

### 3 处大型 $\gamma$ 辐照装置 $^{60}\text{Co}$ 源倒装辐射防护监测

夏春冬, 张 茹, 孙积涛, 丁崇海, 赵艳敏, 孙 森

中图分类号: R144 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2001)01-0028-02

【摘要】 3处大型 $\gamma$ 辐照装置 $^{60}\text{Co}$ 放射源倒装所致工作人员的吸收剂量差异较大。工作人员受照剂量的大小主要与贮源罐防护效果、装源机械化程度、贮源井水水质、装源工具质量以及工作人员操作技术熟练程度等因素有关。

【关键词】 辐照装置;  $^{60}\text{Co}$  源倒装; 辐射防护

大型 $\gamma$ 辐照装置所用 $^{60}\text{Co}$ 放射源活度高,潜在危害大,在安全防护设施建设和日常运行管理中均有较高的防护要求,以有效保障正常运行中放射工作人员的安全。但在倒装放射源时,工作人员易受到不同程度的照射,同时也易发生事故,因此,必须高度重视倒装放射源的安全防护、监测与指导,以确保安全,避免事故,并尽可能降低工作人员的受照剂量。为此对3处大型 $\gamma$ 辐照装置 $^{60}\text{Co}$ 放射源倒装的辐射防护监测结果及工作人员受照情况总结分析如下。

## 1 仪器

使用 BH3103 型便携式射线剂量仪进行环境辐射剂量监测; 使用 BH-1212C 型低本底弱  $\alpha$ 、 $\beta$  测量系统监测贮源井水的放射性水平; 使用热释光个人剂量计对现场工作人员进行个人剂量监测。仪器经权威计量部门检定。

## 2 结果与分析

2.1 基本情况 3处大型 $\gamma$ 辐照装置 $^{60}\text{Co}$ 放射源倒装分别在甲、乙、丙3个辐照加工单位进行。所装放射源均为英国产辐照用 $^{60}\text{Co}$ 源,规格 $\varnothing 11\text{ mm}\times 451\text{ mm}$ ,为双层不锈钢圆柱形源棒,放射性活度每枚 $(3.4\sim 3.6)\times 10^{14}\text{ Bq}$ 。装源一般程序为:贮源罐运输、卸车及运至井口;贮源罐盖板螺丝开启;贮源罐放入井底,开盖、夹取源棒移入辐照源架内;吊出贮源罐等。贮源井水深5.5~6.5 m。参加人员依据工作内容可分为倒装组、供应组和监测指导组。3处倒装源的基本情况见表1。

表1 3处辐照源倒装基本情况比较

项 目	甲	乙	丙
倒装源总活度( $\times 10^{14}\text{Bq}$ )	35.2	25.1	3.55
倒装源数量(枚)	10	7	1
搬运贮源罐方式	机械	机械	人工
贮源井水	普通井水	去离子水	自来水
夹取源工具质量	一般	较好	一般
操作人员技术	不熟练	熟练	不熟练
装源操作累积时间(h)	17	2.5	12

2.2 环境辐射水平监测 表2为3处辐照源倒装现场主要监测点的环境辐射剂量率平均值, 结果表明, 甲、丙两单位各监测点辐射剂量率明显高于乙单位, 主要原因在于甲、丙所用贮源罐防护效果较差以及贮源井水透明度较低, 为看清源棒, 适量减低水深而造成的。

表2 3处辐照源倒装现场环境辐射剂量平均值( $\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ )

测量位置	甲	乙	丙
贮源罐表面	91.5	8.5	86.3
距贮源罐 1 m 处	14.2	0.9	13.7
井口	6.8	0.2	0.6
距井口 1 m 处	0.4	0.1	0.3

2.3 贮源井水监测 装源前后分别对贮源井水进行了监测,见表3。监测结果均在国家标准范围(1Bq/L)以内<sup>[1]</sup>,装源前后贮源井水的放射性水平无明显差异,本次装源无放射性污染与漏泄。

表3 3处辐照源倒装前后贮源井水的放射性监测结果

采样	贮源井水	
	总 $\alpha$ 比活度(Bq/L)	总 $\beta$ 比活度(Bq/L)
甲		
装源前	$0.13 \pm 0.02$	$0.06 \pm 0.01$
装源后	$0.14 \pm 0.02$	$0.06 \pm 0.01$
乙		
装源前	$0.09 \pm 0.01$	$0.08 \pm 0.01$
装源后	$0.08 \pm 0.01$	$0.09 \pm 0.01$
丙		
装源前	$0.08 \pm 0.01$	$0.45 \pm 0.01$
装源后	$0.09 \pm 0.01$	$0.47 \pm 0.01$

2.4 工作人员的受照剂量与影响因素 表4所列监测结果表明,现场工作人员的受照剂量均未超过国家标准限值<sup>[2]</sup>,但倒装组工作人员的受照剂量甲、丙两单位高出乙单位100多倍,影响其受照剂量大小的因素主要有以下几个方面:

表4 辐照源倒装过程中各组工作人员平均受照剂量(mSv)

	甲	乙	丙
倒装组(4人)	0.58	0.004	0.49
供应组(6人)	0.06	0.002	0.05
监测指导组(3人)	0.09	0.002	0.08

2.4.1 贮源罐的防护效果 监测表明,3处<sup>60</sup>Co源倒装所使用的贮源罐防护效果不同,甲、丙两单位所用贮源罐的防护效果较差,其表面剂量平均值远大于乙单位所用的贮源罐,这是导致贮源罐搬运、罐盖螺丝开启等近距离操作人员受照剂量增高的一个重要因素。

2.4.2 机械化程度 由于丙单位的 $\gamma$ 辐照装置建设年代较早,设计规模较小,贮源罐搬运只能沿迷路人工推拉至辐照室内,在该过程中,工作人员离贮源罐近,工作时间长,受照剂量高。甲、乙两单位 $\gamma$ 辐照装置建设规模大,机械化程度高,使用起重机及机械传动装置将贮源罐搬运入井,在此过程中,工作人员离贮源罐远,工作时间短,受照剂量低。

2.4.3 贮源井水 贮源井水的水质状况是关系到倒装源能否顺利进行的重要因素之一。乙单位使用去离子水,水质好,透明度高,可以清晰地看到水下源棒及源架情况,便于准确迅速地取、放源棒,使操作时间短,工作人员受照剂量小。甲单位使用普通井水,丙单位使用自来水,二者水质相对较差,透明度低,难以准确、迅速地取、放源棒,导致操作时间长,同时为了看清水下物体又适量减低水深,使辐照室内环境辐射水平增高,显著增加了工作人员的受照剂量。

2.4.4 其它因素 除了上述三方面因素以外,大型 $\gamma$ 辐照装置钴源倒装过程能否顺利进行及工作人员受照剂量的大小还与来取源工具、水下照明灯及其它一些用品的准备情况和操作

人员的技术熟练程度等因素密切相关。如果取源工具合适,水下照明良好,操作人员技术熟练,可缩短操作时间,降低工作人员受照剂量;反之,则会使工作人员受照剂量增高。如甲单位属新建辐照装置单位,所准备的工具不很适用,操作人员技术不太熟练,加之水质差,水下视物不清,因而倒装源工作进展很不顺利,累积工作时间长达 17 h,使工作人员受照剂量增高。

### 3 小结

3 处大型  $\gamma$  辐照装置<sup>60</sup>Co 源倒装,虽未发生意外,但甲、丙两单位装源工作进展很不顺利,工作时间长,工作量大,不仅使工作人员受照剂量增高,而且增加了事故隐患。主要原因在于倒源前的各项准备不足,其经验教训值得有关单位汲取。为使今后的大型  $\gamma$  辐照装置<sup>60</sup>Co 源倒装工作更加安全、高效,应注意以下几点:

(上接 27 页)

住院期间,化验检查未见异常。外周血淋巴细胞染色体畸变率检查,200 个细胞中有一个双着丝点环和一个断片。骨髓拍片未见骨质改变。

为估计患儿局部受照剂量,对手术时 X 射线机的照射情况进行了模拟测量,测量仪器为西门子伦琴仪(德国产)和 E-726X 射线巡测仪(法),X 射线机工作条件为 65 kV、3 mA,有用线束照射量率在皮肤处为  $(6.71 \sim 7.10) \times 10^{-3} \text{ C} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ,患儿睾丸位置处为  $1.29 \times 10^{-3} \text{ C} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ,工作人员位置处为  $2.58 \times 10^{-3} \text{ C} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ,术者位置处为  $0.77 \times 10^{-4} \text{ C} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ,如手术中曝光时间为 50~60 min,则患儿局部皮肤吸收剂量约为 13~16 Gy,睾丸吸收剂量约为 2.5~3.0 Gy, X 射线工作人员胸部剂量约为 0.1 Gy,术者剂量为 <0.003 Gy。患儿局部皮肤损害为 II~III 度急性放射性灼伤,估计其皮肤吸收剂量在 10~15 Gy,与实测结果基本相符。

本次事故原因很清楚,是由于临床医务人员缺乏 X 射线防护知识,术中长时间超剂量照射,造成患儿急性 X 射线灼

- (1)制订详细的装源安全操作规程,并接受有关专家指导;
- (2)选用防护效果较好的贮源罐和机械化程度较高的贮源罐搬运方式;
- (3)贮源井水应用去离子水或蒸馏水,因为天然水中杂质含量高,不仅在装源时影响透明,而且对不锈钢源棒也有一定腐蚀性;
- (4)所需工具要准备齐全,并保证质量,而且应要求工作人员在装源前反复模拟操作,以便熟练技术,同时检验工具质量。

参考文献:

- [1] GB 10252-88 辐照加工用钴-60 辐照装置的辐射防护规定[S].
  - [2] GB 4792-84 放射卫生防护基本标准[S].
- (收稿日期:2000-04-19)

伤,这是一起特大级医源性超剂量照射责任事故。

本次事故教训是深刻的,后果是严重的,不仅造成患儿局部皮肤的放射性灼伤,而且也造成患儿生殖区很高的剂量,其后果是可以想像的。这样做完全违背了放射实践正当化的原则。这些损害是可以避免的,取异物可在 X 射线摄影室定位后进行,尽可能不在 X 射线透视下取异物,若不得已已在 X 射线透视下取异物时也应严格控制透视条件和照射时间。本次事故由于医务人员缺乏起码的防护知识,结果造成了严重后果。现在,一些临床医务人员防护意识很差,不注意 X 射线防护工作,在实际工作中,不管是否是适应症,为增加经济效益,乱开 X 射线检查, X 射线工作人员有时也随意增大照射条件和延长照射时间,这样做,不仅增加了医疗照射负担,也很容易造成医疗事故。看来提高临床医务人员防护意识和增强防护责任心是当务之急。为此,广泛普及射线防护知识,提高防护技术水平,在 X 射线医疗实践认真实行正当化和防护最优化原则是非常必要的。

(收稿日期:2000-08-08)

## 【工作报告】

# CT 检查中患者的 X 射线防护

亓连玉

中图分类号: R142 文献标识码: D

CT 是 20 世纪 70 年代兴起的一门影像诊断技术,CT 设备克服了常规 X 射线设备的线积分测量的缺点,密度分辨率高,可分辨出小于 0.5% 的密度差,并能清晰地显示出各断层图像,对疾病的诊断具有重要价值。目前,在县、区级以上医院已相当普及。随着 CT 的广泛应用,接受 CT 检查的患者越来越多,而 CT 检查中 X 射线的辐射剂量远高于传统 X 射线机检查的辐射剂量。因此 X 射线的防护问题越来越突出。本文就 CT 检查中受检查者的 X 射线防护问题谈几点做法和体会。

### 第一、要合理应用 CT 检查

CT 因其简便易行、诊断迅速准确,从而有滥用 CT 检查的现象,主要表现为:①有的患者求医心切,不管病情是否需要而盲目要求 CT 检查;②有些临床医生对 CT 检查的适应症把握不严,对有些可做可不做甚至不必做 CT 检查的患者,为求得“放心”、使患者“满意”而申请 CT 检查;③个别临床医生申请 CT 检查时随意扩大扫描范围,病人治疗过程中,CT 复查过频的现象也比较多见。针对以上情况,我们采取多种形式广泛宣传国家医用诊断 X 射线卫生防护标准,介绍 CT 的工作原理及 X 射线对人体的危害性,强调 CT 检查的适应症,提高了医患人员对 X 射线的防护意识,使 CT 检查更趋合理,既保证了临床诊断的需要,又减少了不必要的 X 射线照射。

第二、CT 扫描过程合理应用扫描参数。根据病情的需要,在获得良好 CT 图像、满足诊断需要的前提下,我们通过降低

扫描电流(毫安)或缩短扫描时间,降低扫描过程中的毫安秒,达到减少 X 射线辐射剂量的目的。我们使用日本岛津 SCT-4800CT 全身 CT 扫描仪,扫描电压 120 kV,轴扫电流分 50、80、100、130 mA 四档,扫描时间分 2.5、4.0 s 两档。成人头颅 CT 扫描时,我们将电流由常规 80 mA 降为 50 mA,扫描时间 4.0 s 不变,使每层扫描的毫安秒由 320 mAs 降到 200 mAs。肺部扫描时我们将扫描时间由常规 4 s 改为 2.5 s,电流 80 mA 不变,这样使每层毫安秒由 320 mAs 降到 200 mAs。既使图像质量清晰,满足诊断的需要,又可显著降低受检查者的 X 射线辐射剂量,再就是缩小扫描视野,头部、腰部扫描一般为 8~9 层,肝、肺扫描一般为 11~18 层,在平扫的基础上,对病灶区行 2~5 mm 薄层扫描,使病灶区图像更清晰,还缩小了扫描视野,也减少了受检者受照剂量。

第三、操作人员熟悉机器性能,扫描前详细了解扫描部位,要求熟悉脏器的体表定位,定位像扫描准确,增强扫描一次定位,一次成功,减少重复照射。

第四、机房内定时换气,保持空气流通,尽量减少陪人入内。增强扫描及危重病人需陪人陪护时,陪人应尽量远离扫描中心部位,以减少射线照射。另外,我们还制作了铅橡皮防护带,用于晶状体、甲状腺、性腺等部位的防护。

当前受检查者在 CT 检查中疏于防护极具普遍性,应引起我们的高度重视,使 CT 这一人类先进科技成果更好地造福人类。

(收稿日期:2000-03-30)