

核与放射突发事件医学救援小分队行动导则研究

刘长安*, 刘英, 耿秀生

中图分类号: TL73 文献标识码: A 文章编号: 1004-714X(2006)02-0135-03

【摘要】目的 制订核与放射突发事件医学救援小分队行动导则。方法 以国内外核与放射突发事件医学应急准备与响应的经验和教训为基础, 参考国际原子能机构相关报告和建议。结果 提出了对核与放射突发事件医学救援小分队职责任务、应急准备、现场救援原则与程序、应急防护行动的基本要求和实用建议。结论 本导则可用于指导核与放射突发事件医学救援小分队组建、实施有效的医学应急准备和响应。

【关键词】辐射应急; 医学救援小分队; 行动导则; 应急准备; 应急响应

Study on the Action Guidelines for Medical Support Team for Nuclear and Radiological Emergency. LIU Chang-an, LIU Ying, GENG Xiu-sheng. *National Institute for Radiological Protection, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100088 China.*

【Abstract】Objective To study the action guidelines for medical support team for nuclear and radiological emergency. Methods It is based on the experience and lessons learned in the course of meeting the emergencies preparedness and response of nuclear and radiological emergencies in China and abroad with the reference of the relevant reports of International Atomic Energy Agency. Results Essential requirements and practical recommendations for the roles, responsibilities, emergency preparedness, principles and procedures of medical assistance at the scene, as well as the radiological protection of medical support team were provided. Conclusion The document mentioned above can be applied to direct the establishment, effective medical preparedness and response of the medical support team for nuclear and radiological emergency.

【Key words】Radiation Emergency; Medical Support Team; Action Guidelines; Emergency Preparedness; Emergency Response

为了有效地应对并及时控制核与放射突发事件, 防止事态扩散, 减轻事件后果, 保证国家政治、经济、社会安全, 保障广大人民群众的生命与健康, 维护社会稳定和经济发展, 必须做好核与放射突发事件发生后的应急救援工作, 而医学应急救援是整个应急救援工作的重要组成部分。核与放射突发事件的一个突出特点是突发性和危害程度的不确定性, 要求在较短的时间内组织一支有效的医学救援力量, 在复杂的情况下完成医学应急救援活动, 没有一支装备精良、行动迅速、训练有素的医学救援小分队 (Medical Support Team, MST) 是不可能办到的。对核与放射突发事件应急响应负有责任的国家和地方医学应急组织根据各自的职责范围, 建立并维持 MST 的运行是非常必要的。

1 背景与方法

MST 应在核与放射突发事件发生后迅速赶赴事故或事件现场, 担负对非放射损伤和放射损伤人员的现场急救、初步分类诊断、初步去污处理或促排、受污染人员的检测、发放抗辐射药品和现场采样等方面的工作。与在医院中的救援工作相比, 现场救援有其特殊的要求, 无论在仪器设备、人员组成和人员素质等方面, 还是在应急救援方案、人员的分工合作和救援人员的自我保护等方面, 都需要进行深入的研究和精心的准备。目前在一些国际性组织和发达国家中, 都已开展了事故现场医学救援的研究工作, 有许多成功的经验。国际原子能机构 (IAEA) 在其应急准备与响应网络组建要求 EPR-ERNET 2000^[1] 和 EPR-ERNET

2002^[2] 中, 借鉴了这些成功的经验, 对 MST 的组成、人员培训、质量保证、仪器装备和响应程序等方面, 有了明确的描述。卫生部核事故医学应急中心组织起草了核与放射突发事件 MST 行动导则^[3], 以期为国家 and 地方 MST 的建设、应急准备与响应行动提供必要的实用技术指导, 为我国突发公共卫生事件应急机制的建设提供有力的技术支撑。本导则在总结国内外核与放射突发事件医学应急准备与响应的经验教训的基础上, 等效采用 IAEA 应急准备与响应网络组建要求 EPR-ERNET 2000^[1], 并参照 IAEA 安全报告丛书第 2 号^[4]、安全报告丛书第 4 号^[5] 和技术文件第 1162 号^[6] 等有关文献, 以使其具有适用性和可操作性。应当指出的是, 导则中所述的要求、方法和操作程序等需要通过演练和实战加以验证和完善。

2 MST 的职责和任务

2.1 职责 迅速赶赴核事故、放射事故、核或放射恐怖袭击事件现场, 实施并指导当地医学应急组织做好现场应急救援工作; 评估事件的医学后果; 对受害者 (包括表现急性放射病症状和体征的人员、放射性核素体内或体表污染的人员、局部放射损伤人员和放射复合伤伤员) 提供相应的医学建议或咨询; 如果病人需要后续治疗, 向应急管理部门提供转送到合适的放射损伤专科医疗中心的建议; 提供必要的去污染和防止人群受到进一步辐射照射的建议和推荐的行动; 提出公共卫生方面的建议。

2.2 任务 在核与放射突发事件现场, MST 承担的具体任务主要有: 对非放射损伤和放射损伤人员的现场急救; 初步分类诊断和分类处理; 超剂量受照人员和受污染人员救治; 初步去污处理和 (或) 促排; 生物样品的采集和处理等。

3 MST 的应急准备

3.1 组织结构和人员分工

基金项目: 国家核事故应急办公室资助项目 (国核应办[2003]7号); 国家科学技术部科研院所社会公益研究专项国家科技基础条件平台工作重点项目 (2003D1A6N009)

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: 刘长安 (1968~), 男, 陕西富平人, 硕士, 副研究员。研究方向: 核与放射突发事件医学应急响应。

3.1.1 组织结构 一支 MST 至少由 6 名成员组成, 各成员的基本要求如下: 医学救援小分队的队长 (MST-1) 由临床医生担任, 具备血液学、肿瘤学、烧伤治疗、放射治疗、核医学治疗、放射损伤与放射防护领域的广泛知识、管理经验, 国际救援小分队队长应具备熟练英语交流的能力; 1 名对上述领域较精通的临床医生 (MST-2); 1 名具备外部去污和采样技术及经验的保健物理专业人员 (MST-3); 2 名具备病人处理、去污和采样知识的护理人员 (MST-4 和 MST-5); 1 名具备放射生物学和放射防护知识的技术人员 (MST-6)。导则提出了 MST 各成员的具体准入资格要求^[3]。

3.1.2 人员分工 MST-1 承担小分队的组织和指挥等全面工作, 是现场医学救援的决策者, 除此之外, 还要参与对放射损伤和非放射损伤人员的分类诊断和现场的紧急医学处理等工作。MST-2 主要负责伤员的初步分类诊断和紧急医学处理, 并作为 MST-1 的助手。MST-3 负责伤员的放射性污染检测和初步的放射性去污处理, 以及现场的放射性样品收集。MST-4 和 MST-5 主要负责外伤和其他损伤人员的处理, 受照人员和受污染人员的生物样品的采集、处理和保存。MST-6 主要协助医护人员的工作, 同时负责现场的辐射水平监测和救援人员的放射防护监测等。

3.2 仪器装备 包括现场急救器械、应急药箱、生物样品采集设备、辐射应急监测仪器、个人防护用具、现场去污箱、普通装备、运输工具、通讯设备和其他装备。参考国家卫生应急救援队伍基本装备和药物清单^[7]和 EPR-ERNET 2002^[3], 结合我国实际情况, 本导则提出了 MST 仪器装备的种类、数量、规格、性能和质量控制的基本要求^[3]。所有装备应当在制造商标明的有效期内使用, 并保证可供小分队使用至少 3 d。在救援行动时, 实际动用的 MST 的装备和人员视事故的具体情况和所请求支援的内容而定, 例如在事先已知仅涉及事故性外照射而无放射性污染的情况下, 可不携带现场去污箱等装备。

3.3 人员培训、演习和应急响应能力的保持 应当确保对 MST 所有队员提供充分的培训, 尤其要加强对队长领导素质的培训, 提出了培训内容、形式、周期、记录的要求。为了检查组织和应急计划是否适当和切实可行, 保持应急响应能力, MST 应积极参加和组织应急演习。以模拟核事故、放射事故、核或放射恐怖袭击事件应急响应形式进行医学应急演习, 应设计不同情景的假想事故或事件进行演习, 导则根据有关法规和文献^[2,8]提出 MST 演习的目标、应考虑的关键问题、类型、频率和评估总结要求^[3]。保持随时具备应有的应急响应能力, 除了定期进行培训和演习外, 还应做到应急响应的人力、物力与日常工作“积极兼容”; 对于应急响应设备、器材和用品经常进行检查和维护; 定期修改或更新应急计划和程序等。

4 现场医学救援

4.1 现场救援行动的原则、任务与基本步骤 现场救援行动应遵循快速有效、边发现边抢救、先重后轻、对危重伤员先抢救后除污染、以及保护救援人员的原则。导则参照有关文献^[6,9]出现场救援的基本任务、行动程序和要点。

4.2 现场辐射水平监测 电离辐射是看不见、摸不着的, 也就是说不会以任何方式被人体所感知, 但是超量的辐射照射可能对健康造成影响。为了确保救援人员的安全, 免受高水平的辐射照射和放射性核素

污染, 估算病人或受照者的剂量, 对作业现场应及时进行辐射和污染的监测。导则描述了现场烟羽监测、表面污染监测、放射源监测、人员外照射剂量测量的仪器设备、方法和程序^[6,10]。

4.3 损伤人员的分类 损伤人员的早期分类, 是指根据损伤程度或疾病情况将病人分成不同的类型, 以便于临床治疗和最大限度地使用可利用的医疗机构和设施。伤员分类广泛地使用于所有灾害和突发事件。伤员分类的主要任务之一, 是确定所需要的医学急救救治水平。若事件只造成少数人损伤, 医学处理不会有大的困难; 如果涉及数十、数百人超剂量受照或怀疑受照, 而救援人员和设施有限时, 就可能有很大的困难, 特别是住院治疗。因此, 制定计划是非常必要的, 并且这种计划应适合灾害事件的医学救治体系^[5,9]。导则详细描述了核与放射突发事件所致主要损伤的类型、对损伤人员进行早期分类的方法、步骤和医学处理原则^[3]。

4.4 现场急救处理 为保护被抢救者与抢救者, 若现场辐射水平较高, 应首先将伤员迅速撤离现场, 然后再进行相应的医学处理。暂且不管污染水平如何, 用常规的急救方法抢救生命, 因为放射性污染绝不会危及生命。实施抢救时, 先根据伤员的伤情做出初步(紧急)分类诊断。对危重伤员应立即组织抢救, 优先进行紧急处理。急救中, 应着重注意灭火、止血、固定、包扎、抗休克和防治窒息等问题。提出了可延迟处理伤员的处理原则与一般程序, 以及伤员转运的程序与注意事项^[3]。

4.5 去除人员体表的放射性污染 规定了放射性污染现场的控制措施, 人员污染的判断与监测, 体表去污的原则、方法、程序、要求和注意事项, 人员去污监测程序和去污效果评价等。

4.6 内污染的早期处理 如果怀疑有内污染应快速确定污染的性质和程度, 以便尽快采取适当措施减少污染。在处理内污染人员时, 主要有如下程序: 为临床评价收集适当的生物样本, 如鼻咽擦拭物、尿、粪便等; 如有必要继续进行外污染的去污; 特殊检查, 如全身计数和/或甲状腺直接计数, 这要取决于造成污染的核素种类和性质; 去污处理, 包括污染伤口的切除。

4.7 样品采集和处理 为估算受照射者的剂量和病情判断, 需采集核与放射突发事件受害者身体的生物材料及随身或现场的有关样品, 供生物剂量(包括电子自旋共振波谱)、热释光剂量测量和中子活化分析用。收集的样品应分类、编号、造册、封存。导则对不同类型事件中应收集的样品种类、时机、处理和后送等问题进行了必要的阐述。

4.8 标记和记录 根据不同区域的辐射水平将事件现场划分为控制区、监督区和非限制区, 对事件现场进行隔离。采取此对策可减少放射性核素由污染区向外扩散, 并避免进入污染区而受照射。可在巡测仪器读数为 100 $\mu\text{Sv/h}$ 的地方布设安全界线。除非有救治生命和(或)防止灾难恶化的需要, 不要接近剂量率超过 10 mSv/h 的区域。在安全界线外布设警戒界线, 以保证公众不妨碍应急响应人员工作^[9]。为了判断事件的性质和严重程度, 对受害者进行及时准确的剂量估算、伤情判断、预后估计和医学处理, MST 有关成员应当及时调查和填写《事故照射资料收集、记录表》、《医学资料收集、记录表》、《人体体表放射性核素污染测量及去污记录单》、《受害者物品和生物样品登记表》和《照射控制记录表》等, 并按照规定妥善处理

和保存。

4.9 其他有关问题 导则对 MST 的准备与集结、通讯联络保障、与其他应急响应组织的配合、救援行动终止程序提出了相应的要求或建议。

5 辐射防护行动

MST 对核与放射突发事件的医学和公共卫生学后果应进行初步的评估,提出必要的去污染和防止人群受到进一步辐射照射的建议和推荐的行动,提出公共卫生方面的建议,因此 MST 各成员必须熟悉保护公众和工作人员的应急对策及相应的行动水平。导则简要介绍了各种应急对策及其利益、风险和代价,对公众采取应急防护对策的干预水平与行动水平^[9,11,12]。由于首先赶赴现场的救援人员大多未受过专业训练,因而需要采取必要措施,保障救援人员在完成应急救援任务过程中不会受到超剂量照射。为了将救援人员的受照危险减至最小,首先要让他们了解减少受照剂量的三原则,即①在放射环境中停留的时间要减至最少,必要时轮换作业;②保持与放射源最大距离;③只要有可能,就要充分利用屏蔽防护。其次,要为他们配备能进行报警的辐射探测仪和个人剂量计,配备必要的个人防护用具,减轻或防止放射性污染。第三,熟悉并遵守应急工作人员通用防护导则^[3,6]。导则对应急照射的剂量控制原则、应急工作人员通用防护导则和 MST 成员具体的防护措施进行了讨论和说明。

(上接第 134 页)

后 9 h 达高峰,随后逐渐下降;在加入 caspase-8 特异性抑制剂 IETD-fmk 后, caspase-8 的活性完全受到了抑制; caspase-3 在受照后 3 h 左右活性升高,照射后 12 h 达高峰,随后逐渐下降;在加入 caspase-8 特异性抑制剂 IETD-fmk 后, caspase-3 的活性受到一定抑制。在照射后 12 h 检测细胞存活率仅为 38.21%,细胞凋亡达到 58.10% (与正常对照组比 $P < 0.01$); 7 Gy 照射 + IETD-fmk 组细胞存活率增到 64.31%,细胞凋亡降为 20.78% (与照射组比 $P < 0.01$)。

电离辐射后 caspase-8 激活无需死亡配体 Fas-L 等的存在,表明辐射可直接作用于细胞膜,激活细胞凋亡的膜受体-caspase-8 途径,导致细胞凋亡。因此保护细胞膜、抑制细胞膜死亡受体通路信号传递在辐射防护中有一定的治疗价值。同时也提示,该途径的激活并非辐射诱导细胞凋亡的唯一通路,因为照射后加入 caspase-8 特异性抑制剂 IETD-fmk,完全阻断 caspase-8 活性的情况下,细胞的 caspase-3 活性仅被部分抑制,未能完全阻止辐射细胞走向凋亡,这与电离辐射信号传递的多条通路激活有关。

在电离辐射损伤的信号转导过程中,不仅作用于染色质 DNA,细胞膜也是辐射损伤的重要靶点之一。多信号通路激活、多靶点作用,是电离辐射损伤的基本特点。因此在设计防治方案时应有全局的观念,单从损伤机制的某一方面入手,很难达到理想的效果;抑制电离辐射对细胞膜信号通路的激活,为研究肿瘤的放化疗机理和寻找新的辐射防护治疗方法提供新思路。

参考文献:

- [1] IAEA. IAEA Emergency response network, EPR-ERNET(2000) [R]. Vienna: IAEA, 2000.
- [2] IAEA. IAEA Emergency response network, EPR-ERNET(2002) [R]. Vienna: IAEA, 2002.
- [3] 刘长安,刘英,苏旭.核与放射突发事件医学救援小分队行动导则[M].北京:北京大学医学出版社,2005.
- [4] IAEA, WHO. Diagnosis and treatment of radiation injuries, Safety Reports Series No. 2 [R]. Vienna: IAEA, 1998.
- [5] IAEA, WHO. Planning the medical response to radiological accidents, Safety Reports Series No. 4 [R]. Vienna: IAEA, 1998.
- [6] IAEA. Generic procedures for assessment and response during a radiological accident emergency, IAEA-TECDOC-1162 [R]. Vienna: IAEA, 2000.
- [7] 王陇德. 卫生应急工作手册 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2005. 520—524.
- [8] IAEA. Preparation, conduct and evaluation of exercises to test preparedness for a nuclear or radiological emergency, EPR-EXERCISE (2005) [R]. Vienna: IAEA, 2005.
- [9] 刘长安,刘英,苏旭.核与放射事故医学应急计划指南 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2005.
- [10] IAEA. Generic procedures for monitoring in a nuclear or radiological emergency, IAEA-TECDOC-1092 [R]. Vienna: IAEA, 2000.
- [11] GBZ 113—2002, 电离辐射事故干预水平及医学处理原则 [S].
- [12] GB 18871—2002, 电离辐射防护与辐射源安全基本安全标准 [S].

(收稿日期: 2005—12—12)

参考文献:

- [1] Irena Szumiel. Monitoring and signaling of radiation-induced damage in mammalian cells [J]. Radiation Research, 150(Suppl): S92-S101.
- [2] Adriana Haimovitz-Friedman. Radiation-induced signal transduction and stress response [J]. Radiation Research, 150(Suppl): S102-S108.
- [3] Arjun Singh, Jian Ni, Bharat B. et al. Death domain receptors and their role in cell demise [J]. Journal of Interferon and Cytokine Research, 18: 439-450.
- [4] Gold R, Schmied M, Giegenich G, Breitschopf H, et al. Differentiation between cellular apoptosis and necrosis by the combined use of in situ tailing and nick translation techniques [J]. Lab Invest 1994, 71: 219-225.
- [5] Detlef Bartkowiak, Stephanie Hogner, Heinrich Baust. Comparative analysis of apoptosis in HL60 detected by annexin-v and fluorescein diacetate [J]. Cytometry 1999, 37: 191-196.
- [6] Valerie A. Fadok, Donna L. Bratton, David M. Rose, et al. A receptor for phosphatidylserine-specific clearance of apoptotic cells [J]. Nature, 405: 85-92.
- [7] Guy S. Salvesen and Vishva M. Dixit. Caspases: intracellular signaling by proteolysis [J]. Cell, 91: 443-446.
- [8] Ultraviolet light induces apoptosis via direct activation of CD95 (Fas/APO-1) independently of its ligand CD95L [J]. The Cell of Biology, 140: 171-182.
- [9] Elizabeth A. Reap, Kevin Roof, Kenrick Maynor, Michelle Borrero, et al. Radiation and Stress-induced apoptosis: a role for Fas/Fas ligand interactions. Proc [J]. Natl. Acad. Sci. USA, 94: 5750-5755.
- [10] J. S. Braun, R. Novak, K. H. Herzog, et al. Neuroprotection by a caspase inhibitor in acute bacterial meningitis [J]. Nature Medicine, 5: 298-320.

(收稿日期: 2005—11—28)