

医院和医学研究机构中开放型放射性核素的操作、贮存、使用和处置

国际放射防护委员会第25号出版物

原子能出版社

218
71
1

国际放射防护委员会第 25 号出版物

医院和医学研究机构中开 放型放射性核素的操作、 贮存、使用和处置

国际放射防护委员会第 33 号专门委员
会报告书 (委员会 1986 年 11 月通过)

方 程

陈常茂 潘自强 程冠生 校

原子能出版社

内 容 简 介

本出版物对医院和医学研究机构中开放型放射性核素的操作、贮存、使用和处置等方面所需的防护措施作出了详细的建议。文后的附录中提出了有关个人照射方面的建议，对使用开放型放射性核素设施需考虑的问题以及辐射监测设备清单。本出版物取代了1965年出版的国际放射防护委员会第5号出版物。

本出版物可供医院和医学研究单位中从事放射性核素工作的人员，其它部门使用放射性核素的工作人员，辐射防护人员，医院及使用放射性核素单位的行政人员以及医学院校师生参考。

ICRP Publication 25

The Handling, Storage, Use and Disposal of Unsealed Radionuclides in Hospitals and Medical Research Establishments

ICRP, Pergamon Press, 1977

国际放射防护委员会第25号出版物
**医院和医学研究机构中开放型放射性
核素的操作、贮存、使用和处置**

方 军 译

陈常茂 潘自强 程冠生 校

原子能出版社出版

(北京2108信箱)

原子能出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

☆

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ ·印张 $2^{1/2}$ ·字数54千字

1981年7月第一版·1981年7月第一次印刷

印数001—2100·统一书号：15175·351

定价：0.30元

目 录

序言.....	1
1. 引言	1
2. 放射源和放射性作业引起的危害.....	3
辐射危害.....	3
概述.....	3
有关放射源的辐射危害.....	4
有关放射性作业的辐射危害.....	5
其它危害.....	15
3. 防护设施.....	15
一般要求.....	15
作业和工作场所的分类.....	16
需要的设施.....	18
4. 组织机构和职责.....	22
5. 操作技术和工作人员的防护.....	24
概述.....	24
外照射.....	26
污染.....	27
病房作业.....	29
外科手术.....	31
尸检、焚尸、防腐.....	31
6. 病人的防护.....	32
概述.....	32
操作程序.....	35
设备和经费.....	38
放射性强度的测量和放射性药剂的质量控制.....	38

7. 公众成员的个人防护	40
概述	40
经放射性核素治疗后病人的出院	41
8. 医学研究	42
9. 放射性污染的 控制	44
概述	44
设备去污	46
工作人员的去污	47
10. 监测	47
概述	47
设备	48
个人监测	49
场所监测	50
11. 放射性废物	51
一般原则	51
液体废物	52
固体废物	53
气载废物	54
12. 应急程序	55
概述	55
与火灾和爆炸有关的辐射事故	56
场所去污程序	57
个人去污的医学程序	58
概述	58
程序	58
管理程序	59
13. 放射性物质的贮存和运输	60
贮存	60
概述	60

机构和设备	60
贮存条件	62
运输	63
运输物质的记录	64
14. 封闭源和电渡源的泄漏	64
封闭源	65
电镀源	65
附录A 有关个人照射的建议(概要)	67
附录B 使用放射性核素的设施需考虑的问题	68
附录C 辐射监测设备清单	70
参考文献	72

序 言

1971年12月,国际放射防护委员会(ICRP)成立了一个工作小组,任务是修订先前发表的本委员会第5号出版物^[13],使它能反映最新的科学成就。

工作小组成员名单(略)。

该小组所收集的资料由一个起草小组(成员名单略)审核。M. F. Cottrall协助了本报告的最后定稿工作。

本报告中的建议是第3和第4专门委员会根据所编的资料和两个专门委员会的意见而提出的。

制订本报告期间第3和第4专门委员会成员名单(略)。

1. 引 言

(1) 医院和医学研究机构中开放型放射性物质的贮存、操作和处置中所要采取的一般预防措施,已由本委员会第5号出版物^[13]提出。本报告取代本委员会以前发表的第5号出版物中的建议,主要为权威性国家的主管当局提供参考。

(2) 利用本报告概述的规则,将可能使辐射剂量完全保持低于委员会所建议的最大容许水平。但是,制订规章的国家当局应制定必要的当地标准和控制方法。本委员会相信,所提出的资料亦能被地方医学和研究机构使用,而且在一定程度上也适用于使用放射性物质的其它类型的实验室。

(3) 本报告涉及的是在治疗、诊断和研究中由于采用开放型放射性物质而引起的问题。

ICRP第15号出版物^[1]中提出了关于使用封闭源的建

议。在这里,封闭源和电镀源的意思只是指与探测这些放射源的泄漏有关的和由这些源的污染所产生的问题。ICRP 第17号出版物^[20]中提出了在使用放射性核素诊断中有关病人防护的建议。

(4) 在医院和医学研究实验室中,开放型放射性核素用于人和动物体内的以及诊断试验、生物学和生物化学的体外研究中。本报告与下列诸方面的工作有关:

- (i) 为实验室、诊室、手术室和病房提供设备;
- (ii) 与开放型放射性核素有关的各种操作过程,其中包括放射性标记、放射性药剂的配制和质量控制;
- (iii) 施用了放射性核素的病人的护理和出院;
- (iv) 施用了放射性核素的病人尸体的处理;
- (v) 使用开放型放射性核素的设备与工作场所的监测和去污;
- (vi) 受到超剂量照射的或被放射性物质污染的人员的处理;
- (vii) 在机构内部放射性物质的贮存和运输;
- (viii) 放射性废物的处置。

医学机构中的防护标准不应比其它部门所采用的标准低。但是,由于医学应用的特点,某些应用和某些问题可能是独特的。

(5) 一般来讲,操作放射性物质所需的预防措施的标准取决于许多因素。为了实用起见,这些因素已在本报告的各项建议中提出。然而某些一般性的叙述是不可避免的,在解释和应用这些建议时,必须加以判断。

(6) 本文在适当的地方提到了本委员会的其它出版物,特别是第2号^[21]、9号^[22]、10号^[23]、10A号^[24]、

12号^[1]、15号^[1]、16号^[7]、17号^[20]、21号^[8]和22号^[9]出版物。为了获得进一步的细节和建议，应该查阅这些文献。

(7) 医院中会出现一些特殊的辐射防护问题，这些问题涉及到需要处理辐射事故，为此需要提供去污设备，本文不论及这种附加要求。

(8) 医学领域内很少以开放型的形式使用发射 α 射线的放射性核素，故本报告对此不予考虑。虽然采用一般性的建议，但由于这些放射性核素的放射性毒性高，一般说来仍需采用进一步的预防措施和特殊方法。在开始这种工作之前，应该征求专家的意见。

(9) 本报告的建议中，“必须”和“应该”二词具有下列含义：

必须(Shall)表示对辐射进行足够的防护是不可避免的；

应该(Should)表示只要实际可行就采用，以改善辐射防护。

(10) 委员会意识到，依从某些新的建议就必须改变现有的装置或操作程序。这样的改变只要实际可行就应尽快地进行，但不应使病人失去必要的医学照料。

2. 放射源和放射性作业引起的危害

辐射危害

概述

(11) 与开放型放射性物质的贮存、操作和处置有关的辐

射危害，可能是由外照射或内照射引起的。

有关放射源的辐射危害

(12) 由放射性核素发射的 β 、 γ 或特征X射线，或由 β 粒子产生的韧致辐射能够引起外照射。

(13) 当放射性核素由食入、吸入、通过伤口或者被皮肤直接吸收而进入体内时，则有内照射的危害。内照射受剂量的估算往往很困难，而且与许多因素有关，例如放射性物质的物理和化学状态、进入体内的方式和个体的代谢特征。同一数量的放射性物质在体内的危害大于它作为外照射源时的危害，这是因为组织受到连续的照射，一直到该物质的放射性衰变完或被排出为止；同时也因为贯穿辐射，如低能 β 粒子的所有能量耗尽在组织中的缘故。

(14) 表1列出了医学治疗和诊断中常用的发射 β 和 γ 射线的放射性核素，以及这些核素的辐射性质和发射的能量、物理半衰期、照射率常数及食入和吸入可溶性物质的年摄入量限值(ALI)等资料。

(15) 年摄入量限值取决于所用放射性物质的化学状态，以及在特定病例中所采用的代谢因子。表1中的数值系指简单的、可溶性化合物的数值，这些化合物通常有很多限制条件。由于年摄入量限值会随新的资料和计算方法而更改，所以应该参考这方面最新的本委员会出版物。

(16) 除了极少数情况以外，即使在事故情况下，也只有放射源的一小部分放射性物质会被工作人员食入或吸入。因此，在诊断和治疗时，只要正确操作所用的放射性物质，危险性一般是很小的。但在操作治疗用的放射性物质时，有时可能会产生较显著的危害。

(17) 工作面、设备或工作人员本身的污染与摄入放射

性物质所造成的内照射危害有关。为使内照射危害减到最小，不允许这种污染高于很低的水平（参阅第 183 段），这一点是很重要的。

(18) 在离体或动物研究中，可能会遇到表 1 以外的放射性核素。为了考虑这些作业所产生的危害，有关放射性核素的相应的详细资料可从标准物理数据表中获得[例如放射化学手册 (1970)^[10]，国际原子能机构出版的放射性同位素安全操作手册 (1973)^[11]，和 ICRP 第 2 号出版物^[8]]。这些数据应该经常按照所得到的新资料加以修订。

(19) 未包括在表 1 中的几种放射性核素，是根据封闭源和电镀源的放射性泄漏来考虑的。这些问题将在第 14 节中作某些考虑。

(20) 表 2 列出了诊断和治疗中常用的一些放射性核素的化学状态，以及对病人的有代表性器官的剂量（以毫拉德·微居里⁻¹表示）。这些数值是根据 ICRP 第 17 号出版物^[20]、瑞典医院同位素委员会准备的报告^[21]，以及 Roedler 等^[22]，Subramanian、McAffee^[23]和 Hosain 等^[24]的文章，综合了文献中的数据而给出的。这些原始报告给出了在不同器官中的剂量范围，为了方便起见，表 2 中列出的是受到最大剂量的器官、性腺和全身的典型剂量值。

有关放射性作业的辐射危害

(21) 根据表 1 和 ICRP 第 12 号出版物^[6]附录 A 中的数据可清楚地看到，只有所用放射性的强度达到几毫居里时，其 β 或 γ 射线对全身或单个器官产生的外照射才是重要的。这种情况可能出现在有母液的实验室或者进行放射性药物配制或标记的实验室里，也可能出现在有病人的病房和诊室中，这些病人是受到放射性核素治疗或者是为了诊断研究而

表 1 医学中常用的放射性核素

核素	衰变类型	β 辐射的最大能量 (兆电子伏)	γ 辐射的主要能量 (兆电子伏)	照射率常数*(1 厘米 处伦琴·毫居里-1.小时-1)		半衰期	年摄入量限值** (微居里)	
				总数	只有特征 X 射线 (≤10千电子伏)		食入	吸入
³ H	-	0.018(100%)	-	-	-	12.3年	29000	13000
¹⁴ C	-	0.0156(100%)	-	-	-	5720年	5700	10000
¹⁹ F	+	0.633(97%)	0.51(β ⁺)	5.70	-	110月	5700	13000
²² Na	EC*** +	3% 0.54(90.5%) 1.83(6%)	0.51(β ⁺)	11.8	-	2.6年	290	520
²⁴ Na	EC -	9.5% 1.39(100%)	1.28(100%) 1.37(100%) 2.75(100%)	18.3	-	15.0小时	1700	2600
³² P	-	1.71(100%)	-	-	-	14.3天	140	180
³⁵ S	-	0.167(100%)	-	-	-	87.2天	570	780
³⁶ Cl	- EC	0.714(98.3%) 1.7%	-	-	-	3×10 ⁵ 年	570	1000

⁴¹ K	—	2.0(18%)3.6(82%)	1.52(18%)	1.36	—	12.4小时	2600	5200
⁴² Ca	—	0.254(100%)	—	—	—	165天	90	80
⁴⁷ Ca	—	0.69(82%)2.0(18%)	0.5, 0.81(5.7%) 1.31(76.3%)	5.80	—	4.7天	290	520
⁵¹ Cr	EC	100%	0.323(9%)	0.16	—	27.8天	14000	26000
⁵⁴ Mn	EC	100%	0.84(100%)	4.71	—	314天	1100	1000
⁵⁵ Fe	EC	100%	0.0059(23%)	—	—	2.7年	5700	2300
⁵⁷ Co	EC	100%	0.014(8%) 0.122(88.8%) 0.136(8.8%)	0.95	—	270天	5700	7800
⁵⁸ Co	EC	85.2%	0.51(β+)0.81(101%)	5.56	—	71天	1100	2100
	+	0.485(14.8%)	0.19(2.4%) 1.10(57%)					
⁵⁹ Fe	—	0.27(46%)0.46(53%) 1.56(0.3%)	1.29(43%)	6.19	—	45天	570	260
⁶⁰ Co	—	0.31(100%)	1.17, 1.33(100%)	12.9	—	5.26年	290	780
⁶⁴ Cu	—	0.57(38%)	0.51(β+)	1.18	—	12.8小时	2900	5200
	+	0.66(19%)	1.34(0.6%)					
	EC	43%						

表 1 (续)

核 素	衰 变 类 型	β 辐射的最大能量 (兆电子伏)	γ 辐射的主要能量 (兆电子伏)	照射率常数*(1厘米 处伦琴·毫居里 ⁻¹ ·小时 ⁻¹)		半衰期	年摄入量限值** (微居里)	
				总 数	只有特征X射线 (≤ 10 千电子伏)		食 入	吸 入
⁶⁵ Zn	+	0.325(1.7%)	0.51(β^+)(3.4%)	3.00	—	245天	860	260
	EC	98.3%	1.11(49%)					
⁶⁷ Ga	EC	100%	0.09(42%) 0.182(24%) 0.30(22%)0.39(7%)	0.95	—	78小时	2600	5200
⁷⁵ Se	EC	100%	0.12(15%)0.14(54%) 0.27(56%) 0.28(25.2%) 0.40(12.5%)	6.32	4.25	121天	2600	2600
⁸¹ Kr	—	0.67(99.7%)	0.51(0.7%)	0.012	—	10.6年	—	—
⁸⁵ Sr	EC	100%	0.51(100%)	5.78	2.85	65天	860	570
^{87m} Sr	IT	99.4%	0.388(78%)	2.27	0.45	2.8小时	57000	78000
⁸⁷ Y	EC	0.6%						
	+	0.7(0.3%)	0.51(β^+)	5.4	2.8	80小时	1100	2100
	EC	99.7%	0.483(97.4%)					

^{88}Sr	—	1.46(100%)	0.91(0.01%)	—	—	57天	90	80
^{90}Y	—	2.27(100%)	—	—	—	64.2小时	170	260
^{99}Mo	—	0.45(19%)	0.14(82%) 0.18(4.5%)	1.69	0.25	67小时	1400	1800
		1.23(80%)	0.74(14%)0.78(4%)	(包括 $^{99\text{m}}\text{Tc}$)				
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	IT	100%	0.14(90.1%) 0.142(0.04%)	0.76	0.17	6小时	57000	100000
$^{110\text{m}}\text{Ag}$	IT	2%	—	—	—	—	—	—
	—	0.085(65%)	0.66(93%)0.76(23%)	15.4	0.02	253天	260	520
	—	0.530(33%)	0.89(72%)0.94(34%) 1.38(24%)1.51(12%)	—	—	—	—	—
^{113}Sn	EC	100%	0.26(2%)	2.66	1.15	119天	570	1000
				(包括 $^{113\text{m}}\text{In}$)				
$^{113\text{m}}\text{In}$	IT	—	0.39(65%)	1.77	0.29	1.7小时	11000	21000
^{123}I	EC	100%	0.16(84%)	1.57	0.84	13小时	1700	2100
^{125}I	EC	100%	0.035(7%)	1.36	1.31	60天	29	50
^{131}I	—	0.61(87.2%) 0.81(0.7%)	0.28(5%)0.36(79%) 0.64(9.3%) 0.72(2.8%)	2.04	0.04	8.04天	17	23

表 1 (续)

核 素	衰 变 类 型	β 辐射的最大能量 (兆电子伏)	γ 辐射的主要能量 (兆电子伏)	照射率常数*在 1 厘米 处伦琴·毫居里-1.小时-1 (≤ 10 千电子伏)		半衰期	年摄入量限值** (微居里)	
				总 数	只有特征 X 射线 (≤ 10 千电子伏)		食 入	吸 入
^{132}I	—	0.81(21%)1.61(21%) 2.14(18%)	0.52(22%)0.65(26%) 0.67(100%) 0.78(84%)0.95(21%) 1.39(8.5%)	12.8	0.006	2.3小时	570	520
^{133}Xe	—	0.34(99%)0.27(1%)	0.081(35.5%) 0.16(0.5%)	0.46	0.35	5.3天	—	—
^{199}Hg	EC	100%	0.077(19.3%) 0.19(0.5%)	2.13	2.05	65小时	2600	2600
^{198}Au	—	0.29(1.2%)	0.412(95.8%) 0.7(1%)	2.43	0.11	2.7天	570	780
^{203}Hg	—	0.86(98.8%) 0.21(100%)	1.09(0.2%) 0.279(81.5%)	1.38	0.09	47天	140	180
^{206}Bi	EC	100%	0.52(40%) 0.803(99%) 0.88(68%)1.72(33%)	17.7	0.4	6.3天	290	520

参 考 资 料

- * Miró, J. Nucl. Med. Suppl., 2(1964)and 4(1970).
 Lederer, C. M., Hollander, C. M. and Perlman, I. Table of Isotopes, 6th edition(1968).
 Gusev, N. G. and Dmitriev, P. P., Gamma and K-Radiation of Radionuclides. Moscow, Atomizdat(1977), in press.
- ** 年摄入量限值是可溶性物质的年摄入量限值, 它是根据ICRP第2号出版物给出的辐射工作人员人员的饮水和空气中的最大允许浓度的资料计算出来的, 或者根据“英国医学和牙科用的实施规则”(1972) 的假设, 按每天8小时吸入空气为 10^7 厘米³和每天8小时饮水为1100毫升, 每周工作40小时计算得到的。修改过的年摄入量限值的建议值在以后的国际放射防护委员会第2专门委员会的出版物中发表(参阅第6段注)。
- *** EC 为电子俘获。

表 2 使用放射性核素的某些检查对成年病人的辐射剂量
 (本表的局限性见第20段)

检查类型	核 素	化学状态	给予方式	受到最大剂量 的器官	施用每微居里产生的剂量(毫拉德)		
					受到最大剂量的器官	性 腺	全 身
甲状腺扫描和 甲状腺功能	¹³¹ I	碘化物	口服	甲状腺	1200—2100	2—3*	1—3
	¹²⁵ I	碘化物	口服	甲状腺	400—1500	—	0.4—4
	^{99m} Tc	高锝酸盐	口服	甲状腺	0.1—0.5	<0.02	<0.02