

血液辐照器的辐射防护状况分析

于建华¹, 宋 钢², 陈英民², 孙 杰³, 李全太²

中图分类号: R147 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2010)04-0479-02

【摘要】目的 确保血液辐照器合理应用及辐射安全。方法 依据国家的相关法规和标准。结果 对血液辐照器的放射源特性、工作原理及存在的风险进行分析, 特定相应的辐照防护及风险防范措施。结论 只要严格管理并采取合理的辐射安全防护措施, 血液辐照器的应用是安全的。
【关键词】血液辐射器; 辐射; 安全

人体血小板或新鲜血液中都混有淋巴细胞, 当这种异体的含有大量免疫活性淋巴细胞的血液或血液成分输入到免疫低下患者体内时, 便可以引起“输血相关性移植物抗宿主病”(TA-GVHD)的发生, 程度严重的可导致患者死亡。采用射线对血液或血液制品进行辐照可有效灭活血液中具有免疫活性的 T淋巴细胞, 输注经放射线辐照的血液或血液成分可有效预防 TA-GVHD的发生, 使输血更安全。血液辐照器根据 TA-GVHD的预防机理, 利用 γ 射线放射源, 通过控制射线剂量, 对血液及血液制品进行辐照处理, 是对血液进行辐照处理的专用设备。

血液辐照器虽然使输血安全得到了保障, 但是其使用的放射源对工作人员的健康及周围公众的安全存在着潜在的危害, 防护措施不当将导致放射事故的发生。笔者对某血液中心新上血液辐照器进行辐射防护分析, 对辐射源项、防护措施、管理制度等进行分析。

1 辐射源项分析

该血液中心拟购买的血液辐照器使用 2枚¹³⁷Cs密封放射源, γ 射线能量为 0.66MeV, 活度均为 40.7TBq, 属于 II类密封源。放射源放置在一个直径 10mm, 长 380mm的不锈钢圆柱体密封容器中, 外套一个稍大不锈钢圆柱体。无论任何情况下, 放射源都完全被防护堡垒和辐照仓组成的防护密封地包裹在中央。防护堡垒和辐照仓都采用内外高强度钢外壳支撑, 填满高纯度铅, 设计屏蔽铅厚度大于 173mm, 距外壳 5cm处剂量率小于 2.5 μ Gy/h。

2 工程分析

2.1 工作原理 通过对血制品适量的射线照射, 使其中的免疫活性淋巴细胞灭活, 丧失其增殖能力, 预防输血后移植物抗宿主病, 提高临床用血质量, 确保临床用血安全。

2.2 血液辐照仪使用流程 打开电源→输入工作密码, 启动设备→将血样放入→输入受照剂量→照射完毕, 取出血样, 贴上“已辐照”标签, 放入血库备用; 进行下一次辐照操作; 关机时, 关闭舱门, 用钥匙关机。

3 风险分析

3.1 风险识别

3.1.1 血液辐照仪的 γ 射线贯穿辐射 血液中心拟购买密封

放射源为 II类密封源, 属于非常危险源, 一般情况下, 无放射性污染物。事故情况下, 存在密封源丢失或破损的可能性, 会造成对环境和公众的潜在照射危险。

根据广东省职业卫生检测中心对血液辐照仪的监测报告(粤职卫检字第 FS0400185号), 在距离血液辐照仪表面(四周和顶部)不同距离处进行了现场 γ 辐射剂量率检测, 见表 1。防护门及外墙窗口处剂量率, 为 0.14 μ Gy/h, 与当地本底辐射水平一致。

表 1 液辐照仪周围空气比释动能率 (μ Gy/h)

工作状态	测量位置	测量结果	
		表面 5cm处	表面 100cm处
关机	上面	0.10	
	前面	0.09	
	后面	0.11	
	左面	0.41	
	右面	0.28	
开机	上面	0.10	
	前面	1.39	
	后面	0.15	
	左面	1.82	0.13
	右面	0.40	

由检测结果可知, 左侧表面 5cm处剂量率最大, 关机时为 0.41 μ Gy/h, 开机时为 1.82 μ Gy/h, 1m处最大为 0.13 μ Gy/h, 预计血液辐照仪每天运行 2h, 全年运行 250个工作日, 则年运行时间 500h。假设从事血液辐照加工的工作人员在距离血液辐照仪 5cm处停留, 居留因子为 1/4, 则职业人员年受照最大剂量 0.78×1.82 μ Gy/h×500h=0.637mSv, 低于工作人员年受照剂量约束值 2mSv。辐照室外剂量率与本底水平一致, 周围公众接受的年有效剂量可以忽略不计。

3.1.2 有害气体的环境影响 γ 射线辐照能够使室内空气分子产生激发、电离, 产生臭氧与氮氧化物。根据^[1]文献方法, 如果血液辐照仪每天运行 2h, 则每天臭氧的总产量为 4.84mg, 这些臭氧又被排放到体积约为 90m³的辐照室内, 即使在没有通风和自身分解的情况下, 其浓度将会大大的降低, 降到 0.054mg/m³。

3.1.3 废源的处理 当放射源使用一定时间其活度衰减到不能满足辐照要求时, 需进行更换。更换下来的密封源成为了“废源”, 但是活度仍较高, 处理不当会带来危害。根据^[2]法规要求, 用源单位在设备购置前与供源单位签署废源返回协议, 由供源单位回收。

作者单位: 1威海市中心血站山东 威海 264200 2山东省医学科学院辐射医学研究所; 济南市环境卫生科学研究所
作者简介: 于建华(1963~), 男, 副主任医师, 从事血液分析及管理工作。

中日生物样品中放射性核素比对

张 京, 徐翠华

中图分类号: R144 文献标识码: B 文章编号: 1004—714X(2010)04—0480—02

【摘要】 目的 总结中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所 (National Institute for Radiological Protection NRP)与日本化学分析中心 (Japan Chemical Analysis Center JCAC)开展的环境样品中放射性核素比对,验证生物样品中放射性核素分析方法的可靠性。方法 通过双方分别采集、制备的茶叶和菠菜样品,用 γ 能谱仪分析样品中放射性核素的含量进行比对。结果 本次比对共分析了 ^7Be ^{40}K ^{137}Cs ^{208}Tl ^{214}Bi 和 ^{228}Ac 6个核素,比对结果均在三倍的统计计数误差之内符合。结论 验证了我们对生物样品的制备方法,放射性核素的测量分析方法,数据的处理方法,特别是误差处理等技术都是可靠的。

【关键词】 生物样品;放射性核素;比对

1 样品的采集与制备

1.1 样品的采集 本次比对共两个样品,一个是茶叶样品,由 JCAC采集后,分为二部分,其中一部分由 JCAC分析,另一部分寄往 NRP分析。另一个是菠菜样品,由 NRP采集制备成干样后,分为二部分,其中一部分留 NRP分析,另一部分寄往 JCAC分析。比对样品的详细信息见表 1 样品的制备程序见表 2

1.2 样品的制备 两个比对样品的制备过程见表 2

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:张京(1960~),男,北京市人,副主任技师,研究方向:辐射检测与评价。

在 NRP 30℃干燥 75 h后,将菠菜样品磨碎,通过 60目过筛,然后混合、称重和分为二等份。其中一份混匀装入塑料样品盒由 NRP分析,另一份寄往 JCAC分析。在 JCAC 样品进行 450℃灰化 48 h(用马福炉),然后过筛(42目)。然后混匀装入塑料样品盒(U-8)进行 γ 谱分析。

表 1 比对样品的信息

样品	采样地点	采样日期	样品状态	样品重量	邮寄日期
茶叶	日本 Shijoka 制备厂	1997-01-21	干	3 kg	1997-05-20 寄往 NRP
菠菜	中国北京市大兴县安定镇	1997-04-13	鲜	12 kg	1997-06-10 寄往 JCAC

3.2 风险防范措施

3.2.1 工作场所分区 按照 GB18871—2002^[3]的规定,对放射工作场所分区管理,划分为控制区和监督区,对不同区域做出不同管理要求。控制区:主要是指以血液辐照室墙体和门为界的辐照室内部,此区域应严格控制无关人员进入。当设备运行时,此区域内不得有其他人员滞留。监督区:主要包括血液辐照室墙外的任何可能受到贯穿照射的区域。在此区域内应尽量减少非工作人员的停留时间,避免受到可能产生的辐射危害。

3.2.2 辐照仪自身防护系统 血液辐照仪采取全封闭防射线结构,超厚防护层,防火防震,因此即使丢失也不易破损。辐照仪设置专门的系统启动锁开关,由专人设置密码开关,加载门联锁,运行时辐照门锁闭,因此极大降低了误照射的发生。辐照仪自身应急设施配有紧急断电装置,有后备电源,主电源突然中断时,可以完成未完成的操作,放射源自动归位,处于屏蔽状态。当血液辐照仪处于关机状态时,密封放射源暂存于贮源容器内,当把血液样品放置到样品杯中、设定照射剂量等程序完成后,启动血液辐照仪,放射源从贮源容器中伸出,开始辐照,照射完毕后,又自动缩回到贮源容器内。辐照过程均在辐照仪内完成,因此对工作人员和公众的影响都很小。

3.2.3 安全措施 辐照室拟安装防盗门,窗上安装防盗网。拟安装伽玛射线不间断监视报警记录系统,伽玛射线探头安装在辐照仪旁;数据通过电缆传送到数据接口,再传送到主机进行处理和储存;主机将收集到的数据通过室外和室内显示屏,以数值、文字和图表的形式展示给室外和室内的工作人员;如探测到的剂量超过设定阈值,室外和室内显示屏将出现报警图案闪烁提示,同时高分贝声音报警。

3.2.4 放射防护管理措施 应制定《放射性事故应急预案》明确应急领导小组的职责,规定事故报告程序以及应急处理措施①从事血液辐照的工作人员需配带个人剂量报警仪,以免

医护人员受到大剂量照射。②制定辐射环境保护和安全管理规章制度。在辐照室门口醒目位置设置电离辐射警示标志。建立辐射防护安全培训管理制度,从事放射性工作人员须经考核合格后持证上岗。③血液辐照仪在工作时会产生臭氧和氮氧化物等有害气体,所以,辐照室配备的空调设备需具备送风功能,保证辐照室的空气及时更新。④谨防放疗设备内的放射源丢失,安装录像监控系统和红外报警系统,进行 24 h实时监控。安装防盗门,实行双人双锁。

- 4 建议
- 在采取辐射防护措施,严格执行辐射防护管理制度的情况下,血液辐照仪对放射工作人员和公众是安全的,但应进一步做好以下工作。
- (1)按照国家法规标准的要求开展放射工作人员个人剂量监测和健康检查。
- (2)操作、维护人员工作时应有防护设施,佩戴个人累积剂量计,建立个人剂量档案。
- (3)在设备购置前与供货单位签署废源返回协议,废源由具备处理资质的机构回收。
- (4)定期组织本单位放射工作人员接受辐射防护法规、专业技术知识培训。
- (5)该项目建成运行后,必须认真进行竣工验收监测工作。

参考文献:

[1] 王时进, 娄云. 辐射所致臭氧的估算与分析[J]. 中华放射医学与防护杂志, 1994 14(2): 101—103

[2] 国务院令 第 449号, 放射性同位素与射线装置安全和防护条例[S].

[3] GB18871—2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准[S].

(收稿日期: 2010—10—08)