口罩,且没有采取卷脱方式,防护服脱掉后随意丢弃。上述问题应予以避免,防止队员在防护服穿脱环节对自身造成污染。

核与辐射事故一旦发生,不仅可能引起人员受到辐射损伤,还可能导致人员心理恐慌,甚至影响社会稳定<sup>[2]</sup>。所以,与受事故影响人员的沟通和心理干预工作也成为核与辐射卫生应急的重要组成部分。及时、公开、透明、科学的信息发布、公众沟通、心理干预对排解公众心理恐慌、维护社会稳定有重要意义<sup>[2]</sup>。在核与辐射事故发生后,首先应了解受影响人员关注的问题,如发生了什么事?事故后果是什么?事故会否对他们的健康造成影响?然后有针对性地回答公众关注的问题。在进行公众沟通的时候,交流语言要简明扼要、通俗易懂,避免使用过于专业的术语。比如在解释受到辐射的剂量时不要使用“戈瑞”这样的单位,而要类比相当于照射了几次胸片这样公众身边可感知或可比较的例子。在核与辐射卫生应急队伍中,应该建立专门的心理干预组,同时其他应急队

员也应该掌握简单的公众沟通技巧,这样可以在应急处置过程中及时与受伤人员或受污染人员进行沟通,消除他们的恐慌心理。

### 3 总结

核与辐射事故发生后,事先组建的核与辐射卫生应急队伍应尽快到达事故现场,开展应急救援处置行动。核与辐射卫生应急处置具有专业性强、技术要求高等特点,这就要求核与辐射应急专业处置队伍加强自身技术力量储备,通过培训演练等方式不断提高现场处置能力。本文通过评估笔者所在单位卫生应急队伍进行的演练及研究相关国际标准,总结了核与辐射卫生应急处置的技术要点和流程,并提出了需要注意和改进的方面,特别是应该加强对受影响人员的心理疏导工作。同时,建议我国修制定核与辐射卫生应急相关技术标准,为现场应急处置提供技术依据,不断提高我国核与辐射卫生应急能力和水平。

### 参考文献

- [1] 国家核电发展规划. 核电中长期发展规划(2011~2020年)[Z].
- [2] 苏旭 秦斌 张伟 等. 核与辐射突发事件公众沟通和媒体交流与信息发布[J]. 中华放射医学与防护杂志 2012, 32(2): 4-6.
- [3] 苏旭. 核和辐射突发事件处置[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2013.
- [4] 中华人民共和国国务院办公厅 2013 年 6 月 30 日印发. 国家核应急预案[S]. 2013.
- [5] 卫生部办公厅 2009 年 10 月 15 日印发. 卫生部核事故和辐射事故卫生应急预案[S]. 2009.
- [6] IAEA Emergency Preparedness and Response Series. Lessons Learned from the Response to Radiation Emergencies (1945 - 2010) [S]. Vienna: IAEA, 2012.
- [7] IAEA Emergency Preparedness and Response Series[S]. Manual for First Responders to a Radiological Emergency. IAEA Vienna, 2006.
- [8] IAEA. Generic Procedures for Medical Response during a Nuclear or Radiological Emergency, EPR - Medical[S]. IAEA Vienna, 2005.
- [9] 中华人民共和国卫生部. GBZ 132 - 2008 工业 γ 射线探伤放射防护标准[S]. 2008.
- [10] 中华人民共和国卫生部. GB 14882 - 94 食品中放射性物质限制浓度标准[S]. 1994.
- [11] 中华人民共和国卫生部. GBZ 113 - 2006 核与放射事故干预及医学处理原则[S]. 2006.
- [12] 袁龙 雷翠萍 付照明 等. 核应急情况下食品和饮用水中放射性核素浓度控制水平分析[J]. 中国辐射卫生 2014, 23(3): 244-247.
- [13] IAEA Safety Standards Series No. GSG - 2. Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency [S]. Vienna IAEA, 2011.