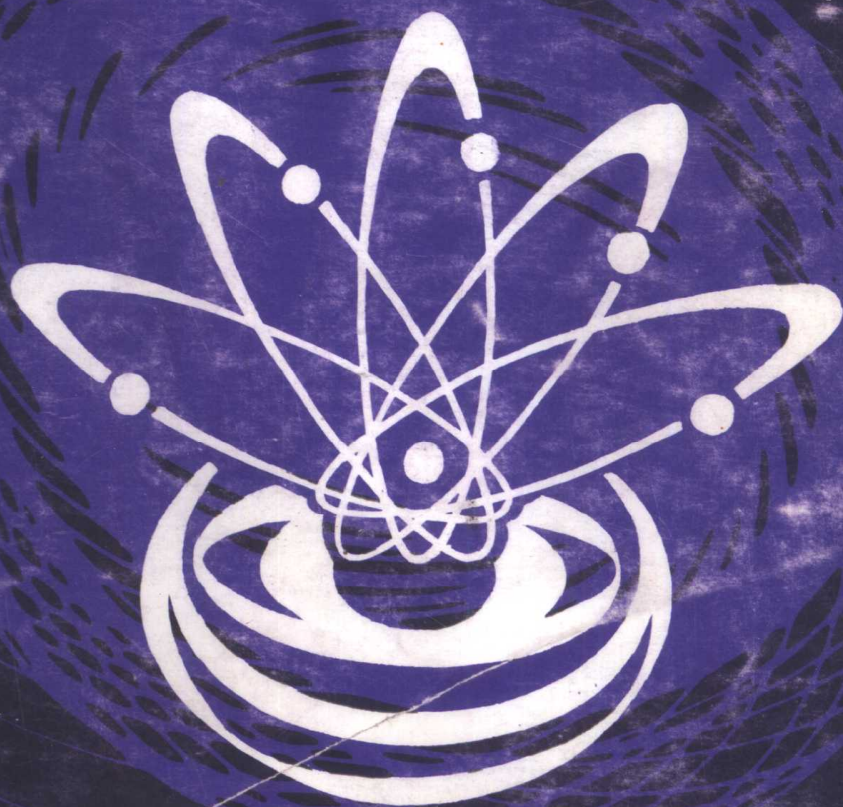


上海“6.25”⁶⁰Co源 辐射事故病人 诊断与救治文集

主编 刘本傲 叶根耀



北京科学技术出版社

上海“6·25” ^{60}Co 源辐射事故病人 诊断与救治文集

主 编 刘本俶 叶根耀

副主编 麦智广 毛秉智 黄隆安

北京科学技术出版社

(京) 新登字 207 号

图书在版编目 (CIP) 数据

上海“6·25”⁶⁰Co 源辐射事故病人诊断与救治文集 /

刘本俦主编, —北京: 北京科学技术出版社, 1994.5

I. 上…

II. 刘…

III. 钴 60—放射损伤—病人—诊治—文集

IV. R 818.73—53

北京科学技术出版社出版、发行

(北京西直门南大街 16 号)

邮政编码 100025

各地新华书店经销

上海竟成印刷厂印刷

*

787×1092 毫米 16 开本 33.75 印张 777.6 千字

1994 年 3 月第 1 版 1994 年 3 月第 1 次印刷

印数 1—4000 册

定价: 39.50 元

内 容 提 要

在 1990 年 6 月 25 日上海一起 ^{60}Co 源辐射事故中发生极重度及重度骨髓型急性放射各 2 例, 中度骨髓型急性放射病 3 例, 本书介绍了事故的经过、发生的原因, 组织救治的概况, 以及剂量估算, 分度, 分期, 分型诊断, 治疗, 护理和结合实际进行基础放射医学研究的成果。以及我国放射医学专家叶根耀教授对本次事故病人的诊断救治的分析与评价。共收录了论文 80 篇, 这些论文在理论与实践相结合方面解决了一些难点和疑点问题, 反映了当今世界对急性放射病研究和诊治的水平。本书图文并茂, 内容丰富, 可供放射病、血液病研究人员和临床医护人员, 基础医学科研人员和医学院校师生参考。

本书编委会名单

主 编 刘本俶 叶根耀

副主编 麦智广 毛秉智 黄隆安

编委会成员 (按姓氏笔画为序)

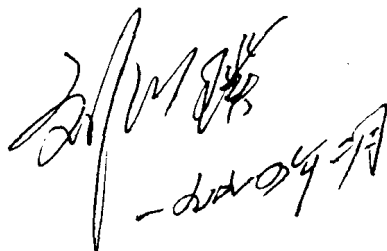
丁小萍	丁振海	王维平	毛秉智	叶根耀
江孝香	刘本俶	邢家骝	许冠生	麦智广
李盈祺	吴 灿	邹宜昌	林兆奋	金瑾珍
孟沛霖	孟祥顺	姚美芳	郭 勇	黄隆安
曹履先	景炳文	蒋本荣	虞梅影	

序

1990年6月25日，上海某单位发生了一起 ^{60}Co 源辐射严重事故，受照7人中发生2例极重度、2例重度和3例中度骨髓型急性放射病。伤员人数之多、受照剂量之大、剂量率之高，国内所仅见，救治工作的难度是不言而喻的。事故发生后，上海长海、长征医院和北京放射医学研究所、北京北太平路医院的专家教授、医护人员全力以赴，不仅充分应用我国、我军放射医学研究成果和现代先进技术，圆满地完成了这次难度极大的救治任务，而且在救治过程中，瞄准前沿，积极跟踪，多学科协同攻关，完善并发展了急性放射病诊治的新技术，探索并拓宽了放射医学研究的新思路，为核事故应急救援卫勤保障提供了新经验。

这次核辐射事故救治工作所取得科技成果和所积累的临床经验，比较成熟，适用范围广。为及时推广应用这些先进实用的新成果、新技术，在叶根耀、刘本倣教授的主持下，在全体编撰者的共同努力下，历时二年完成了《上海“6·25” ^{60}Co 源辐射事故病人诊断与救治文集》编辑出版工作，从理论和实践的结合上，全面、系统和科学地总结了这次重大救治工作的新经验和新方法。《文集》凝聚了参加救治的全体专家教授、医护人员和后勤保障人员的心血，是他们奉献精神和辛勤劳动的结晶。它的出版发行无疑将对放射医学研究的深入发展，提高我国、我军急性放射病的救治水平，促进核能和平利用的卫生安全保障，发挥重要作用。

我相信，我国、我军从事放射医学基础与临床的科技工作者，一定会在汲取“6·25”救治经验的基础上，继续勇于探索、善于实践、敢于创新，多出成果，多出人才，为使我国、我军放射医学的整体实力早日达到世界先进水平而不懈努力，为国家经济建设和军队现代化建设，做出更大的贡献。



刘本倣
- 2004年

前 言

1990年6月25日在上海某 ^{60}Co 源辐射室,由于有关工作人员严重违反技术操作规程,造成了一起 γ 射线辐射事故(简称上海“‘6·25’ ^{60}Co 源辐射事故”),致使7名工作人员遭受一次性,相对均匀全身辐射,引起极重度骨髓型急性放射病2例,重度骨髓型急性放射病2例,中度骨髓型急性放射病3例。事故发生后,由于各级领导组织及时有力,救治思想统一,决策果断明确,就近在第二军医大学附属长海医院和长征医院实施救治,并及时得到北京放射医学研究所、北京北太平路医院有关领导及上级委派的顾问组叶根耀、毛秉智、李盈祺、曹履先、郭勇、金瑾珍、蒋本荣、邢家骝等教授,罗庆良副研究员、陈虎医师以及江孝香、王维平护理长参加救治,与第二军医大学及其两所附属医院的有关专家教授、医护技术人员团结协作,克服各种困难,敢于探索,经过100个日夜并肩奋战,最后顺利地完成了这项重大的救治任务。并进行了认真的全面总结,本书的出版发行,即是此次救治任务完成后总结的经验结晶。

此次救治由于早期诊断及时准确,救治措施有力,综合治疗水平提高,治疗中显示了过去没有观察到的各种骨髓型急性放射病人不同程度的病例的临床表现及其演变规律,而获得了极其宝贵的资料,对急性放射病发病规律的认识及采取有关治疗措施效应的了解有了新的发展。

在救治的全过程中注意了两个结合。一是医疗救治与科学研究紧密结合。例如应用微生物学、免疫学、内分泌学、血液动力学、组织化学、分子遗传学等诸多学科的最新成果和技术,对急性放射病进行了比较全面系统的观察;在极重度病例进行骨髓移植,GVHD和间质性肺炎的防治,细菌性、病毒性及真菌性感染的预防与治疗药物的筛选等方面的积极探索;有效地利用宝贵的标本材料进行组织细胞酶活力测定,微量元素检测,免疫组化观察,DNA定量及聚合酶链反应检测的研究。二是医疗救治与学术讨论相结合。由多学科专家教授结合病情实际对急性放射病病程每个阶段的指标或每项重大治疗措施提供论证的意见,为决策者不断

完善救治方案，提供了充分择优选用的机会，增加诊治手段，保证救治任务的顺利完成，从而取得了许多阶段性成果和较大的创新，并在研讨中结合病例实际提出了有待深入研究解决的一些新课题，例如：(1) 如何研究事故病人剂量估算快速、准确、自动化的新方法；(2) 造血功能与抗放药物应用之间的对应关系，反映在外周血像和骨髓动态变化的客观指标；(3) 急性放射病免疫功能失调及治疗后免疫功能修复的规律和机制；(4) 辐射所致的遗传基因变异及变异基因致癌、致畸的远后效应和机理；(5) 放射性间质性肺炎早期防、诊、治的研究以及抗真菌、抗病毒尤其是巨细胞病毒的药物和早期诊断的研究；(6) 急性放射病病人健康恢复情况的客观评价标准；(7) 急性放射病病人的心理护理及其规律性的研究；(8) 大批核辐射病人应急医疗救治组织及技术方案的拟订等。因此，可以说参加‘6·25’ ^{60}Co 源辐射事故病人救治经验总结的全体人员提出的论文，即是本次救治中从不同方面进行理论与实践相结合的成功学术技术经验总结，又是从实践中提出了有待进一步深入研究的课题，对今后在该领域的发展有一定指导意义。

我们期待本书能起抛砖引玉的作用，将为广大医药卫生工作者，特别是从事放射医学研究的基础与临床防、诊、治科技工作者提供有益的参考，为急性放射病的防诊治起积极的作用。

在本书编辑过程中承蒙各方面领导、专家教授和科技人员的大力支持和帮助，在此表示衷心感谢。

由于我们水平有限，书中难免有不足之处，热忱希望诸位读者批评指正。

编 辑 委 员 会
一九九三年十一月

目 录

第一章 事故经过、组织救治概况	(1)
1 上海“6·25” ^{60}Co 源辐射事故经过及其原因分析	(3)
2 发挥综合优势,严密组织指挥,提高救治水平 ——“6·25”病人救治工作的组织与管理	(8)
第二章 剂量估计	(13)
3 上海“6·25” ^{60}Co 源辐射事故病人受照物理剂量的估计	(15)
4 上海“6·25” ^{60}Co 源辐射事故病人受照生物剂量(淋巴细胞染色体畸变)的估计	(26)
5 上海“6·25” ^{60}Co 源辐射事故病人受照生物剂量(淋巴细胞微核法)的估计	(33)
第三章 临床报告	(41)
6 两例极重度骨髓型急性放射病临床报告	(43)
7 两例重度骨髓型急性放射病临床报告	(57)
8 三例中度骨髓型急性放射病临床报告	(73)
9 “6·25” ^{60}Co 源辐射事故病人的早期分类诊断和处理	(86)
10 七例骨髓型急性放射病的分型、分度、分期的探讨	(95)
11 事故性外照射所致急性放射病的临床特点及诊断问题的探讨	(100)
12 “6·25” ^{60}Co 源辐射事故急性放射病治疗方案的分析及对今后急性放射病救治 方案的建议	(107)
第四章 实验室检查	(115)
13 五例重、中度骨髓型急性放射病外周血细胞的变化	(117)
14 五例重、中度骨髓型急性放射病骨髓像的动态观察	(123)
15 两例极重度骨髓型急性放射病骨髓移植前后外周血像和骨髓像的观察	(130)
16 骨髓型急性放射病病人红细胞酶活力的变化	(137)
17 辐射对人红细胞膜蛋白组成与功能的损伤	(141)
18 五例重、中度骨髓型急性放射病CFU-GM的动态观察	(145)
19 重、中度骨髓型急性放射病血细胞超微结构及细胞化学的系统动态观察	(150)
20 四例骨髓型急性放射病凝血因子水平的观察	(157)
21 七例急性放射病病人血栓弹力图变化及抗出血治疗对其影响	(161)
22 急性放射病病人骨髓移植后发生贫血及外周血出现幼红幼粒细胞原因的分析	(170)
23 人急性放射病全血多形核白细胞吞噬发光的变化	(176)
24 七例急性放射病血浆超弱发光现象观察	(181)
25 四例骨髓型急性放射病粒细胞功能的动态观察	(184)

26 七例骨髓型急性放射病的微循环改变	(188)
27 放射性肺炎所致血液动力学改变一例报告	(191)
28 七例骨髓型急性放射病淋巴细胞染色体畸变观察	(197)
29 异性间骨髓移植受者的染色体核型分析	(204)
30 异性间骨髓移植中检测聚合酶链反应扩增的 Y 染色体特异 DNA 顺序	(210)
31 急性放射病病人免疫指标动态变化价值的比较	(214)
32 七例骨髓型急性放射病外周血 T 淋巴细胞亚群的变化	(219)
33 七例急性放射病病人外周血淋巴细胞转化功能观察	(225)
34 骨髓型急性放射病红细胞免疫功能变化及天花粉对其影响	(227)
35 骨髓移植对急性放射病病人免疫功能重建的影响	(230)
36 七例急性放射病的内分泌功能改变	(235)
37 五例急性放射病病人血清睾酮及精液变化的观察	(244)
38 五例骨髓型急性放射病恢复期骨矿物质含量的测定	(246)
39 七例急性放射病病人尿中牛磺酸及 Dische 阳性物质含量的变化	(248)
40 两例极重度骨髓型急性放射病血清渗透浓度的变化	(253)
41 六例骨髓型急性放射病磁共振成像分析	(257)
42 极重度骨髓型急性放射病心脏植物神经调节机能的心率功率谱分析	(261)
第五章 病理学	(265)
43 两例极重度骨髓型急性放射病的尸检病理报告	(267)
44 两例极重度骨髓型急性放射病肺部病理分析——组化、免疫组化、DNA 定量及 PCR 分析	(276)
45 两例极重度骨髓型急性放射病骨髓移植后造血系统的病理分析	(281)
第六章 并发症	(289)
46 两例极重度骨髓型急性放射病皮肤放射性损伤的临床观察	(291)
47 两例极重度骨髓型急性放射病骨髓移植后肺部并发症的分析	(297)
48 极重度骨髓型急性放射病骨髓移植后并发严重的巨细胞病毒感染一例报告	(304)
49 极重度骨髓型急性放射病继发毛细血管渗漏综合征一例报告	(311)
50 极重度骨髓型急性放射病骨髓移植后并发念珠菌败血症一例报告	(315)
51 重度骨髓型急性放射病并发乙型病毒性肝炎一例报告	(320)
第七章 治疗	(325)
52 抗放药物在七例骨髓型急性放射病治疗中的应用观察	(327)
53 急性放射病病人的抗感染治疗	(332)
54 骨髓移植治疗极重度骨髓型急性放射病的几个问题	(344)
55 七例急性放射病病人出凝血改变与防治	(348)
56 七例骨髓型急性放射病输注全血与成分血液的分析	(357)

57 血液成分不同单采分离技术在急性放射病救治中的应用比较	(362)
58 同种异基因胎肝细胞悬液在急性放射病救治中的应用	(365)
59 大剂量免疫球蛋白静脉输注在急性放射病治疗中的应用	(371)
60 急性放射病病人真菌感染的监护	(375)
61 两例极重度骨髓型急性放射病救治中病原学监测	(379)
62 两例极重度骨髓型急性放射病骨髓移植中抗真菌治疗的体会	(384)
63 两例极重度骨髓型急性放射病间质性肺炎临床特点与救治	(390)
64 一例极重度急性放射病 HLA 半相合骨髓移植后急性移植物抗宿主病的防治	(397)
65 HLA 半相合骨髓移植中环孢霉素 A 浓度监测及临床观察	(402)
66 一例极重度骨髓型急性放射病的呼吸管理	(410)
67 急性放射病救治中的肾脏维护问题	(417)
68 两例极重度急性放射病骨髓移植前后的支持治疗	(423)
69 四例重、中度骨髓型急性放射病的营养代谢观察	(430)
70 四例重、中度骨髓型急性放射病的营养治疗	(434)
71 两例极重度骨髓型急性放射病的营养治疗	(442)
第八章 护理	(447)
72 两例极重度骨髓型急性放射病的临床护理	(449)
73 一例极重度骨髓型急性放射病并发间质性肺炎的护理	(457)
74 五例重、中度骨髓型急性放射病的临床护理	(461)
75 七例骨髓型急性放射病的全环境保护	(472)
76 空气层流罩在急性放射病救治中的应用	(483)
77 两例极重度骨髓型急性放射病人骨髓移植的心理护理	(490)
78 一例极重度骨髓型急性放射病病人皮肤病变的护理	(493)
79 七例骨髓型急性放射病救治中护理工作的组织管理	(497)
“6·25”⁶⁰Co 源辐射事故病人救治的分析与评价	(501)
附录 本书英文缩写词及简写词表	(522)

第一章

事故经过、组织救治概况

1 上海“6·25” ^{60}Co 源辐射事故经过及其原因分析

孟祥顺^① 陈 杞^① 肖锦松^① 蔡建明^① 闵 锐^① 李秀成^① 郭 勇^②
杨世魁^②

摘要 1990年6月25日,上海某放射医学研究室的 ^{60}Co 源室发生了一起严重的 ^{60}Co 源辐射事故。7人误入工作状态的辐照室,分别受到2~12 Gy的急性外照射损伤。本文报道了事故的经过,并对事故原因进行了分析和讨论,总结了本次事故应吸取的教训。

关键词 ^{60}Co 源辐射事故;外照射损伤;事故经过;原因分析

原子核能技术的应用,给人类的和平事业带来了巨大的财富,但同时也伴随了辐射事故的不断发生^{〔1~3〕}。世界各国对发生的核辐射事故均十分重视,国际原子能机构(IAEA)于1986年对世界各地的核事故建立了大型计算机资料库,我国也建立了类似的资料库,以加强对事故预防的研究工作。本文真实、系统地记载了上海“6·25” ^{60}Co 源辐射事故的经过,并对事故的原因进行了科学和学术上的分析总结。

1 事故的简要经过

1990年6月24日上午,上海某放射医学研究室的 ^{60}Co 源室启动装置,对承接的外单位的药品、化妆品原材料等进行辐射灭菌。

6月25日晨6:00, ^{60}Co 源室管理人“市”到源室通风,以准备当天在正常工作时间,按计划将灭菌后的物品搬出。8:00上班后,“市”打开源室的照明灯,准备组织人员在9:00搬运受照消毒的物品。随后“市”与 ^{60}Co 源室的临时工“武”一起到某工程队购买铝板。9:00 2人返回后,“市”未开启操纵台的电源降下 ^{60}Co 源,未认真确定放射源位置,又未按规定手持个人剂量报警器,违章用钥匙直接打开防护门,随即组织研究室的“龙”、“俊”及“武”先后进入 ^{60}Co 源室搬运物品。9:08“万”、9:20“军”,9:23“给”也先后进入 ^{60}Co 源室参加搬运工作。至9:40“市”到操纵室核对物品受照剂量记录,才发现 ^{60}Co 源仍处于工作位。于是“市”立即将源降入井内。但未立即报告有关领导,也未告诉其他受照人员,而是继续工作到10:40至物品全部搬出。11:20“市”将受照情况报告有关领导后,7名受照人员立即送医院急诊。

2 事故现场

根据计算和事故后实际测量,发生事故时 ^{60}Co 源的放射性活度为 $8.5 \times 10^{14} \text{Bq}$ 。

^{60}Co 源室土建结构如图1-1。事故当天辐照室内受照物品的堆放情况如图1-2。自放射源由内向外受照物分3圈堆放。第1圈为人造水晶玻璃,每块玻璃体积为 $15 \text{cm} \times 8$

①上海第二军医大学放射医学研究室

②北京放射医学研究所

cm×1 cm，两块为一小包，自上而下叠放 6 小包用铝板固定。照射时用铁架支撑，下缘距地面 60 cm。放射源距水晶玻璃中心为 50 cm。空气吸收剂量率为 20.84 Gy/min。第 2 圈为上下叠放的 3 个塑料桶，内装化妆粉原料。桶体积为 50 cm×50 cm×60 cm，中心距源 125 cm，空气吸收剂量率为 3.09 Gy/min。第 3 圈为纸箱包装玻璃瓶装乳酸钙。每个纸箱体积为 49 cm×31 cm×23 cm，纸箱上下堆放 8 层，中心距源 165 cm，空气吸收剂量率 1.77 Gy/min。

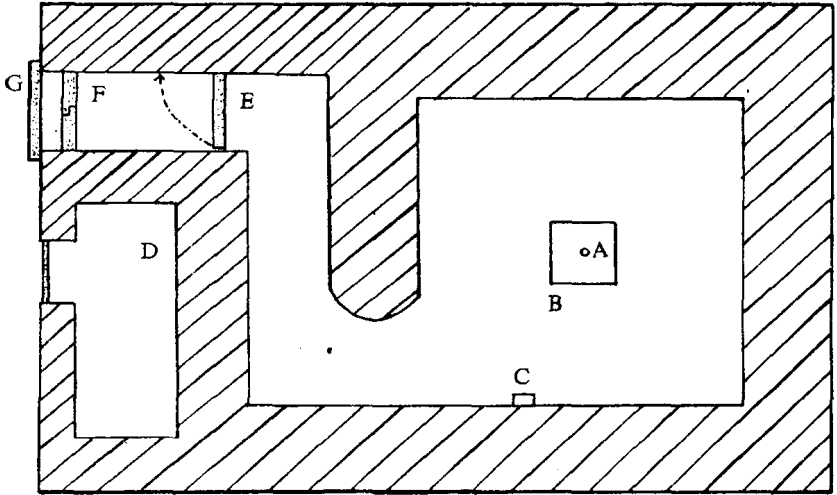


图 1-1 ^{60}Co 源室土建结构平面示意图

A: 放射源 B: 贮源水井 C: 通风口 D: 操纵室
E: 第三道防护门 F: 第二道防护门 G: 第一道防护门

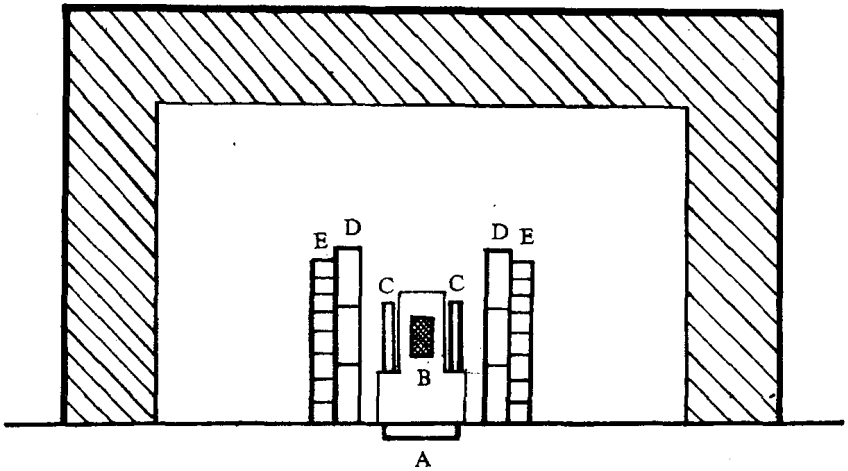


图 1-2 事故时辐照室内堆物示意图

A: 贮源水井 B: 放射源
C: 水晶玻璃 D: 塑料桶 E: 药箱

3 事故抢救

3.1 病人抢救 10:00 左右, 已有受照人员出现胃内不适、头昏、恶心等早期反应症状。11:20 有关领导得到事故报告后立刻将 7 名受照人员送长海医院血液科急救。因事故发生在专业科研单位, 对事故应急有一定的技术储备, 因此自一开始就有组织地进行抢救。治疗专家立刻与医院组成抢救组, 进行细致的早期临床症状观察和早期抗放治疗。正规地进行用于早期分类诊断的各种标本的采集。对出现的早期症状, 进行积极地治疗。启动全环境保护的设备对病人进行全环境保护, 并及时请求国内专家的支援。

3.2 早期分类诊断 事故后立刻组织有关研究人员进行早期分类诊断。封闭事故现场, 收集一切有关记录, 采集病人配戴物, 详细调查每位病人进出 ^{60}Co 源室情况, 及在源室内的几何位置, 进行初步物理剂量的测量和估算, 收集病人的血液、尿液进行生物学剂量估算。于受照后 24 小时内初步确定了病人受照水平及受照剂量大小的大致顺序, 为临床抢救提供了早期的参考。

3.3 核查事故原因 事故后当天, 另一专业组立即进行事故原因的核查。对 ^{60}Co 源室操纵台、防护门、安全联锁装置、剂量报警器等设备进行反复的检测、试验, 分析和推测事故的原因。最后与 ^{60}Co 源室操作人员“市”反复核对, 又到现场进行验证, 于 24 小时内基本查清事故的直接原因, 并向有关上级组织作了报告。

4 事故原因及分析

4.1 ^{60}Co 源室的安全控制系统 为保证安全运行, 辐照室设有多种安全防护措施。

该 ^{60}Co 源室的安全控制系统如图 1-3 所示。

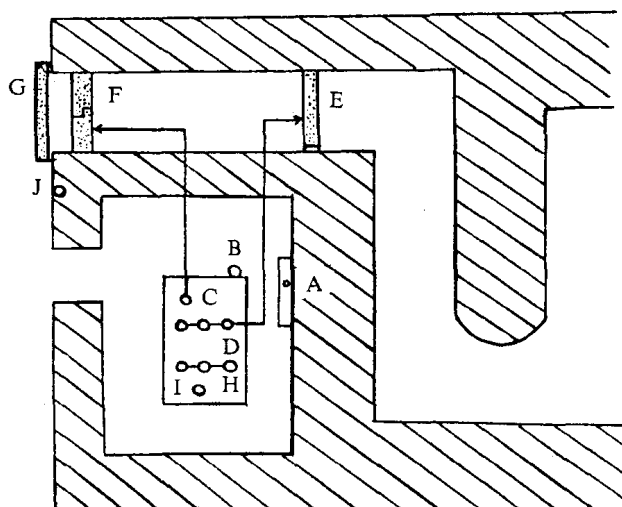


图 1-3 ^{60}Co 源室安全控制系统示意图

A: 室内照明开关 B: 室内排风开关 C: 第二道门开关与升降联锁 D: 第三道门开关
E~G: 第三、二、一道防护门 H: 钴源升降开关 I: 电源总开关 J: 报警红灯

迷路出口与外界设有3道防护门。第一道防护门单纯用于射线屏蔽,进入时需用钥匙打开此门。第二道防护门与 ^{60}Co 源升降联锁,规定必须通过操纵台开门按钮方可打开此门。如 ^{60}Co 源在工作位,则门开源落,开门后则不能升源。因考虑到停电、故障检修等原因,此门也可用钥匙开门,非停电及必要情况下不得用钥匙开门。第3道防护门由电机控制,无钥匙开门功能,必须通过操纵台方可开此门。

第一道门外装有红灯警告装置, ^{60}Co 源在工作位则红灯报警。红灯线路与操纵台总电源相连,即源在工作位如关闭总电源,则红灯亦熄灭。

操纵室内配备FD-3007K型剂量报警器和70型辐射探测器,规定进入 ^{60}Co 源室必须手持报警器。源升降采用电机带动平衡锤机械升降方法,源在工作位及贮存位均有行程开关控制过度升降。通过平衡锤位置也可以判断源的位置。室内通风、照明另设线路,不受升降源电源的控制。源室及迷路上设平面反射镜。

4.2 事故的原因 事故的直接原因是由于(1)“市”违章操作造成。“市”进入操纵室后,开启照明灯和排风电源,未接通 ^{60}Co 源升降电源。9:00开始工作时未再进入操纵室降下 ^{60}Co 源。违章将第二道防护门钥匙插在门上,直接用钥匙打开第二道防护门。因未开启电源,联锁装置不能工作。人员强行闯入,则不能被迫降源。(2)正常情况下第三道防护门不能用手或钥匙打开,必须通过操纵台接通电源,接通此门的开门按钮方能打开,从而阻止进入第二道防护门的人员误入辐照室。但事故前两个月,因电机损坏,被自行拆除,又未及时维修,而是带故障运行,因此使误入人员用手拉开此门后“顺利”通过此门。(3)受照人员均未携带剂量报警器,便进入了辐照室。(4)为防止受照物倒塌,在 ^{60}Co 源的外面又安装了全封闭的铁皮罩子,使人员误入后又无法及时发现放射源在工作位置而尽快逃离。于是“6·25” ^{60}Co 源辐射事故便不幸发生了。

5 应吸取的教训

5.1 加强设备的安全性 多年来强调制度的健全和工作人员的安全意识对预防事故具有重要的意义,但从分析国内外的事故表明,设备的安全性也是十分重要的。设备上完备的安全性,可能防止和阻止人的因素由于种种原因而发生的偶尔麻痹和疏忽。在设计上应充分考虑阻止人员误入的可能性。

5.2 设计有多重联锁功能的安全系统 我国在50~60年代末建的科研教学用小型 ^{60}Co 源,多为只有一种联锁功能。该室的放射源就是只有源升降和门开关一种联锁,一旦这一联锁失灵,则失去安全防护作用。因此要考虑多重联锁系统控制防护门的开关。如辐照室照明、贮源水井水位、室内超允许剂量、红外线阻挡、强制手持剂量报警器等多重与防护门开关联锁,便可保证某一联锁失灵后,其他联锁系统仍可以起安全防护作用。

5.3 严禁设备带故障进行 ^{60}Co 源运行的各项安全防护设备,必须严格定期检查,一旦发现损坏、失灵应立即维修,严禁带故障运行。可以想象,本次事故中如果第三道防护门功能是好的,即使人员误入第二道门,不能用手拉开第三道门而必须回到操纵室时,这时接通电源,联锁功能启动, ^{60}Co 源也会因第二道防护门被打开而迫降回安全位,则不致发生此次事故。

5.4 严禁私自拆装安全设备 ^{60}Co 源室安全防护系统的设备必须经专家和专业人员的充