

## 核和放射应急药品准备

陈惠芳, 刘 英, 秦 斌, 雷翠萍, 马卫东, 李玉文

中图分类号: TL73 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2011)01-0086-02

**【摘要】** 目的 探讨核和放射应急药品的准备。方法 分析了核和放射应急面临的挑战,探讨了核和放射应急药品准备的种类及其使用方法,我国核和放射应急药品准备中存在的问题。结果 为了防治放射损伤,相关部门应做好 KI、Zn-DTPA、Ca-DTPA 和普鲁士蓝等药品的准备。结论 核和放射应急药品准备是核和放射应急医学救援的重要内容,承担核和放射应急医学救援任务的单位应当做好核和放射应急药品的准备工作。

**【关键词】** 核事件; 放射事件; 应急药品; 药品准备

随着核能发电的迅速发展和放射线技术在工农业生产及医疗领域的广泛应用,核和放射事故时有发生。据 Johnston 数据库不完全统计显示,从 1945 年到 2008 年 5 月,除去日本广岛和长崎原子弹爆炸事件外,全世界发生 379 起核和放射事故,死亡人数为 225 人,放射损伤人数为 1 403 人<sup>[1]</sup>。从 1988 年到 2008 年,我国平均每年发生放射事故约 30 起<sup>[2,3]</sup>。此外我们还面临着核和放射恐怖袭击的威胁。及时有效的医学救援是核和放射应急响应的重要组成部分。做好核和放射应急药品准备工作是核和放射应急医学救援的重要内容。

### 1 核和放射应急药品准备的必要性

1.1 核能与核技术快速发展的需要 我国核能发展十分迅速,从 1991 年秦山一期核电机组并网发电,到目前已有浙江秦山、广东大亚湾和岭澳、江苏田湾共 3 个核电基地 13 个核电机组投入商业运行,装机容量已超过 1 000 万 kW。国家核电发展规划在 2020 年我国核电装机容量将达到 4 000 万 kW,约占当时总发电量的 4%~5%<sup>[4]</sup>。核电是安全、清洁的能源,但核电站事故发生的概率并不等于零。1986 年的前苏联切尔诺贝利事故不仅导致 28 人因急性放射病死亡,更有本国和邻国大量人群暴露于空气中的放射性核素。如果让公众特别是儿童及时服用稳定碘片,也不会有数以千计的儿童罹患甲状腺癌。因此,承担核和放射应急救治的医院及相关应急部门需要做好核和放射应急药品的准备工作。

1.2 放射源和射线装置广泛应用的挑战 放射源和射线装置在我国的应用十分广泛。目前,全国共有放射源约 14.27 万枚,其中,废源库收贮废源约 3.53 万枚,其余的 10.74 万枚放射源分布在约 1.24 万家涉源单位。各涉源单位的放射源中,在用源 7.67 万枚,闲置废弃放射源 3.06 万枚。放射源广泛应用于工业无损探伤、放射性计量仪表、油田测井等方面,尽管活度不大(毫居里级),但应用广泛,数量多,多安装在化工、石油、煤炭、水泥、造纸等行业,若疏于管理,就可能发生人员误照和源失控事件<sup>[5]</sup>。2004 年山东济宁<sup>60</sup>Co 放射事故中,两名工作人员违章进入辐照室工作,受到过量照射而死亡<sup>[6]</sup>;2005 年哈尔滨一孤儿源导致 4 人受照,其中一人因重度骨髓型亚急性放射病、合并肺感染和全身器官衰竭死亡<sup>[7]</sup>;2008 年山西农科院放射事故导致 5 人受到急性照射,其中 1 人死亡<sup>[8]</sup>。

1.3 核和放射恐怖袭击的威胁 恐怖分子通过脏弹、袭击核设施、爆炸小型核武器,或直接散布放射性物质制造弥散放射物质的恐怖事件。国际原子能机构(IAEA)的核材料与其它放射性物质的非法贩运与买卖数据库统计,从 1993 年 1 月到 2008 年 12 月,IAEA 证实非法贩运和买卖核放射材料事件达 1 562 起,其中 336 起非法拥有放射性物质的犯罪事件,421 起

涉及偷窃或丢失核或其它放射性材料的事件<sup>[9]</sup>。抢夺、盗窃、走私核材料和其他放射性物质事件对公众和环境不直接造成危害,但造成国家重要战略物资损失,并为恐怖组织制造核武器或放射性污染事件提供物质基础。2006 年,前俄罗斯特工列特维年科因钋-210 中毒在英国伦敦身亡,该事件还导致 17 人受到明显的内污染,35 人受到轻微污染<sup>[10]</sup>。在做好防范工作的同时,为了使放射损伤患者得到有效的救治,相关部门应做好核和放射应急药品准备工作。

### 2 核和放射应急药品准备的主要种类和使用方法

2.1 急性放射病防治药品 急性放射病治疗的关键在于刺激造血和免疫功能、抗感染、防治多器官功能衰竭和放射性肺损伤。国内外研究表明,细胞因子如粒细胞-巨噬细胞集落刺激因子(GM-CSF)、粒细胞集落刺激因子(G-CSF)、促红细胞生成素、白细胞介素 11(IL-11)等不仅有放射防护作用,而且能够诱导骨髓干细胞增殖、分化<sup>[11]</sup>。美国国家战略储备放射工作组建议:任何成人一旦诊断全身剂量或重要部位剂量大于 3Gy 或者临床体征显示造血损伤处于中度或极重度水平时,应及早使用集落刺激因子(CSFs);只有当患者度过极期、中性粒细胞绝对值大于  $1.0 \times 10^9/L$ ,才可以停止使用 CSFs;由于小于 12 岁的儿童和大于 60 岁的老人对放射更敏感,当受照剂量为 2Gy 时就应使用 CSFs<sup>[12]</sup>。

2.2 放射性核素内污染防治药品 目前大多数国家准备的放射性内污染防治药品主要有稳定性碘、Zn-DTPA、Ca-DTPA、普鲁士蓝。

2.2.1 稳定性碘 稳定性碘可用于预防和阻止<sup>131</sup>I 对甲状腺的危害。稳定性碘通过阻止和减少甲状腺对放射性碘的吸收,从而降低甲状腺的受照剂量。稳定性碘目前主要有两种,一种为碘化钾(KI),另一种为碘酸钾,两者对放射性碘阻吸收的作用基本相同。稳定性碘的用量与年龄有关,表 1 为 WHO 推荐的不同年龄组服用稳定碘的单次剂量。

表 1 WHO 推荐的不同年龄组服用稳定碘的单次剂量<sup>[13]</sup>

年龄组	碘质量 (mg)	KI 质量 (mg)	KIO <sub>3</sub> 质量 (mg)	相当于 100 mg 碘的片数
成年人和青少年 (大于 12 岁)	100	130	170	1
儿童(3~12 岁)	50	65	85	1/2
婴儿(1 月~3 岁)	25	32	42	1/4
新生儿 (出生~1 月)	12.5	16	21	1/8

为了使甲状腺受照剂量降到最低,应在摄入放射性碘之前就服用稳定性碘。目前大多数国家以碘化钾片剂方式给药,有的国家建议如果释放持续则继续进行第二次、多次给药或者与其他防护行动相结合<sup>[14]</sup>。

作者单位: 中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所,北京 100088

作者简介: 陈惠芳(1974~),女,大学本科,主管技师,主要从事核与放射应急医学准备和响应工作

2.2.2 Zn-DTPA 和 Ca-DTPA 化学名分别为二乙烯三胺五乙酸三钠锌和二乙烯三胺五乙酸三钠钙。美国 FDA 报告 Zn-DTPA 和 Ca-DTPA 能够加快超铀元素钚、镅、锔等放射性核素从尿中的排放,但是它们不能用于放射性碘、铯和锶的促排。Zn-DTPA 和 Ca-DTPA 不能同时使用。FDA 推荐首先使用 Ca-DTPA。如果需要额外治疗,则转用 Zn-DTPA 持续治疗。治疗持续的时间根据内污染的程度和患者对治疗的反应来确定。在治疗过程中应每周检测污染水平以确定是否终止治疗。如果用于治疗孕妇,应使用 Zn-DTPA。<sup>[15]</sup>

2.2.3 普鲁士蓝 普鲁士蓝即亚铁氰化铁,普鲁士蓝不仅能组织摄入铯的吸收,还可阻止肠腺对胆分泌铯的再吸收,阻断铯的肠循环,增加铯从粪便中的排出。美国 FDA 推荐<sup>137</sup>Cs 的服用方法为口服,1g/次,3 次/d。儿童服用剂量为 1~1.5g/d,分 2、3 次服用。如果临床需要,该药可用于怀孕妇女,用法同成人。需要注意的是只有胃肠道动力未受损伤的人使用此药才有效,并且患者会出现淡蓝色便。<sup>[12]</sup>

2.3 放射性核素外污染去污箱 突发核和放射事件时,可能会有人员受到放射性污染。放射性核素外污染去污洗消的使用可防止或减轻放射性核素对机体、皮肤的损伤。承担核和放射应急医学救援任务的机构可配置放射性核素外污染去污箱。去污洗消箱通常装备以下物品:KMnO<sub>4</sub> 饱和溶液、5% 的 NaHSO<sub>3</sub>、0.2N 的 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、5% 的次氯酸钠溶液、0.1N 盐酸溶液、无菌洗眼液、手术棉卷包、擦鼻用棉签、遮蔽胶带、刷子(包括牙刷)、石蜡纱布敷料、药签、鼻导管、洗涤剂、伤口和皮肤消毒液、标记污染点的去污不可擦铅笔等。

### 3 WHO 建议准备的核和放射应急药品

世界上许多国家和一些国际组织准备了核和放射应急药品。其中绝大部分国家准备的药品主要是稳定性碘、Zn-DTPA 和 Ca-DTPA 及普鲁士蓝,也有部分国家还同时准备了二巯基丙磺酸钠(DMPS)、细胞因子、放射性核素外污染去污箱、尼尔雌醇等核和放射应急药品。

WHO 健康环境部在 2007 年组织召开了辐射应急储备专家组会议,会议研究了 WHO 应准备的核和放射应急药品计划,以备成员国在需要的情况下使用。WHO 拟准备的药量是 200 人,10~12d 的用量。准备的药品主要为碘化钾、Zn-DTPA 和 Ca-DTPA、G-CSF 和普鲁士蓝,二巯基丙磺酸钠(DMPS)和/或二巯基丙醇(BAL)也可以包括在准备当中。同时还可以考虑准备阿米福汀、角化生长因子(KGF)、口服 DTPA、吸入 DT-PA、干细胞因子、血小板生成素受体拮抗剂、红细胞生成素、白细胞介素 3(IL-3)、白细胞介素 7(IL-7)、白细胞介素 11(IL11)等。

### 4 我国核和放射应急药品准备工作中存在的问题

由于大部分核和放射应急药品只能用于预防和治疗放射损伤的病人,平时用量很少。因此,有资质生产这些药品的厂家很少。我国目前获得国家药品和食品药品监督管理局生产的批号的药品很少。国家药品监督管理局 2005 年发布并实施了《药品注册管理办法》,规定用于突发事件所必须的药品可以实行快速审批。但是,由于放射损伤病例较少,核和放射应急药品需要量很小,药品厂家申请生产批号需要一定的经费,生产厂家没有积极性去申请药品批号,因此给核和放射应急药品的准备带来了一定困难。相关部门应协调解决药品生产的报批费用,鼓励药品生产厂家积极开展特需药品的生产工作,以做好核和放射突发事件的准备工作。此外,临床上常用的阿米福汀、GM-CSF 和 G-CSF 等药品,由于临床上经常使用,而且价格十分贵,不需做专门准备,以便造成不必要的资源浪费,国家相关部门应协调生产这些药品的厂家进行生产能力准备。

由于放射损伤病例较少,临床救治经验少,在重度和极重

度损伤病人的救治和内污染的防治等方面存在一些困难。应当加强对急性放射病、放射性内污染防治药物的研发工作。承担核和放射应急任务的医疗单位,特别是核放射救治基地应做好核和放射应急药品准备工作,适量准备 KI、Zn-DTPA 和 Ca-DTPA 及普鲁士蓝等药品,加强对医务人员的培训和演练,提高放射损伤的救治能力。

### 参考文献:

- [1] Wm. Robert Johnston. Statistical summary of radiation accidents and other events causing radiation casualties [EB/OL]. <http://www.johnstonsarchive.net/nuclear/radeventdata.html>. 2008-05-30/2010-04-13.
- [2] 中华人民共和国环境保护部. 中华人民共和国国家核安全局 2008 年年报, [http://haq.mep.gov.cn/haqkw/200911/t20091113\\_181615.htm](http://haq.mep.gov.cn/haqkw/200911/t20091113_181615.htm). 2009-11-13.
- [3] 朱宝铎,崔子秋. 全国放射事故案例汇编(1988~1998 年) [M]. 北京:中国科学技术出版社,2001.
- [4] 国家发展改革委. 核电发展中长期规划(2005~2020 年) [Z]. 2007.
- [5] “清查放射源,让百姓放心”专项行动综述 [Z]. [http://www.yn.gov.cn/yunnan\\_china/73185723133460480/41182.html](http://www.yn.gov.cn/yunnan_china/73185723133460480/41182.html) 2006-5-8 16:10:41.
- [6] 刘英,秦斌,韩玉红,等. 山东济宁<sup>60</sup>Co 辐射事故的医学救援 [J]. 中华放射医学与防护杂志,2007,27(1):40-42.
- [7] 刘建香,黄敏燕,阮健磊,等. 哈尔滨事故受照者的生物剂量估算 [J]. 中华放射医学与防护杂志,2006,26(5):460-462.
- [8] 国家核安全局. 山西省亨泽辐照科技有限公司人员受照剂量照射事故. [http://nnsa.mep.gov.cn/jyfk/200910/t20091028\\_180242.htm](http://nnsa.mep.gov.cn/jyfk/200910/t20091028_180242.htm). 2009-10-28.
- [9] Internal Atomic Energy Agency. Illicit Trafficking Database fact sheet 2009 [EB/OL]. <http://www-ns.iaea.org/downloads/security/itdb-fact-sheet-2009.pdf>. 2009-9/2009-12-23.
- [10] 雷翠萍,秦斌,陈惠芳,等. 英国钚-210 放射事件的医学响应 [J]. 放射防护,2009,29(4):275-278.
- [11] Gorin NC, Fliedner TM, Gourmelon P, et al. Consensus conference on European preparedness for haematological and other medical management of mass radiation accidents [J]. Annals of Hematology, 2006,85: 671-679.
- [12] Department of Homeland Security. Department of Homeland Security Working Group on Radiological Dispersal Device (RDD) Preparedness: Medical Preparedness and Response Sub-Group. [http://www.orau.gov/hsc/RadmassCasualties/content/resources/Radiological\\_Medical\\_Countermeasures\\_051403.pdf](http://www.orau.gov/hsc/RadmassCasualties/content/resources/Radiological_Medical_Countermeasures_051403.pdf) [EB/OL]. 2003-05-14/2010-03-20.
- [13] World Health Organization. Guidelines for iodine prophylaxis following nuclear accidents: up-date [P]. WHO/SDE/PHE/99.6. Geneva: WHO,1999.
- [14] 刘长安,耿秀生,刘英. 稳定碘预防在核事故应急中的作用 [M]. 北京:北京大学医学出版社,2006:90-95,127-133.
- [15] U.S. Food and Drug Administration. Questions and Answers on Calcium-DTPA and Zinc-DTPA (Updated). <http://www.fda.gov/Drugs/EmergencyPreparedness/Bioterrorism/DrugPreparedness/ucm13034.htm>. 2009-04-30/2010-02-25.

(收稿日期:2010-11-23)