

电离辐射事故的特殊医学应急准备指南

刘长安, 刘英

(中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所, 北京 100088)

电离辐射事故 (radiological accident) 是指电离辐射源失控引起的异常事件, 直接或间接产生对生命、健康或财产的危^[1]害。辐射照射和放射性同位素污染是看不见摸不着的, 需要特殊的手段来检测和评价。为了能够满足电离辐射事故 (以下简称事故) 受照人员的医学救治需要, 除了常规医疗准备外, 医学应急响应计划还应包括对一些特殊的应急准备的要求, 例如辐射剂量、污染的监测和估算安排、专门设备和物资以及接收区的准备等等。

1 辐射剂量、污染的监测和估算安排

1.1 概述

在事故情况下, 对受照或污染人员估算吸收剂量是非常重要的。在外污染情况下, 必须用合适的仪器测量污染的水平^[1]和范围。受事故性外照射高吸收剂量的估算可能是非常复杂的问题, 必须由剂量学专家来承担。

辐射剂量、污染的监测和估算一般由放射卫生防护部门实施, 同时应有医务人员在现场进行医学监督。这种评价包括辐射测量及收集病人去污和治疗资料, 所用的仪器应对贯穿性和非贯穿性辐射都敏感 (如带有薄壁或入射窗的 G-M 计数管)。小心避免探头触到病人或其他可能的污染表面。如果病人处于污染区, 应在现场医务人员的监督下将病人移至本底较低的地方。记录每个病人的放射性分析资料, 并做好标记, 如伤口的^[1]位置。病人的姓名、检测人员的姓名、检测时间、日期和地点、所用仪器的类型和序号等都应记录。事先应准备好带有解剖学示意图的检测表^[2]。

对于中子、 γ 或 X 射线照射, 受照人员在受照时未佩戴个人剂量仪则剂量估算将需要事故剂量重建。同时为估算剂量必须详细询问受照人员。现在已有在没有剂量计情况下的剂量估算方法。例如, 利用电子自旋共振 (ESR) 分析受照衣服棉纤维、牙釉质或其他物质。为剂量估算, 受照而无污染的病人衣服应当保留^[3-5]。

在中子照射事故中, 血液、毛发、指甲的感生放射性分析可能是重要的。这些物质应尽快取样和保存, 以备由有能力的实验室分析。时间是这种分析的重要因素, 越早分析灵敏度越高。另外像珠宝、硬币、眼镜金属框、腰带扣、手表, 同样也应保留, 以备活体分析^[3-5]。

1.2 全身受照剂量估算

外周血淋巴细胞是对辐射最敏感的细胞系之一, 淋巴细胞绝对数降低是早期观察确定受照射水平的最好、最有用的实验室检查方法 (表 1)。剂量超过 10~15 Gy, 可观察到胃肠道症状, 如出现血水便或严重血性腹泻, 则应考虑肠型放射性疾病的可能性。超过 50 Gy 照射时, 可发生神经系统症状, 其特点是严重的早期征候群, 如共济失调、定向力障碍等可在照后立即出现, 继之出现抽搐、昏迷等症状, 以至在 1~2 d 内死亡 (脑型放射性疾病)。

表 1 不同程度急性放射病的淋巴细胞计数改变^[6]

急性放射病分级		剂量 (Gy)	照后 1~2d 淋巴细胞计数最低值 ($\times 10^9/L$)
骨髓型	轻度	1.0~2.0	1.2
	中度	2.0~4.0	0.9
	重度	4.0~6.0	0.6
	极重度	6.0~10.0	0.3
肠型或脑型		> 10.0	< 0.3

在生物剂量检查中, 外周血淋巴细胞染色体畸变分析是一种最广泛采用的可靠方法^[3,4,7]。我国有些实验室已建立了良好的剂量-效应关系曲线和计算模式。在外照射的情况下, 用淋巴细胞染色体畸变分析作剂量估计的范围一般在 0.1~5.0 Gy 之间。用这种细胞遗传学方法探测的剂量下限, 对 X 及 γ 射线约为 0.1 Gy, 裂变中子为 10~20 mGy。使用这种技术在身体局部受照时受到限制, 因染色体畸变虽然可表明有辐射损伤, 但不能准确估计剂量。另外, 对体内辐射源所致剂量, 由于不同放射性核素分布不同, 不能都估算出它们的剂量。染色体结果分析需要 3 d, 因为淋巴细胞培养必须 48 h 才能获得足够的中期分裂细胞, 以便估算出染色体畸变率, 而且计数费时, 又需要相当熟练的技巧。

为了快速对损伤的人员进行鉴别诊断, 用胞质分裂阻断 (CB) 法进行淋巴细胞微核分析也是可行的^[8]。这种方法同样也需要淋巴细胞培养, 但计数快, 也较容易。应指出的是, 借助电子计算机扫描自动检测, 要比细胞核分裂中期染色体人工分析费力小。现有资料表明, 用淋巴细胞微核率估算一次比较均匀的过量外照射比较准确, 对不均匀和局部照射, 只能给出等效全身均匀照射剂量。而对于分次照射和长期小剂量照射等, 由于影响因素复杂, 目前尚不能用淋巴细胞微核来估算剂量。一般认为, 用淋巴细胞微核估算剂量在 0.25~5.0 Gy 范围内较准确。

1.3 局部受照剂量估算

收稿日期: 2004-03-03; 修回日期: 2004-06-04

基金项目: 国家科技部社会公益研究专项资金项目 (2001DIB20108)

作者简介: 刘长安 (1968—), 男, 陕西富平人, 硕士, 副研究员, 研究方向: 核事故医学急救。

物理剂量非常重要, 因为局部辐射损伤的早期没有可利用的生物剂量方法。应详细询问事故经过并记录。

在局部损伤情况下, 应尽可能使用事故时受照的牙齿、衣服、纽扣、耳环或其他任何有机物, 利用 ESR 技术估算受照剂量。事故后第一周内, 每天的血细胞计数有助于排除全身受照的可能性, 因为局部损伤只可观察到某些非特异性改变, 如轻度白细胞增多或血沉加快。染色体畸变只在少数局部受照 5~10 Gy 人员的淋巴细胞中发现, 而且它只能提供定性资料, 而不是定量资料^[3,4]。

1.4 放射性核素污染的判断

污染判断的目的是为获得放射性核素的摄入时间、性质和在体表、体内及器官的分布等资料。对于仅受到一种或几

种放射性核素单纯污染的情况, 初期不会有什么临床表现。

当工作场所的放射性核素外溢或气溶胶浓度升高时, 工作人员口罩内可能被污染; 体表被放射性核素严重污染的情况下, 应考虑放射性核素内污染的可能性。

对于体外污染, 可用物理测量仪器, 如表面污染监测仪(G-M 探测器等)进行测量(表 2)。另外, 必须收集体表、鼻孔、耳道擦拭物, 并进行测量。就体内污染而言, 放射性核素可能通过吸入、食入、伤口或未损伤的皮肤进入体内, 其物理测量包括甲状腺监测、全身计数测量、 γ 照相测量及血和排泄物分析。对于排泄物(尿和粪便), 必须收集全样, 并贴上标签和登记采样时间(表 3)。有条件时, 可做全身放射性测量^[2~4]。

表 2 体外污染的防护措施^[4]

类别	防护措施
现场人员防护	所有参与医学处理的人员都应配备防护服, 即带有帽子的外衣、口罩、手套。口罩和手套边应贴紧体表。护理人员和急救人员工作结束离开现场时应进行污染检查。
房间配置	应使用独立的或远离普通急诊区的房间。应防止空气循环, 浴盆或手术台应有专用排水系统, 还应有盛废水和污染物的容器和塑料袋。
监测仪	一般有一台保养良好的 β 、 γ 测量仪即可。可能还需要一台能指示高剂量率和大量程的仪器(电离室)。测量应在距人体约 25 mm、探测器移动不超过 50 mm/s 的条件下进行。
个人剂量计	起码应配备胶片或热释光剂量计, 虽然有直接读数仪表, 但个人剂量计更好。尽量使工作人员的受照保持在可合理达到的最低水平, 并且任何情况下均应使之保持在国家规定的剂量限值内。

表 3 初始污染测量和实验室检验^[4]

污染类型	测量与检验方法
外污染	利用仪表进行监测。用棉花擦拭皮肤、鼻孔、耳道、伤口及其他任何污染部位, 应将每个擦拭棉球都放入试管内并贴上标签, 每个样品应有清楚的标记, 包括病人姓名、取样类型、取样日期和时间, 以便进行计数测量。
内污染	使用仪表监测法, 如全身计数测量、 γ 照相、甲状腺计数测量。血液、粪便或尿中可能有放射性核素时, 应将排泄物放入合适的容器, 血样放入试管内, 以便进行计数测量。

2 专门设备和物资

除了医院可利用的普通医疗装备外, 处理事故病人可能还需要一些特殊的仪器设备和物资^[9]。

2.1 放射性核素污染监测仪器

为处理涉及放射性核素污染的事故, 实施有效的测量是必不可少的。这些通常由放射防护专家或保健物理专家承担。不经常使用辐射测量仪器的工作人员应当接受特殊培训。

要使用合适的仪器测量有关的放射性核素污染。需要使用专门的辐射监测仪才能够确定外污染的程度和对去污效果做出评价。这些合适的仪器可能在医院的核医学科得到, 或者在指定的接收区(诊所、医院)装备自己的仪器。

如果发现或怀疑有意义量的内污染, 需要将损伤人员转送到一个拥有全身计数测量仪(WBC)的医疗中心。在有些情况下, 使用可移动的 WBC 到医院实施测量可能更好。所有处理污染病人的工作人员需佩戴个人剂量计。

仪器要经常检验和定期校准, 以保证仪器的良好工作状态。

2.2 减少污染扩散的措施

受污染的人员被送到医院时, 应采取简单的预防性措施。

尽可能减少污染的扩散。这样的扩散虽不致造成医院工作人员的有意义的剂量, 但很难清除。可用下列储存物品减少污染扩散, 大的塑料单或耐磨的厚纸放在损伤人员身下; 工作人员防护衣具(防护服、防护面具或口罩、橡胶或塑料手套和套鞋); 用塑料袋收集所有与污染损伤人员接触的物品, 如衣服、擦拭物、敷料、器具、手套和防护服等; 用大的容器储存损伤人员去污使用过的液体; 用于盛放组织样品、尿液和粪便的专门容器。

3 接收区的准备

在受照和(或)污染病人到达接收区前必须做好以下准备^[2,9]: 在建筑物外指定一个区域停放运送损伤人员的车辆, 在这里车辆可以进行污染监测和必要时去污。建立一个专门的接收区(如图 1), 保证分别处理受到污染的损伤人员和非污染损伤人员。如果医院里的地板不容易清洁, 应当用厚纸覆盖。实践证明如果使用聚乙烯, 尤其当聚乙烯处于潮湿状态时, 对人员是有害的。若无可利用的东西, 可以使用报纸。这些覆盖应用胶布粘牢在地板上。可能需要控制通风, 以防止污染扩散。

由于急诊室通常所用的通道不一定作为接受污染病人的

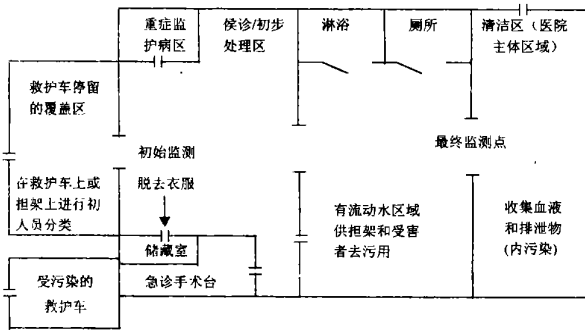


图 1 放射事故受害者接收中心规划示意图^[5]

通道，所以必须将此告知救护车护送人员。在适当的位置设立保安人员，以便为护送人员指路并限制无关人员出入。这是一种很有用的做法。救护车到达后，病人要被送到治疗区。如果治疗室没有外大门，可以有几种方法将病人送进治疗室而不致将放射性污染扩散。一种方式是如果病人伤情不太严重，在救护车担架将通过的走廊上铺垫不打滑的塑料薄膜；另一种方法也是可行的，即把病人从可能受污染的救护车担架上转移到另一个干净的担架上，用干净的毯子或被单裹住病人，此时可将病人经普通通道运送，如有污染，也只会停留在被单里。接收区应配有除污染台子，上面覆盖不透水的被单，应有收集除污染过程产生的废液的措施。

为防止污染扩散，应当只允许少数经过培训的人员处理污染病人，并且制定出对离开污染区工作人员活动的控制措施。在放射性核污染事故情况下，在工作人员和设备离开污染区前应当有除污染的准备。

如果医院其他部分（手术台或重症监护病房）可能处理污染病人，则应当进行适当隔离，以防止或减少放射性污染。

处理放射性污染的所有工作人员都应配有防护衣具（不透水的围裙、大褂、口罩、手套、套鞋）。准备好大的装污染

物品（如衣服等）的不透水袋子；以及足量的纸巾和棉纸用来除污染。应张贴辐射警告标志，以防止无关人员进入。

4 结语

电离辐射事故医学应急工作应贯彻执行国家核应急工作方针：“常备不懈，积极兼容，统一指挥，大力协同，保护公众，保护环境。”为了及时有效地应对事故，避免或减少因事故造成的人员伤亡和财产损失，促进核能和平利用和射线应用技术的可持续发展，充分的医学应急准备是必不可少的^[9]。除了上述特殊医学应急准备外，医学应急专业组织还应确保储备一定数量的医学应急用药箱，包括稳定性碘片、放射损伤防治药和放射性核素阻吸收药等，并适时更新；起草详细的医学应急响应计划和组织经常的演习；指定合适的人员并对他们进行专门培训；指定管理层专人负责安排适当的查询，特别是来自新闻工作者的查询^[10]。

参考文献:

- [1] GBZ 113—2002, 电离辐射事故干预水平及医学处理原则 [S].
- [2] 国家辐射防护和测量委员会 (NCRP), 著. 潘自强, 陈竹舟, 施仲齐, 等译. NCRP 第138号报告, 涉及放射性物质的恐怖事件管理 [R]. 北京: 原子能出版社, 2002. 34-40.
- [3] WHO. Diagnosis and treatment of radiation injuries Safety Reports Series No. 2 [R]. Vienna: IAEA. 1998.
- [4] 卫法监发 [2002] 133 号. 辐射损伤医学处理规范 [Z]. 2002.
- [5] WHO. Planning the medical response to radiological accidents. Safety Reports Series No. 4 [R]. Vienna: IAEA. 1998.
- [6] GBZ 104—2002, 外照射急性放射病诊断标准 [S].
- [7] GB/T 12715—1991, 染色体畸变分析估算生物剂量的方法 [S].
- [8] WS/T 187—1999, 淋巴细胞微核估算受照剂量的方法 [S].
- [9] 卫法监发 [2003] 53 号. 卫生部核事故与放射事故应急预案 [Z]. 2003.
- [10] 刘长安, 邵玉霞, 贾廷珍. 受过量照射工作人员的医学管理 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 2003, 23 (5): 387-389.

第十六届全国职业病学术大会征文通知

为加强学术交流,提高职业病学的研究和诊断治疗水平,促进我国职业病专业的发展,中华预防医学会职业病专业委员会决定于2006年5月在山东省烟台市召开第十六届全国职业病学术大会。现将征文有关事项通知如下。

一、征文内容: (1) 职业病诊断鉴定; (2) 职业病专业机构能力建设; (3) 职业病健康监护; (4) 突发职业危害应急处理; (5) 建设项目评价; (6) 职业病病例报道以及其他职业病相关内容。

二、征文要求: (1) 按《中国工业医学杂志》的论文格式, 将 1 份文稿寄至大会秘书处, 另将稿件发至 pccsun@gmail.com。(2) 征文请注明作者姓名、单位、通讯地址、邮编。(3) 请自留底稿, 恕不退稿。(4) 大会秘书处: 山东省职业卫生与职业病防治研究院业务科。地址: 济南市经十路 89 号, 邮编: 250062, 电话: 0531-82919539。

三、征文截稿日期：2006 年 4 月 15 日。

欢迎职业病及相关专业的同仁投稿。

中华预防医学会职业病专业委员会