

病院および医学研究施設における
非密封放射性核種の
取扱、貯蔵、使用および廃棄処分

社団法人 日本アイソトープ協会
財団法人 仁科記念財団

国際放射線防護委員会勧告

病院および医学研究施設における非密封放射性核種の
取扱、貯蔵、使用および廃棄処分

ICRP Publication 25

国際放射線防護委員会
専門委員会3および4の報告

1976年11月に主委員会によって採択されたもの

社団法人 日本アイソトープ協会
財団法人 仁科記念財団

本書は The Handling, Storage, Use and Disposal of Unsealed Radionuclides in Hospitals and Medical Research Establishments—ICRP Publication 25 を、ICRP の承認のもとに翻訳したものである。

ICRP Publication 5 として 1964 年に刊行された以前の報告書とくらべ、本報告書に示された諸勧告は、以来約 10 年間にこの分野において著しい増加をみた非密封放射性核種の利用の実績を反映して、時勢に即しかつ詳細なものとなっている。前の勧告とおなじく、わが国の実状にてらして、今回の勧告のすべてがそのままの形でただちに適用されうとは思われないが、勧告の意図するところを十分汲みとって実行されることを期待する。

なお、原文における明らかな誤りは、ことわりなく訂正した。

Nishina | Japan
Memorial | Radioisotope
Foundation | Association

Japanese Translation Series of ICRP Publications
Publication 25

Translated by

The Committee for Japanese Translation of ICRP Publications,
Japan Radioisotope Association

.....
Fumio YAMAZAKI (Chair) Hidehiko TAMAKI (Vice-chair)
Masami IZAWA * Tatsuji HAMADA Eizo TAJIMA
.....

Presumed the founding committee members.

* Former ICRP member.

目 次

	項 頁
序 文	(1)
1. 緒 論	1 (3)
2. 放射性線源とその取扱行為に伴う危険	11 (5)
放射線の危険	11 (5)
一 般 論	11 (5)
線源に関連する放射線の危険	12 (5)
取扱行為に関連する放射線の危険	21 (13)
その他の危険	27 (15)
3. 防護設備	29 (15)
一般的要求	29 (15)
取扱行為と作業場所の分類	34 (16)
必要とされる設備	41 (18)
4. 組織と責任	60 (22)
5. 作業方法と作業者の防護	69 (25)
一 般 論	69 (25)
体外放射線	79 (27)
汚 染	82 (28)
病棟での手順	99 (30)

(ii)

外科的処置	105	(32)
死体解剖, 火葬, 死体の防腐	111	(33)
6. 患者の防護	116	(34)
一般論	116	(34)
作業上の手順	133	(38)
装置と費用	146	(40)
放射能の測定と放射性医薬品の品質管理	150	(41)
7. 公衆の個々の構成員の防護	157	(42)
一般論	157	(42)
放射性核種を用いて治療した患者の帰宅	163	(44)
8. 医学的研究	169	(45)
9. 放射能汚染の管理	175	(47)
一般論	175	(47)
用具の汚染除去	182	(49)
職員の汚染除去	187	(50)
10. モニタリング	190	(51)
一般論	190	(51)
装置	195	(52)
職員のモニタリング	199	(53)
場所のモニタリング	205	(54)

11. 放射性廃棄物	206 (55)
一般原則	206 (55)
液体廃棄物	214 (56)
固体廃棄物	221 (57)
気体状廃棄物	228 (59)
12. 緊急時の手順	229 (59)
一般論	229 (59)
火災および爆発を含む放射線事故	235 (61)
場所の汚染除去の手順	239 (62)
職員の汚染除去のための医学的処置	244 (63)
一般論	244 (63)
処置	245 (63)
管理上の手続	250 (64)
13. 放射性物質の貯蔵と運搬	253 (65)
貯蔵	253 (65)
一般論	253 (65)
組織と設備	256 (66)
貯蔵の条件	269 (67)
運搬	278 (68)
運搬物の記録	287 (70)
14. 密封線源および面線源からの漏出	288 (70)
密封線源	289 (70)

(iv)

(a) 面線源..... 292 (71)

付録 A (74)

(1) 個人の被曝に関する勧告のまとめ..... (74)

付録 B (76)

放射性核種取扱施設において必要とされる

(a) 諸項目の点検表..... (76)

(1) 一般的項目..... (76)

(5) 表 面..... (77)

(8) 設 備..... (77)

(9) 警告表示..... (77)

(8) 治療区域に関する特殊項目..... (77)

(1) 診断区域に関する特殊項目..... (78)

職員管理..... (78)

付録 C (79)

(2) 放射線モニタリング装置の表..... (79)

(6) 個人モニタリング..... (79)

(7) 場所のモニタリング..... (79)

(8) 汚染モニタリング..... (79)

(10) その他のモニタリング装置..... (80)

引用文献 (81)

序 文

国際放射線防護委員会は ICRP Publication 5⁽¹³⁾ として以前刊行された報告内容を改訂し時勢に合ったものとするため、1971年12月に課題グループを設けた。

この課題グループの委員構成は次のとおりであった：

K. J. Koren, 委員長

T. Ashton, 幹事

J. Chanteur, 1973年における代理 J- P. Moroni

H. T. Daw

L.-E. Larsson

T. Majle

W. Minder

R. Oliver†

A. J. Solari

D. J. Stevens, 通信委員

この課題グループの集めた材料を、次のメンバーから成る原案作成グループが検討し調整した：

H. T. Daw

K. J. Koren

L.-E. Larsson

R. Oliver†

報告書の最終原稿の作成にあたって M. F. Cottrallが助力した。

この報告書中の諸勧告は、専門委員会3 および4により、編集後の素案に基

(2)

づき、かつ両専門委員会の所見に従ってなされたものである。

この報告書作成中の専門委員会3および4の委員構成は次のとおりである：

専門委員会3

専門委員会4

B. Lindell, 委員長

H. Jammet, 委員長

F. P. Cowan, 1973年まで

D. J. Beninson

A. Kellerer, 1973年より

G. C. Butler, 1973年まで

J. P. Kelley, 1973年まで

H. T. Daw, 1973年まで

E. E. Kovalev

H. J. Dunster

L.-E. Larsson

K. J. Koren

C. B. Meinhold, 1973年より

E. Kunz, 1973年より

R. Oliver†

D. Méchali

P. Pellerin

A. A. Moiseev

K. A. Rowley

H. Muth, 1973年より

E. E. Smith, 1973年まで

C. Polvani

K. A. Stevens, 1973年より

P. Recht, 1973年まで

S. Takahashi

L. Rogers

D. J. Stevens

E. G. Struxness

K. Sundaram, 1973年より

† 1976年死去

1. 緒 論

(1) 国際放射線防護委員会は ICRP Publication 5⁽¹³⁾ の中で、病院および医学研究施設における非密封放射性物質の貯蔵、取扱および廃棄処分の際にとるべき予防手段に関して、一般的な指針を示した。今回の刊行物は ICRP Publication 5 に示された委員会の以前の勧告に代わるものであり、主として国の監督官庁に向けられている。

(2) この報告書に述べられているやり方を用いることによって、種々の放射線被曝の線量を委員会の勧告した最大許容レベルよりも十分低く保つことが可能となるはずである。しかし、各国の規制当局はそれぞれの国に必要な基準と管理手順を作成すべきである。ここに示されている知識は地域の医療施設および研究施設においても活用され、また、放射性物質を使用する他の種類の研究施設にも、ある範囲で、適用しうるものと委員会は信ずる。

(3) この報告書は、治療、診断および医学研究において非密封放射性物質を使用することから発生する諸問題を扱っている。

密封線源の使用に関する諸勧告は ICRP Publication 15⁽¹⁾ に与えられている。ここでは、密封線源および面線源については、このような線源からの放射性物質の漏出の検知と漏出による汚染から生ずる諸問題との関連においてのみ、言及する。放射性核種を用いた検査における患者の防護のための勧告は ICRP Publication 17⁽²⁰⁾ に与えられている。

(4) 病院および医学研究施設において、非密封の放射性核種は人間と動物に *in vivo* で使用され、また診断検査や生物学および生化学的研究に *in vitro* で使用される。この刊行物はこのような作業の、次に示す諸点に関するものである：

(4)

- (i) 実験室、診療室、手術室および病室に備えるべき設備、
- (ii) 放射性医薬品の放射能標識化、小分けおよび品質管理を含む、非密封放射性核種の取扱作業においてとるべき手順、
- (iii) 放射性核種を投与された患者の看護と帰宅、
- (iv) 放射性核種を投与された死体の取扱、
- (v) 用具と非密封放射性核種を使用する作業場所のモニタリングおよび汚染除去、
- (vi) 過大な放射線被曝または放射性物質の何らかの汚染を受けた職員の処置、
- (vii) 施設内における放射性物質の貯蔵と運搬、
- (viii) 放射性廃棄物の廃棄処分。

医学的施設における防護の基準は、ほかで受け入れられている基準よりも低いものであってはならない。しかしながら、医学への適用の本質上、独特ないくつかの適用面と問題点とがあろう。

(5) 放射性物質の取扱において必要とされる予防手段の基準は、一般に数多くの因子に依存する。これらの因子を、実行しうる限り、この報告書の個々の勧告中に示した。しかし、いくらかの一般化は避けられなかったため、これらの勧告は判断を加えて解釈され適用されなければならない。

(6) 適切と考えられるときには、本文中で他の ICRP 報告書、とくに Publication 2^{(2)*}、9^{(3)*}、10⁽⁴⁾、10A⁽⁵⁾、12⁽⁶⁾、15⁽¹⁾、16⁽⁷⁾、17⁽²⁰⁾、21⁽⁸⁾、および 22⁽⁹⁾を引用してあり、なお一層の詳細および助言についてはこれらの報告書を参考とするべきである。

(7) 放射線傷害者の処置を要請されている病院では、特別な放射線防護上の問題——たとえば汚染除去設備の設置などの——が生ずるのであろうが、この

* ICRP Publication 2と9の新版**は1977年に刊行される予定である。

** (訳注) ICRP Publication 26として刊行された。邦訳がある。

ような付加的要件はここでは取り扱わなかった。

(8) 医学の分野では α 線放出核種を非密封の形で投与することはめったにないので、この報告書では考慮に入れていない。この場合にも一般的勧告は適用されうるが、これらの放射性核種は高い放射能毒性をもっているので、さらに一層の予防手段と特別の手法とを、ふつう、とる必要がある。このような作業に着手する前に、専門家の助言を求めるべきである。

(9) この報告書に示した勧告中で、ねばならぬとべきであるという言葉は次の意味をもつ：

ねばならぬ 適切な放射線防護のために不可欠である、
べきである 放射線防護の改善のために、実施しうる限りいつも適用する。

(10) この新しい勧告のいくつかを実行するためには、現在の施設もしくは作業手順の変更を要するかもしれないことを、委員会は承知している。このような変更が実施しうる限り速やかに、しかし患者が必要な医療処置を受けることを妨げないように、なされることが望ましい。

2. 放射性線源とその取扱行為に伴う危険

放射線の危険

一般論

(11) 非密封放射性物質の貯蔵、取扱および廃棄処分に伴う放射線の危険は、体外被曝または体内被曝によるものであろう。

線源に関連する放射線の危険

(6)

(12) 体外被曝は、放射性核種の放出する β 線、 γ 線または特性X線、あるいは β 粒子の引き起こす制動放射線によって生じうる。

(13) 体内被曝による放射線の危険は、放射性核種が経口摂取または吸入により、または傷口あるいは無傷の皮膚を通る直接の吸収により、体内に入ることになる。線量の評価は多くの場合困難であって、物質の物理的、化学的形態、体内侵入の仕方、およびその個人の代謝といった多くの因子に依存する。体内に存在するある量の放射性物質は、体外線源として存在する同量の放射能よりも大きい危険を示す。その理由は、その物質が減衰するかまたは除去されるまで組織が連続的に照射を受け、しかも、低エネルギー β 粒子のような透過性の小さい放射線はその全エネルギーを組織中で消費するからである。

(14) 表1に治療用および診断用としてふつう使われている β 線放出核種および γ 線放出核種の大部分を、放射線の種類とエネルギー、物理的半減期、照射線量率定数および、可溶性の物質の経口摂取と吸入の両方に対する「年摂取限度(ALI)」に関するデータとともに示す。

(15) ALIは、放射性物質が使用されるときに化学形と、個々の事例に適用される代謝の諸因子とに依存する。表1の数値は、通常最も厳しい条件となる単純な可溶性化合物に対するものである。ALIの数値は新しい知識と計算法に照らしてときどき修正されるので、この問題についての該当する最新のICRP刊行物を参照すべきである。

(16) きわめてまれな事態は例外として、事故的な条件のもとであっても職員の経口摂取または吸入する放射能は、線源の放射能のほんのわずかな一部分にすぎないであろう。したがって、診断および治療に用いる量の放射能を正しく取り扱えば、リスクは通常小さい。しかし、治療目的の放射エネルギーの取扱に伴う危険は、ときには著しいことがありうる。

表1 医学においてよく用いられる放射性核種¹⁾

核種	壊変形式	β 線最大エネルギー(MeV)	主要 γ 線のエネルギー(MeV)	照射線量率定数 RmCi ⁻¹ h ⁻¹ at 1 cm			ALI ²⁾ (μ Ci)	
				合計	特性X線のみ (≤ 10 keV)	半減期	経口摂取	吸入
³ H	-	0.018(100%)	-	-	-	12.3 year	29,000	13,000
¹⁴ C	-	0.156(100%)	-	-	-	5,720 year	5,700	10,000
¹⁸ F	+	0.633(97%)	0.51(β^+)	5.70	-	110 min	5,700	13,000
	EC*	3%	-	-	-	-	-	-
²² Na	+	0.54(90.5%) 1.83(0.06%)	0.51(β^+) 1.28(100%)	11.8	-	2.6 year	290	520
	EC	9.5%	-	-	-	-	-	-
²⁴ Na	-	1.39(100%)	1.37(100%) 2.75(100%)	18.3	-	15.0 h	1,700	2,600
	-	1.71(100%)	-	-	-	14.3 day	140	180
³² P	-	0.167(100%)	-	-	-	87.2 day	570	780
³⁶ Cl	-	0.714(98.3%)	-	-	-	3 × 10 ⁵ year	570	1,000
	EC	1.7%	-	-	-	-	-	-
⁴² K	-	2.0(18%) 3.6(82%)	1.52(18%)	1.36	-	12.4 h	2,600	5,200
⁴⁵ Ca	-	0.254(100%)	-	-	-	165 day	90	80
⁴⁷ Ca	-	0.69(82%) 2.0(18%)	0.5, 0.81(5.7%) 1.31(76.3%)	5.80	-	4.7 day	290	520
	EC	100%	0.323(9%)	0.16	-	27.8 day	14,000	26,000
⁵⁴ Mn	EC	100%	0.84(100%)	4.71	-	314 day	1,100	1,000
⁵⁵ Fe	EC	100%	0.0059(23%)	-	-	2.7 year	5,700	2,300
⁵⁷ Co	EC	100%	0.014(8%) 0.122(88.8%) 0.136(8.8%)	0.95	-	270 day	5,700	7,800
	EC	85.2%	0.51(β^+) 0.81(101%)	5.56	-	71 day	1,100	2,100
⁵⁹ Fe	+	0.485 (14.8%)	-	-	-	-	-	-
	-	0.27(46%) 0.46(53%) 1.56(0.3%)	0.19(2.4%) 1.10(57%) 1.29(43%)	6.19	-	45 day	570	260
	-	-	-	-	-	-	-	-

表1 医学においてよく用いられる放射性核種¹⁾ (続き)

(8)

核種	壊変形式	β 線最大エネルギー(MeV)	主要 γ 線のエネルギー(MeV)	照射線量率定数 RmCi ⁻¹ h ⁻¹ at 1 cm			ALI ²⁾ (μ Ci)	
				合計	特性X線のみ (≤ 10 keV)	半減期	経口摂取	吸入
⁶⁰ Co	-	0.31(100%)	1.17, 1.33(100%)	12.9	-	5.26 year	290	780
⁶⁴ Cu	-	0.57(38%)	0.51 (β^+)	1.18	-	12.8 h	2,900	5,200
	+	0.66(19%)	1.34(0.6%)					
⁶⁵ Zn	EC	43%		3.00	-	245 day	860	260
	+	0.325(1.7%)	0.51(β^+) (3.4%)					
⁶⁷ Ga	EC	98.3%	1.11(49%)	0.95	-	78 h	2,600	5,200
	EC	100%	0.09(42%) 0.182(24%) 0.30(22%) 0.39(7%)					
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 day	2,600	2,600
⁸⁵ Kr	-	0.67(99.7%)	0.51(0.7%)	0.012	-	10.6 year	-	-
⁸⁵ Sr	EC	100%	0.51(100%)	5.78	2.85	65 day	860	570
^{87m} Sr	IT	99.4%	0.388(78%)	2.27	0.45	2.8 h	57,000	78,000
	EC	0.6%						
⁸⁷ Y	+	0.7(0.3%)	0.51(β^+)	5.4	2.8	80 h	1,100	2,100
	EC	99.7%	0.483(97.4%) 0.91(0.01%)					
⁸⁹ Sr	-	1.46(100%)	0.14(0.01%)	-	-	57 day	90	80
⁹⁰ Y	-	2.27(100%)	-	-	-	64.2 h	170	260
⁹⁹ Mo	-	0.45(19%)	0.14(82%), 0.18(4.5%)	1.69	0.25	67 h	1,400	1,800
	-	1.23(80%)	0.74(14%) 0.78(4%) (^{99m} Tcを含む)					
^{99m} Tc	IT	100%	0.14(90.1%) 0.142(0.04%)	0.76	0.17	6 h	57,000	100,000
^{110m} Ag	IT	2%	0.66(93%) 0.76(23%)	15.4	0.02	253 day	260	520
	-	0.085(65%)	0.89(72%) 0.94(34%)					
	-	0.530(33%)	1.38(24%) 1.51(12%)					

¹¹³ Sn	EC	100%	0.26(2%) 0.39(65%)	2.66 (^{113m} Inを含む)	1.15	119 day	570	1,000
^{113m} In	IT	100%	0.39(65%)	1.77	0.29	1.7 h	11,000	21,000
¹²³ I	EC	100%	0.16(84%)	1.57	0.84	13 h	1,700	2,100
¹²⁵ I	EC	100%	0.035(7%)	1.36	1.31	60 day	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 day	17	23
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 h	570	520
¹³³ Xe	-	0.34(99%) 0.27(1%)	0.081(35.5%) 0.16(0.5%)	0.46	0.35	5.3 day	-	-
¹⁹⁷ Hg	EC	100%	0.077(19.3%) 0.19(0.5%)	2.13	2.05	65 h	2,600	2,600
¹⁹⁸ Au	-	0.29(1.2%) 0.86(98.8%)	0.412(95.8%) 0.7(1%) 1.09(0.2%)	2.43	0.11	2.7 day	570	780
²⁰³ Hg	-	0.21(100%)	0.279(81.5%)	1.38	0.09	47 day	140	180
²⁰⁶ Bi	EC	100%	0.52(40%) 0.803(99%) 0.88(68%) 1.72(33%)	17.7	0.4	6.3 day	290	520

*EC: 軌道電子捕獲

1) 引用文献

MIRD *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.

- 2) ALI は可溶性物質の「年摂取限度」であって、週40時間作業とし、空気は1日8時間につき 10^7cm^3 、水は1日8時間 $1,100 \text{ml}$ の摂取を仮定して、ICRP Publication 2 またはBritish Code of Practice for Medical and Dent-Use (1972) に与えられた放射線作業員に対する飲料水と空気の最大許容濃度のデータに基づいて計算されている。ALI に関する改訂された勧告は、ICRP 専門委員会 2 の今後の報告書に公表されることになっている。(6項の脚注参照)

(10)

(17) 作業場所の表面、装置または作業者自身の汚染は、放射性物質の取込みと、その結果上に述べたような体内被曝のリスクをもたらす。この危険を最小にするには、このような汚染が非常に低いレベルを超えないようにすることが不可欠である（177項参照）。

(18) *in vitro* または動物実験を含む研究においては、表1に示す以外の放射性核種が使用されることがあろう。これらの行為のもたらす危険を考慮して、問題となる放射性核種についての表1に相当する内容の詳細を標準的な物理データ表（たとえば、The Radiochemical Manual, 1970⁽¹⁰⁾, IAEA Manual on Safe Handling of Radioisotopes, 1973⁽¹¹⁾, および ICRP Publication 2^{(2)*}）から得ておくべきである。このようなデータは、新しい情報が得られ次第、新しいものにすべきである。

(19) 密封線源または面線源からの放射能の漏出という特定の見地からは、表1に含まれていない二、三の核種が重要である。これらの問題についての考慮は第14節に述べられている。

(20) 表2には、診断および治療の目的で通常使用される化学形のいくつかについて、患者の受ける代表的な器官線量（投与された μCi あたりの mrad ）が示してある。これらの数値は、ICRP Publication 17⁽²⁰⁾、スウェーデンの病院のアイソトープ委員会のために作成された報告書⁽²¹⁾、および Roedler ほか⁽²²⁾、Subramanian と McAfee⁽²³⁾、Hosain ほか⁽²⁴⁾ の諸論文に基づいたものである。これらの諸論文は文献から得られたデータのまとめである。種々の器官における線量値は原著報告によって幅があるが、表2には便宜上、最高の線量を受ける器官、生殖腺および全身に対する代表値を示す。

* 6 項の脚注を参照。

表2 放射性核種を用いるいくつかの検査における成人患者の線量
(この表の限定については20項に述べられている)

検査の種類	核種	化学形	投与方法	最大の線量を受ける器官または組織	投与量1 μ Ciあたりの線量(mrad)		
					最大の線量を受ける器官	生殖腺	全身
甲状腺スキャンおよび 甲状腺機能	^{131}I	ヨウ化物	経口	甲状腺	2,100	2-3*	1-3
	^{125}I	ヨウ化物	経口	甲状腺	400-1,500	—	0.4-4
腎機能 (レノグラフィ)	^{99m}Tc	過テクネチウム酸塩	経口	甲状腺	0.1-0.5	<0.02	<0.02
	^{131}I	ヒップラン	静脈内	膀胱	0.5-8**	<0.2	<0.2
	^{125}I	ヒップラン	静脈内	腎	<0.2**	<0.3	<0.04
	^{131}I	ヨウ化物	静脈内	唾液腺	50**	2-3*	1-3
腎スキャン	^{99m}Tc	鉄錯塩	静脈内	腎	0.2-1	0.05	—
肝スキャン	^{198}Au	コロイド	静脈内	脾	25-70	0.1-0.6	0.5-2
	^{99m}Tc	硫化物コロイド	静脈内	肝, 脾	0.2-0.4	0.007-0.02	0.02
	^{131}I	ローズベンガル	静脈内	肝	1-5**	0.03-0.2	0.4-1.3
Schilling 試験	^{113m}In	コロイド	静脈内	肝	0.5	0.003	0.01
	^{57}Co	ビタミンB12	経口	肝	50-160	0.1-2	5
	^{58}Co	ビタミンB12	経口	肝	200-500	***	20
	^{60}Co	ビタミンB12	経口	肝	600-8,000	100-600	250-600
脳スキャン	^{99m}Tc	過テクネチウム酸塩	静脈内	大腸	0.1-0.3	<0.02	<0.02
	^{131}I	人血清アルブミン	静脈内	甲状腺**, 血液	5-30	2-9	1-9
	^{197}Hg	クロルメロドリン	静脈内	腎	5-30	0.01-0.03	0.01-0.1

検査の種類	核種	化学形	投与 方法	最大の線量を受 ける器官または 組織	投与量1 μ Ciあたりの線量 (mrad)		
					最大線量を受ける器官	生殖腺	全身
血液量	^{131}I	人血清 アルブミン	静脈内	甲状腺**, 血液	5—30	2—9	1—9
	^{125}I	人血清 アルブミン	静脈内	血液**	1—5	0.2—0.6	0.5—3
肺スキャン	^{131}I	アルブミン マクロアグ レゲート	静脈内	肺	1—6	0.3—1.3	0.1—0.3
	^{99m}Tc	アルブミン マクロアグ レゲート	静脈内	肺	0.2—0.4	< 0.01	< 0.02
	^{99m}Tc	鉄錯塩	静脈内	腎	0.2—1	0.05	—
肺機能	^{133}Xe	塩溶液	静脈内	血液	0.04	< 0.004	—
骨スキャン	^{85}Sr	塩化物	静脈内	骨	15—50	3	5—30
	^{87m}Sr	クエン酸塩	静脈内	骨髄および骨	0.04—0.6	0.02 (硝酸 塩に対して)	< 0.02
	^{18}F	フッ化物	静脈内	膀胱	2—5	0.07	< 0.01
	^{99m}Tc	ポリリン 酸塩	静脈内	骨髄	0.01	—	—
	^{99m}Tc	二フォス フォン酸塩	静脈内	骨髄	0.01	—	—
胎盤 スキャン	^{113m}In	塩化物	静脈内	血液	0.2	—	< 0.02
	^{75}Se	メチオニン	静脈内	腎	60	10	2—9

この情報は、ICRP Publication 17⁽²⁰⁾ およびスウェーデン国立放射線防護研究所の報告書（スウェーデン語で刊行）⁽²¹⁾ にまとめられた文献、および Roedler ら⁽²²⁾、Subramanian と McAfee⁽²³⁾、および Hosain ら⁽²⁴⁾ の推定値から得られたものである。

* Roedler ら⁽²²⁾ の推定値は 0.2。

** 甲状腺はブロックされている。

*** 見積もられた推定値は次のとおり: 0.55⁽²²⁾、3—8⁽²⁰⁾、150⁽²¹⁾。

取扱行為に関連する放射線の危険

(21) 表1のデータからも、また ICRP Publication 12⁽⁶⁾ の付録Aにおいても明らかなように、 β 線または γ 線による全身または単一器官の体外被曝は、数ミリキュリーの放射能を扱うときにはじめて問題となるであろう。このようなことは、保存用原液を保有するかまたは放射性医薬品の小分けあるいは標識化を行う実験室において、また、治療のために放射性核種を投与された患者あるいは診断の目的で数ミリキュリーの短寿命放射性核種の注射を受けて間もない患者のいる病室および診療室において起こりうる。放射性廃棄物もまたこのような被曝の原因となりうる。

(22) 放射性物質投与後の患者の排泄物と体液、たとえば血液や唾液、中には放射能の含まれることがあろう。おそらく、自分の子供に授乳する患者の場合を除けば、検査の場合にはこの観点から大した危険を生ずることはない。しかしながら、検査の結果を無効にしないということならば、異なった患者からの試料の相互汚染を避けるための注意が不可欠であろう。

(23) 放射性核種の小分け、化学操作または放射性医薬品の調剤を行う実験室においては、こぼれからのリスク、したがって汚染のリスクが比較的大きい。管理区域への立入りに関する一般的な勧告(61項参照)に加えて、上述の実験室への立入りは、そこでの作業にとくにかかわりがあり、かつとるべき注意を心得た職員に限られなければならない。単位容積あたりの放射能が高い溶液を取り扱う場合や、その物質がヨウ素の溶液のように放射性的蒸気を生ずるならば、特別な配慮が必要であろう。上のような状況はどちらも、ラジオイムノアッセイのため行う標識操作などで起こりうることであり、これらの作業のために特別な実験室を別にとっておくのが得策である。

(24) 動物を用いる実験においては、たとえば高放射能の使用または迅速な解剖と組織試料の調製の必要といった特殊な問題が生じうる。このような研究の計画にあたっては、十分な放射線防護をなしうることを確実にするため、専

門家の助言を求めるべきである。

(25) そこでは職員が必要な注意事項をよく知らないような病院のほかの場所で、放射性物質による危険が予期せずにかかることがある。たとえば、放射性核種による治療に続いて患者の緊急手術を行わなければならないかもしれないし、あるいは放射性核種による治療のすぐあとで死亡した患者の解剖が必要となることもあろう。これらの事例では一般に簡単な注意を必要とするだけであって、治療目的で放射性核種を投与したあとであっても、緊急の内科的処置または外科的処置を延ばす必要はないであろう（第7節参照）。

(26) 放射性核種を用いる作業のもたらす危険は、その核種の放射能毒性と放射エネルギーに依存するばかりでなく、その物質の物理的、化学的形態と、行われる行為の種類と複雑さにも依存する。それゆえ、いろいろな行為に対して以前に荷重係数をそれぞれ与えた（表3）。これらは修正係数と呼ばれていたが、この報告書では「作業係数」という用語を採用する。作業係数は実験室の一般的な手順から評価されていたが、医学利用においては、作業の頻度、職員の熟練度および患者の種類と状態といった追加の考慮事項が係数の数値に影響する。防護設備について論議する第3節においては、医療作業係数と呼ぶ特別の荷重係数を導入してある。

表3 実験室における放射性物質の使用のための作業係数

取扱行為	係数
単純な貯蔵	100
単純な湿式操作	10
通常の化学操作	1
複雑な湿式操作	0.1
単純な乾燥操作	0.1
乾式の、粉じんの出る操作	0.01

その他の危険

(27) 火災、爆発または機械的損傷から生ずる事故を処理するため、あるいは傷害を受けた人の救助と手当の必要からの緊急活動は、放射能が存在するという理由で、遅らせるべきではない（229—231 項も参照）。

(28) 放射線の危険の制御は、投与のために調製される放射性医薬品の無菌性、化学的毒性および純度の問題にも十分な注意を払うことができるようなやり方で行われなければならない。

3. 防護設備

一般的要求

(29) この節は、医学の診断、治療および研究の目的による非密封放射性物質の貯蔵と使用のための防護設備を取り扱う。放射性物質の貯蔵についての詳細な勧告は第13節に示されている。

(30) 放射性物質の貯蔵と、放射性物質を用いる作業は、この目的のために指定された部屋または実験室の中で行わなければならない。これらの場所は、使用する放射性核種の種類と放射エネルギー、それらの物理的、化学的形態およびそこで行われることになっている作業との関連においてそれぞれ特有の設計諸元をもったものとすべきである。

(31) 放射性物質の医学利用のための施設は、開梱、貯蔵、放射性医薬品の調剤、小分け、診断および治療のための投与、診断行為、汚染除去および廃棄物の取扱を行う部屋から成るであろう。施設にはまた、更衣室、待合室、手術

(16)

室、病室、別個の洗濯場、および、研究機関の場合には特別の動物舎と焼却炉が含まれるであろう。

(32) 設備の配置は、望むらくは、高放射能を扱う室が低レベル放射能測定を行う室と隣り合って測定室のバックグラウンド放射線を増加させることがないようにすべきである。

(33) 医療施設内で放射性物質を運搬する必要性を最小にするためには、放射性物質取扱施設を集中すべきである。しかしながら、患者の利益のためには、診断業務を分散するほうが合理的なこともあろう。分散のもう一つの理由としては、この仕事が、異なった職員グループによって実施されるいくつかのはっきりしたカテゴリーに区別されるということもあろう。治療のための放射性物質の投与は、実行しうる場合にはいつも、小分け室の近くで行われるべきである。

取扱行為と作業場所の分類

(34) 体内汚染と体外放射線とからの危険を最小にするためとるべき放射線防護上の措置は、使用する放射性核種の放射エネルギーと種類、および作業の種類に依存する。

(35) 放射性核種はその相対的な放射能毒性に応じて4群に分類される。いろいろな放射性核種に対する「年摂取限度 (ALI)」がこの分類の基礎として役立つ。このような分類は国際原子力機関によって最初に作成された⁽¹²⁾。

(36) 以前の ICRP Publication 5⁽¹³⁾ においては、上に述べた放射能毒性による群別に基づいて、放射性核種を取り扱う実験室を3つの型に分類し、それぞれの型の実験室において1回に取り扱われる放射能の範囲と、それらの実験室における防護設備についての勧告とを与えた。さらに、荷重係数(この刊行物では作業係数と呼ぶ)も示した(表3参照)。この係数は、いろいろな取

扱行為に対する汚染の危険度に関連するものであって、特定の種類の作業においてもたらされる体内汚染の危険に応じて、許される放射エネルギーを加減するために表にして示した。

(37) この刊行物は病院および医学研究施設における放射性核種の使用に対象を限っており、 α 線放出核種はかわりがないので、最高の放射能毒性をもつ放射性核種のグループはこの刊行物の範囲外である。また、表1にかかげた放射性核種のうち、ほんのわずかのものだけが2番目の放射能毒性のグループに属する (^{45}Ca , ^{89}Sr , ^{125}I および ^{131}I)。しかしながら、このグループの中においてさえ、ALIの値はかなり異なっている。

(38) この刊行物の目的上、放射性物質を取り扱う実験室を、体内被曝のリスクに応じて、危険の3つのカテゴリーすなわち“低”、“中”、および“高”に分類する。

カテゴリー： “低” “中” “高”
放射能： $< 100 \mu\text{Ci}$ $100 \mu\text{Ci} -$ $> 100 \text{mCi}$
 100mCi

ここに示された放射エネルギーは、それぞれのカテゴリーの実験室において1日に取り扱うことのできる総放射エネルギーである。 ^{89}Sr , ^{125}I および ^{131}I については、その総放射エネルギーが上に述べた放射エネルギーの1/10を超えてはならない。また ^3H については、その放射エネルギーは上の値の100倍とすることができる。

(39) 表3に示し、26および36項で言及した作業係数は一般的な実験室条件について算定されたものであって、作業の頻度、職員の熟練度および患者の種類と状態は斟酌されていない。この理由で、いろいろの実験室および行為に対する特別の医療作業係数を導入し、それを表4に示す。この医療作業係数は、同じ種類の実験室および行為についても変わりうるものであるが、それは、そ

(18)

の場所の状況や、同一種類の行為の複雑さの違いのためである。

表4 医療作業係数

実験室または作業の種類	係数
貯蔵	100
放射性医薬品の薬局	1 - 0.1
小分け	1
投与	1 - 0.1
診断 (スキャンニング, 放射線計数)	100 - 10
病室 (診断用)	100
病室 (治療用)	10
待合室	100
放射性廃棄物およびその減衰を待つための貯蔵	100 - 1

(40) 38項の放射能範囲は医療作業係数なしで与えられている。一つの実験室に対して、ある危険のカテゴリーが十分なものであるかどうかを見るためには、そのカテゴリーに与えられた放射能に該当する医療作業係数を乗じなければならない。もし、放射性医薬品を使用するある種の行為に対して医療作業係数が0.1と算定されたならば、“中”危険度の実験室において1日に取り扱ってよい毎日の平均放射エネルギーは $0.1 \times 100 \text{ mCi} = 10 \text{ mCi}$ を超えてはならない。もし放射性核種が ^{89}Sr , ^{125}I または ^{131}I ならば、相当する放射能は1 mCi である。

必要とされる設備

(41) 放射性物質を貯蔵した取り扱う室において、防護の目的に必要とされる設備を表5に示す。これらは危険のカテゴリーに依存する。

(42) 体外被曝に対する防護設備 (たとえば構造上の遮蔽) は、使用される γ 線放出核種の種類と量に依存する。 β 線放出核種であっても、局所遮蔽を必要とするほどの体外被曝を生じることがある (12および21項参照)。

表5 危険のカテゴリー別の放射線防護設備

危険のカ テゴリー	設 備						
	構造遮蔽	床	表面	フード	室の換気	配管	救急設備
低	なし	清掃 可能	清掃 可能	なし	普通	標準	洗浄設備
中	なし	連続し た一枚 のシー ト	清掃 可能	あり ¹⁾	良好	標準	洗浄およ び汚染除 去設備
高	多分必要	壁に溶 接した 連続一 枚のシ ート	清掃 可能	あり ¹⁾ 特別室	強制換気 を要する ことあり	特殊配管 を要する ことあり	洗浄およ び汚染除 去設備

1) 投与室あるいは、中および高危険度の病室にはフードを必要としない。

(43) 体外放射線に対して必要な遮蔽の計算のために、最もふつうに使用されている γ 線放出核種の照射線量率定数を表1に、また鉛の半価層と1/10価層を表6に示す。これ以上の知識はICRP Publication 21⁽⁸⁾にある。厚さ数ミリメートルのガラスまたはメタクリル樹脂のスクリーンは、1 MeV以下のエネル

表6 高度に減弱した広いビームの γ 線に対する、半価層 (HVT) および1/10価層 (TVT) の近似値

核種	鉛 (cm)	
	HVT	TVT
^{99m} Tc	0.3	1.0
^{113m} In	1.0	3.4
¹³¹ I	0.7	2.4
¹³³ Xe	0.2	0.6
¹⁹⁸ Au	1.1	3.6

(20)

ギーの β 線に対する被曝を防ぐのに十分であろう。 β 線の最大エネルギーが1 MeVを超えるとときには、数ミリキュリーの放射能の場合、このスクリーンからの制動放射線を考慮する必要がある。たとえば、 ^{32}P の場合にそのようなことになる。そのときには鉛ガラスのスクリーンを用いるべきである。

(44) 放射性核種を取り扱う室の作業場所は、患者と職員のためばかりではなく、作業に不可欠な装置を運ぶ手押車のためにも、十分な大きさのスペースとすべきである。

(45) 放射性医薬品を用いる作業は、通常無菌的条件のもとで行う必要がある。しかし、フードは負圧に保つという原則と、その作業を行うフードを無菌状態に保つため正圧にする必要性とは矛盾するので、これは問題である。個々の状況ごとに、放射薬剤学の専門家と放射線防護の専門家に助言を求めるべきである。

(46) すべての表面材料は、化学薬品による腐食、熱および火に対する耐久性との関連で選ぶべきである。特別な床敷材を必要とする場合(表5参照)には、滑らない特性のものを用いるよう配慮すべきである。顔料を含まないか、または可塑剤をわずかしか含まないポリ塩化ビニルシートは、ほかのポリ塩化ビニル材料よりも耐汚染性があり、かつ汚染除去が容易である。

(47) 作業台の表面は、フード内の表面も含めて、必要な遮蔽材の重量に耐えるように設計すべきである。放射性核種を冷蔵する必要があるときは、もし冷蔵庫内に遮蔽を設けることができなければ、遮蔽と換気を設けた貯蔵室内に冷蔵する必要がある(275項参照)。

(48) 各作業場所の近傍あるいは放射性核種を取り扱うことになる各室の入口付近の好都合な場所に、手洗い設備を設けるべきである。水道栓は手を用いずに操作できるようにすべきであり、使い捨てのタオルを用意すべきである。大量の放射性核種を取り扱う場所には、緊急時用のシャワーを設けるべきであ

(22)

(55) フードからのダクトに用いる材料は、清掃と交換の容易さ、化学的耐久性および難燃性に着目して選ばれるべきである。排気系統は、その建物の通常の換気系統と別個のものでなければならない。

(56) フードは、空気の渦流やポケットがないように、また、人の動きや扉および窓の開閉によって室内に生じる気流の変化のためにフードから引き出される空気なるべく少なくなるように、設計すべきである。

(57) 気流を作るための排風機は、ダクトのなるべく大部分で負圧が保たれるように、出口近くに配置すべきである。排風機のモータは、汚染を避けかつ修理を容易にするため、ダクトの外側におくべきである。

(58) 病院で取り扱う放射能の量と種類からみて、フードからの排気をろ過する必要は一般にないであろう。もしフィルタを使用することになるならば、フィルタは実施しうる限りダクトの入口近くに取り付け、またそれを外してプラスチック製袋のようないれものに容易に収納できるようにしておくべきである。

(59) 医学的研究に使用される施設 — 動物室を含む — は、診療業務に報告される放射線防護と少なくとも同等の高さのレベルのものにしなければならない。しかし、ときには放射線治療に用いられるよりかなり多量の放射能を使用したり、きわめて長半減期の放射性核種を用いて研究が行われることがある。このような因子は放射線防護の程度に影響することがあり、考慮しなければならない。

4. 組織と責任

(60) 施設または作業および施設周辺における、放射性核種の取扱、投与、貯蔵その他に関連した放射線防護のすべての事項に対する責任は、最終的には施設の運営責任者にある。

(61) 放射線防護実施の一般原則に関して委員会の示した次の勧告は、ICRP Publication 9⁽³⁾ からの引用であって、この報告にもあてはまるものである*。

(52) どんな被曝でもある程度リスクを伴うことがあるので、委員会は、いかなる不必要な被曝も避けるべきであること、および、経済的および社会的な考慮を計算に入れたうえ、すべての線量を容易に**達成できる限り低く保つべきであることを勧告する。線量限度は、予測しうる被曝状況をもたらすような線源の設計および操作の計画のためのものであることに注目すべきである。制御されていない線源からの被曝についての“対策レベル”は、他の考慮によって決まる。

(108) いかなる施設または作業においても、運営責任者は技術責任者を1人または複数決めて、放射線防護のあらゆる関連する面についての助言および、放射線防護の適切な勧告を適用するのに必要な技術サービスが得られるようにしておくべきである。しかし、その施設内で働く人々あるいはある作業に従事している人々を防護し、公衆の構成員の被曝を制限して、国または地域が要求する該当条件を満たすようにする責任は、運営責任者自身にあるであろう。

(109) すべての企画された施設の設計やすべての作業計画は、作業者と公衆の構成員との両者の放射線防護の妥当性について、事前に評価されるべきである。この放射線防護の評価には、予測しうる型の事故についての検討を含むべきである。この検討は、予測しうる事故の種類と大きさ、その発生確率、その引き起こす結果、および適切な予防処置と事後処置を、考慮に入れるべきである。

(113) 運営責任者は必要に応じて管理区域を設けるべきである。管理区域とは、放射線あるいは放射性物質への被曝から人を防護するために、出入が規制される区域をいう。出入は種々の方法で管理することができ、最小限は警告標

* 6 項の脚注を参照。

**これは“合理的に”におき換えられた。

(24)

示の使用である。管理区域の範囲は専門家の判断事項であるが、すべての場合に、管理区域の外側の作業者が、該当する「最大許容線量」の3/10を超えて被曝することがほとんど起こりそうにないようなものであるべきである。その他の考慮によって管理区域の拡張が必要とされるかも知れない。

“(114) 作業者は、自身の作業に伴う放射線の危険と、とるべき予防手段について、適切な知識を与えられているべきである。このためには、安全手順と、不必要な被曝を避けるのに効果的な方法とに関する訓練を必要とする。

“(115) 必要な防護用具が備えられ、かつその適切な使用が強制されるべきである。

“(116) 作業条件と作業用具は、それらが意図されたとおりになっていることが確実であるように、しばしば調べられるべきである。これらはまた、作業に変更が加えられたときには再検討されるべきである。

“(124) 環境の汚染を生ずるおそれのある施設または操業の運営責任者は、環境への放射性物質の放出を管理することによって、国または地域の要求する該当条件をも委員会勧告をも満たすように、公衆の構成員の被曝を制限すべきである。体外放射線により公衆の被曝を生ずるおそれのある放射線源は、適切な遮蔽をするか、または接近することを制限すべきである。”

(62) 放射性核種の患者への投与は、放射性核種の使用について適切な理論および実地訓練を受けた医師の責任のもとにおいてのみ実施されなければならない。適切な資格をもつ物理学者の助言が得られなければならない（123項および124項参照）。

(63) 関係のある職員はすべて、患者の看護と放射性核種の取扱および測定に適用されるような放射線防護の適切な訓練を受けなければならない。

(64) 運営責任者は職員の任務に関する指示文書を作成し、放射線防護に関連して特に持つべき職員の責任を規定しなければならない。この指示文書はまた、必要な作業手続きと規律を定め、また定期的に再検討されなければならない

- い。
- (65) 設備の使用に関する適切な指導が施設の中で得られなければならない。
- (66) 緊急事態のための規定になりうるような、予防処置および救済処置の実際に関する詳細な指示文書を、そのような事態に遭遇するおそれのある作業者のために作成しなければならない。
- (67) 技術責任者は、指示文書が作業者に理解されていること、および、作業者が安全手順にしたがって作業できることを確実にしなければならない。
- (68) 線量が年線量限度の $3/10$ を超えるかもしれない状況にあると確認された作業者は、医学的監視と、適切と考えられるときにはバイオアッセイを含む個人モニタリングを受けなければならない(第10節参照)。その他の作業者については、作業環境のモニタリングで通常は十分である。

5. 作業方法と作業者の防護

一般論

(69) この節は、非密封放射性核種を用いる医療あるいは研究業務のために設けられた管理区域(61項参照)の中でその任務を果たしている作業者の防護に関するものである。

(70) すべての管理区域は、警告を与えようとするすべての人々に容易に目につくような、適切でかつ十分な標示によって、それとわかるようにしなければならない。管理区域の範囲の不確かさをなくすため、可能な場合にはいつも、境界は壁、扉などとすべきである。管理区域の内部において、あるもっと高い放射線レベルおよび汚染の危険性があるかもしれない場所を示すことが、ときには有用であろう。

(26)

(71) よい作業手順が非常に重要であるから、作業を始める前に方法をよく考え理解しておかなければならない。すばやい取扱は事故の原因となることがあり、長時間の作業は過剰被曝を招くかもしれないので、両者のバランスを見付けるべきである。

(72) 生殖能力のある婦人の作業は、ICRP Publication 9⁽³⁾ の62項に示された条件、すなわち、腰部に対する線量当量を1/4年につき1.3 remに制限する*という条件が満たされるように按配しなければならない。

(73) 妊娠中であることが確かめられたとき、婦人が作業を継続するための必要条件は、妊娠の残りの期間中の胎児の線量当量が1remを超えないように、その作業を按配することができるということである（ICRP Publication 9, 64項*）。

(74) 体外照射の危険あるいは汚染の危険を生じうるかもしれないような予見される緊急事態に対応するための計画を作っておかなければならない。このような緊急時計画が遅滞なく実行できることを確実にするため、関係職員に十分な指導と実地訓練を施さなければならない。放射性線源の紛失または忘失の危険性を最小にするための措置にも考慮を払わなければならない。

(75) 相互汚染は、実施中の診療および研究に有害な影響を与えることがありうるが、それを防ぐには、汚染管理において、健康上の危険だけの理由で要求されるより以上の厳しい条件さえ必要とされる。

(76) 高放射能の放射性核種を取り扱うさいには、その室内の人数を、作業に必要な人数に制限すべきである。しかしながら、1人の人だけがかかわる場合には、必要なときに他の誰かが援助できることが一般に望ましい。

(77) 使用中の放射性物質に適した放射線モニタと汚染モニタを準備しなければならない（195—198項参照）。関係職員はこれらのモニタの使用について十分に訓練されていないなければならない。

* 6項の脚注を参照。

(78) どの室においても、非密封放射性核種を取り扱うために実際に割り当てられた区域は、都合のよい大きさとし、かつはっきりと標示しておくべきである(44項参照)。

体外放射線

(79) 治療の目的および短寿命放射性核種による診断スキャンニングのために放射性物質を取り扱う場合には、体外放射線が問題となり、線源からの離隔(遠隔取扱)、作業時間の短縮、たとえば注射器のまわりの遮蔽の使用といった、きちんとした防護措置を必要とすることがあろう(表7参照)。

表7 放射性核種を含む注射器に接した手指の皮膚線量
遮蔽なしの注射器を用いたときの線量(最大推定値)

核種	線量 (mrad (100 μ Ci) ⁻¹ min ⁻¹)
^{99m} Tc	1~5
^{113m} In	およそ15
¹³¹ I	14~70
¹⁹⁸ Au	8~20

(80) 各種類の作業に対して、使用される放射能の種類とレベルに応じた特別の用具を用意しなければならない。この用具は、局所遮蔽体、受皿、および、 tong、ピンセットおよび機械的支持具といった、取扱用具を含むべきである。ミリキュリー程度の量の β または γ 放射能を扱う場合には、把手の長い取扱用具と局所遮蔽体によって十分な防護が得られる。もっと大量の放射能を扱う作業には、特別に設計された遠隔操作装置の使用が必要となろう。扱う放射性核種が主として β 放射体であるときには、装置のまわりにぴったり合った透明な遮蔽体(43項参照)を使うと、よく見える取扱ができて有効である。放射性物質の容器は、線源のなるべく近くに所要の遮蔽をもつものでなければならない。

(28)

(81) 短寿命放射性核種のジェネレータは、体外放射線の危険なしに溶離ができるように設計された、十分な遮蔽で囲わなければならない(表6参照)。

汚 染

(82) 非密封の放射性核種を扱うさいには、体内放射線の危険にも注意を払わなければならない。とるべき予防手段の程度は、作業の種類、放射性核種または放射性化合物の放射能の総量、比放射能、放射能毒性、化学毒性およびその他の化学的・物理的性質といった、多くの因子に依存するであろう。

(83) 職員、作業区域および用具の汚染の危険を最小にとどめるには、防護手袋と防護衣の使用といった適切な予防手段、および取扱中における放射性核種の閉じ込めとともに、細心の注意と清潔な作業状態の保持に努めなければならない。

(84) 手の放射能汚染を起こすかもしれないような取扱においては、適当な手術用ゴム手袋またはプラスチック製手袋をはめなければならない。防護手袋は、取扱の技量を損うことがないように、薄くかつ手によく合ったものを用いるべきである。この手袋から他の物の表面に汚染を拡げないようにすべきである。

(85) 身体の露出部分の開放創は、放射性核種を用いる作業の開始前に、きちんと手当をして防護しなければならない。亀裂があったり欠けたりした容器は作業者の皮膚を穿刺するおそれがあるので、使用してはならない。

(86) ピペットと洗瓶は口で操作してはならない。危険カテゴリー“低”の実験室(38項参照)における作業に対しては、簡単なゴム製乳首あるいはシリンジピペットで十分である。危険カテゴリー“中”および“高”の作業では、遠隔操作の分注装置が必要となろう。

(87) 放射性液体を扱う作業は、こぼしたときにその物質の全量を持て

るような受皿またはほかの容器の上で実施すべきである。汚染の管理を容易にするために、この受皿と、作業台のそのまわりの部分を適当な吸収材のシート（たとえばプラスチックで裏打ちした吸収紙）でおおうべきである。

(88) こぼれが起こったとき、当座の有効な汚染除去を開始しもしくは手配するのは、こぼした当人の責任とすべきである。人の防護および汚染の不必要な拡大の防止が確実に行われるよう、利用しうるすべての手段を講じなければならない。もし、さらに援助が入用ならば、必要とされる追加の措置をとるため、適切な人に知らせるべきである（178 項および第12節参照）。

(89) 取り扱っている放射性核種の放射エネルギーが、ある診断行為における所要量よりも多くなければ、通常の作業におけるこぼれと職員の被曝の重大さは最小にとどめられるであろう。こぼれが起こりうるような区域には、こぼれの処置に関する場所ごとの手順を書いて掲示すべきである。汚染除去についての勧告は第9節に示されている。

(90) いろいろな危険のカテゴリーに対して要求される設備に関する指針は表5に与えられている。

(91) 飛沫、粉塵、煙あるいはガスの発生を伴う作業は、フードが利用できればその中で行い、開放された作業台の上で行ってはならない。

(92) 汚染が起こったと疑われるときには必ずモニタリングを実施すべきである。高度の汚染の危険を含み、かつ作業後にはモニタリングを行うべき作業を指示する文書を作成しておかなければならない。モニタリングの頻度はこぼれの潜在的リスクに応じて調整すべきである。

(93) 放射性物質取扱区域の壁、床、作業台表面およびすべての装置・器具は、作業の種類と含まれる危険の大きさを考慮に入れて、定期的に汚染のモニタリングを行わなければならない。この測定には、適切なモニタリング機器を使用しなければならない。

(94) 非密封放射性核種を取り扱いまたは使用している区域においては、病

(30)

室を除いて、飲食、喫煙および化粧を許してはならない。鉛筆や指を口に入れるといったような習癖はやめさせなければならない。使い捨ての手拭きのみを使用すべきであり、これを放射性廃棄物として処理すべきである。

(95) 管理区域内で使用する掃除用具（モップ、ブラシ、ぞうきん、バケツ、ワックス、石けんなど）は管理区域専用とし、他の場所で使用してはならない。この種の用具は定期的にモニタし、必要があれば放射性廃棄物として処分すべきである。床、作業台および調度品は湿式法で掃除すべきである。乾式の掃き掃除を行うべきではない。

(96) 管理区域内の適当な場所に、放射性廃棄物を入れるための、きちんと標識された容器をおかななければならない。技術責任者は、この容器に入れることのできる放射性廃棄物の量と種類について指導しなければならない。

(97) 管理区域内で使用される装置、ガラス器具、諸道具および掃除用具には適当な標識をつけなければならない。これらを、汚染の十分なチェックなしに、また汚染除去が必要な場合それを行うことなしに、管理区域外で使用すべきではない。

(98) 177 項に示された限度以上のレベルの汚染が起こったか、または起こったと疑われる区域から出る職員および装置はモニタしなければならない。もし必要ならば、管理区域を出る前に汚染を除去しなければならない。

病棟での手順

(99) 治療量の放射能を投与された患者が病室に収容されたならばただちに、体外照射と汚染の危険および、もし可能ならば、その危険が大きい期間についての書面による通知を、担当者に渡さなければならない。

(100) 放射性核種を用いる治療において投与される放射能は、血液疾患、関節疾患あるいは良性甲状腺疾患の治療における数ミリキュリー（たとえば³²P、

^{131}I または ^{90}Y から、甲状腺癌の治療における 100 ないし 200 mCi (たとえば ^{131}I の) に至るまで、いろいろである。治療において要求されるものとしてこの報告に述べられている諸注意は、とくに γ 放射性かまたは身体から排泄される放射性核種について、たとえば 25 mCi を超えるようなかなりの放射能が投与されるときには、適用されるものつねに考えるべきである。これに対して、排泄されない少量の β 放射体が用いられるときには、危険は、ある純粋な診断行為における危険よりも多分小さくなり、特別な注意は必要ないであろう。治療目的の投与が、体外または体内放射線のいずれかからの中程度の危険をもたらすときには、使用する核種と放射能量、その代謝特性、および、ときには診療の状況によって、以下に記す諸注意の、すべてではないがそのうちのいくつかが該当するであろう。

(101) 看護人も患者自身も、病棟内でのその行動について要求される特別の注意または制約に関して、はっきりした指示を受けなければならない。このような指示の詳細は個々の状況によるであろう。これらの患者は各自便所の使用についても指導を受けなければならない(52項参照)。患者が一時的に病棟から出るさいには、もし該当すれば、161 項に示す勧告に従わなければならない。

(102) 治療目的でかなりの量の放射能を投与されたそれぞれの患者のベッドには、治療のため放射性核種が使用されていることを示す、容易にそれとわかる注意書をつけなければならない。このような患者の近傍に看護人がいる時間は、とくに最初の数日間、必要最小限度にとどめるべきである。患者のベッドのまわりで、そこにとどまることが望ましくないような区域は、線を引いて示しておくといよい。ある場合には、可動の防護スクリーンが必要となる。患者のベッドぎわに看護人が長時間付き添う必要をなくすために、テレビジョンによる遠隔監視がときには価値があるかもしれない。排泄物の収集または廃棄からの危険は、もし患者の状況が許せば、患者自身にその作業の引き受けを求めることによって、減らすことができる。治療量の放射性核種を投与された患

(32)

者から受ける、病室職員の被曝に関するデータを表8に示す。

表8 病室職員の被曝

放射性核種	治療の対象	放射能投与量 (mCi)	5 rem/年を超えないようにするための、距離1 mにおける1日あたりの最大時間数*(h)
^{131}I	甲状腺機能亢進症	5	(24以上)
^{131}I	甲状腺機能廃絶	80	9
^{131}I	甲状腺癌	150	7
^{198}Au	悪性腫瘍	100	3

* 週7日勤務、毎週1名の新しい患者があるとする。

(103) 汚染した物品（たとえば患者の衣類、ベッドシート、タオル、および食器）の取扱についての勧告は第9節に示されている。汚染物品は手袋をつけて取り扱い、かつ取扱は最小にとどめるべきである。

(104) 職員の作業手順は個々の患者の状況によって大きく変わるが、放射線の危険を最小にするために守るべき一般的な作業規則が存在する。この規則は看護人のために文書として作成しておかなければならず、またこの規則には、なかんずく、いろいろな放射性核種に対してとるべき作業方法の概要を記すべきである。

外科的処置

(105) 治療量の放射能の投与に引き続いて外科的処置が考慮される場合には、体内に残留する放射能および手術中に必要な注意に関し、適切な助言を求めべきである。体液によって起こりうる汚染に配慮すべきである。

(106) 外科的処置は遅滞なく実施しなければならぬことがある。しかし、も

し患者の状況が許せば、血液その他の体液中の放射能が容認しうるレベルに達するまで、必要ならば手術を延ばすことを考えるべきである。

(107) 治療量を投与された患者の外科的処置にたびたび参加する職員は、健康監視と個人モニタリングを受けるべきである。

(108) 外科的処置の間、もし必要ならば、高い放射能をもつ器官または部位を、他の部位の手術中遮蔽することができるかもしれない。

(109) 身体を切開したとき、 β 放射体からの強い放射線に手および顔が被曝する可能性がある。手術用手袋の厚さを2倍にすると、手のいかなるこのような β 線照射も著しく低減されよう(たとえば、 ^{198}Au に対して50%以上)。

(110) 外科的処置の間にゴム手袋が切れあるいは破れて傷害が発生したならば、傷の汚染を除去し(第12節参照)、どんな放射線の危険をも評価すべきである。

死体解剖、火葬、死体の防腐

(111) 治療目的にかなりの量の放射能を投与したあとの死体解剖は、外科的処置に対して105—110項に勧告した注意に従って行われるべきである。もし必要ならば、放射能が容認できるレベルに到達するまで、死体解剖を延期すべきである。

(112) 109項に述べたように、手の β 線照射は厚手の解剖用手袋によって減るのであろう。

(113) 患者が放射性物質を用いた治療ののち間もなく病院で死亡したならば、病院は、火葬または死体の防腐に関連して必要と思われる注意について通報しなければならぬ。

(114) 30 mCi までの ^{90}Y 、 ^{131}I または ^{198}Au 、10 mCi までの ^{32}P を含む死体の火葬の場合には、特別な注意は不要である。

(34)

(115) 経験の示すところによれば、5mCi 未満のコロイド状⁹⁰Yまたは¹⁹⁸Au、10 mCi 未満の³²P、15 mCi 未満の¹³¹Iを含む死体の検屍または防腐には、一般に特別な注意は不要である。これ以上の放射能を含む死体の防腐は、通常は行うべきではない。

6. 患者の防護

一般論

(116) この節は ICRP Publication 9⁽³⁾の32項に定義されている“医療上の被曝”に関するものである。本節の諸勧告は、非密封放射性核種を投与するあらゆる種類の診断または治療行為における患者の被曝に関連することを意図している。

(117) ICRP の勧告する線量制限は、医療行為における患者の被曝および自然放射線からの被曝以外の被曝に関するものである。有害な影響の発生頻度が受けた線量に比例するものと仮定すると、線量の各増加分は、それに由来するこのような影響のリスクの増加分と対応するであろう。職業上の被曝と医療上の被曝から受ける総線量への寄与に関する適切な制限は、したがって、これらの種類の被曝の重要性にてらして、別個に考えることができ、またそうすべきである。放射性核種を用いる特定の医療行為は、それに伴うリスクが、期待される医学上の利益によって償われない限り、正当化されないであろう。それゆえ、あらかじめ定められた、一般的に適用できないかなる線量制限も、与えることは適切ではなく、また、何を容認できる線量と考えるべきかの理想的な判断は、線量低減を可能にするような代替りの方法の考慮も含めて、それぞれの場合における既知の状況に基づかなければならないであろう。

(118) 有害な影響の確率が線量に比例すると仮定できない場合 — たとえば

急性放射線傷害を起こすような高線量の場合——には、ある一つの医療上の被曝からのリスクはそれによる線量だけでは定まらず、原因にかかわらず過去に受けた高放射線被曝によっても影響されるであろう。このような場合には、該当する器官および組織の総線量とそれを受け続けた時間を考慮に入れなければならない。

(119) 低線量における有害な影響のリスクは、被曝集団における単位線量あたりの症例の期待数が、非常な低線量においても、合理的な定量的観察が可能でかなりの高線量において見られる期待数にひとしいという仮定のもとに、ICRP Publication 8⁽¹⁵⁾の中で推定された。その報告書に言明されている値は、このように、リスクの上限値を表すものと考えられた。

(120) 被曝の期待される必要性または利益と照射に由来するリスクとのバランスは、原理的には可能であるはずである。実際には、多分放射線治療における高線量の場合を除いて、これは個々の患者に関しては不可能である。しかしながら、放射性核種を用いるほとんどの種類の診断行為については、線量も、それによるリスクの最も悲観的な推定値も、検査が正しく考えられ実施されれば、非常に小さいから、利益とリスクのいかなる詳細な考慮も個々の場合に不必要である。

(121) 患者への医学的な利益が被曝のリスクを上回ると信じられるゆえに、ある一つの診断行為がそれ自体正当化されると一般的に考えられるならば、個々の事例における残された判断は、その個人にとって適切な検査方法と放射性核種の選択、検査のやり方および結果の解釈に関するものであろう。これらの行為のいずれか一つが行われなくても、最善の場合、放射線被曝は診断情報の取得の観点からやはり正当化されるかもしれない。しかしこの場合、診断の収獲は、線量とそれに相当するリスクの面で不必要に高い費用を払って得られたことになる。

(122) 放射性物質の投与を含む検査により、他の手段では得られないような

重要な診断情報を得ることができ、また、適切な装置と注意深い作業手順の使用で患者の受ける線量は容認しうる程度に低くなるであろう。しかしながら、放射性核種の調製、投与および測定の種類々の面には、多くの技術的な熟練が含まれる。また放射線診断におけるX線の使用とくらべて、放射性汚染の拡がる可能性および非密封放射性核種の使用と廃棄処分の公衆衛生面に関連した余分の諸問題が存在する。

(123) 患者のある被曝が正当化されるかどうかの決定は、ある場合には主治医の、またある場合には放射性核種を投与する医師の責任である。しかしいずれの場合にも、その決定は検査の適応、その検査から得られると期待されるもの、および検査結果がその患者の診断とその後の治療にどう影響しそうかについての正しい評価に基づいて行われることが絶対必要である。この評価が電離放射線のもつ物理的性質ならびに生物学的影響の十分な知識を背景として行われることも、同じように重要である。

(124) なにびとも、電離放射線の物理的性質と有害な影響に関する十分な知識なしに、放射性核種の患者への投与および放射性核種のこの種の応用に関連した測定装置の操作の責任を負ってはならない。

(125) 必要な行為を安全かつ有効に実行するため、訓練されたすべての種類の職員（医師、物理学者、薬剤師、技師、看護婦など）の十分な人数がいるべきであり、また、新しいもっとも有効な技術の開発に応じて、その経験を積むよう彼等をさらに訓練するための設備を設けるべきである。

(126) 医学生のためのカリキュラムには、放射線防護の基本面の理解、とくに、良い臨床判断を下すために必要な基礎事項を少なくとも含めるべきである。大部分の医師は、いつかは、患者に放射性核種を投与することについての決定にかかわりあうことになるかもしれないので、防護を含む放射線の基礎面における訓練はすべての医学生にとって重要であろう。

(127) ICRP Publication 17⁽²⁰⁾ には、放射性医薬品を投与された患者の線量

を最小にするための基本原則が述べられ、さらに、比較的ふつうに使われている放射性医薬品の投与から生ずる吸収線量の推定値のまとめが示されている。

(128) ICRP Publication 16⁽⁷⁾には、放射線診断の臨床面、管理面および技術面において健全な判断を下すのに必要な、教育と経験の諸要素についての報告が含まれている。その報告書の多くの部分は、診断行為における放射性核種の使用にも関連したものであり、医学生および、適切と考えられるときには、大学院課程のための教材に含められるべきである。

(129) 最も広い意味での防護措置には、良い臨床判断、放射性物質と防護用具の取扱における適切な手法の使用、さらには、上手な操作、および診断情報の正当な解釈が含まれる。

(130) 良い臨床判断とは、放射性物質の使用が決められたとき判断しうる範囲で、いかなる患者も不必要に被曝させないということの意味する。それゆえ、非密封放射性核種を用いる検査または治療を依頼しもしくは開始する前に、関連するあらゆる臨床知見を調べ、かつ、代わりの方法を考慮することが大切である。しかしながら、少なくとも大部分の診断行為では放射線のリスクは非常に小さいから、リスクがあるという理由で、必要な検査または治療を差し控えることをしないことも、同じように大切である。

(131) 一般に、放射性核種を用いる検査による患者の線量は、それに対応するX線検査からの線量と、もしこの2つの検査が最良の条件のもとで行われれば、同程度である。検査方法の選択は、一般に、期待される情報の収獲量によって行われるべきである(120項参照)。

(132) 理解が不十分であったため、患者の防護に関する勧告の解釈がしばしば不当な警告の原因となり、そのため患者が必要な医療を求めるのを躊躇するという結果を招いたことがあった。公衆に対しては、いろいろな種類の診断および治療における放射性核種の使用の利益とその必要性を、それに伴う放射線のリスクの程度との関連において、正しい眼で見るように、あらゆる努力を払

(38)

うべきである。

作業上の手順

(133) 患者への放射性核種の投与を、関連する医学的データおよび個々の事例における検査または治療の必要性を考察することなしに、たとえば法律上の目的といった、行政決定の結果だけで実施しては決してならない。

(134) X線による診断行為と、放射線治療のための放射線ビームまたは密封放射性線源の使用に関する勧告は、ICRP Publication 15⁽¹⁾に与えられている。放射性核種を用いる検査における放射線防護のいくつかの面については、ICRP Publication 17⁽²⁰⁾で論議した。以下にさらに示す勧告は、非密封放射性核種の使用にさいしての患者の防護に関するものである。

(135) 検査または治療を待っている患者の防護について特別な注意を払わなければならない。待合室における放射線防護に対する要件を考慮しなければならない(31項参照)、また、診断行為または治療照射に由来するものではないかなる被曝も、公衆の構成員の医療以外の被曝にあてはまる制限に従わなければならない。

(136) 治療量の放射能を調製し投与する室は、診断検査を受ける患者の使う病棟または待合室から隔離することが望ましい。

(137) 悪性でない疾患の放射性核種投与による治療は、起こりうる長期の影響と、代わりの治療法に伴うリスクとをしかるべく考察した上ではじめて行うべきである。

(138) 放射性物質を用いる検査または治療を考えるさいには、一般に、患者の年齢および、とくに、投与の時点と、体内に残留する放射能によるその後の照射期間とにおける妊娠の可能性について考慮を払うべきである。

(139) 患者が一つの病棟または病院から他へ移るときに起こるような、検査

の不必要な反覆を避けるために、次の諸勧告を守るべきである：

- (i) 検査をさらに実施する前に、以前の検査の記録を入手すべきである、
- (ii) 検査の結果を患者の記録に記入すべきである、
- (iii) 患者の記録を調べ、また、以前の検査の放射能が体内に残って、これから実施しようとする検査を無効にするかもしれないので、必要ならば、残留放射能のないことを確実にするため放射線検出器を用いて測定したのちに、はじめて放射性核種の投与を行うべきである。

(140) それぞれの検査に対して最も適切な方法と放射性核種を選択しなければならず、また、必要とされる医学的情報または治療結果を得る可能性と両立するできる限り低い線量に保つため最小使用放射エネルギーを推定しなければならない。照射は関心のある器官にとどまらないこと、および他の器官または組織がもっと高い線量を受けるかも知れないことに注意すべきである。放射性ヨウ素で標識された放射性医薬品を用いて甲状腺以外の器官のスキャンニングを行う前に、甲状腺をブロックするといったような、患者の適切な前処置を行うべきである。

(141) 放射性核種を用いる診断または治療のそれぞれの技術は、新しい改良された装置および代替りの種類の検査 (*in vitro* を含めて) または治療方法が使えるかどうかを考慮して、随時再検討すべきである。たとえば、甲状腺のイメージングに以前用いられていたある手法は数10 rad の線量をもたらしたが、今や1 rad 以下の線量になるような技術でまったく満足な結果が得られるようである。

(142) 最も適切な放射性核種を選ぶことは重要である。多くの目的に対して理想的な核種または化合物とは、必要な代謝特性を有し、測定に適したエネルギーの γ 線のみを放出し、体内で十分短い半減期をもつものであろう。しかしながら、多くの場合このような物質は得られず、多少望ましくない性質（もっと長い半減期、 β 粒子の放出など）をもった放射性核種を使用しないわけには

(40)

ゆかない。

(143) 短半減期の放射性核種（たとえば ^{99m}Tc , ^{113m}In , ^{137m}Ba ）の使用が増加していることは、患者への線量を受け入れられる程度に低く抑えながら、統計精度の改善された結果を得るためもっと高い放射能を投与できるという理由で、有益な傾向である。しかしそれでもなお、使用する放射エネルギーは、要求される医学的情報を得るのに必要と判断される量に制限するべきである。もっと高い放射能を使用すると、放射性医薬品を取り扱い、検査を実施する職員の被曝の増加をもたらす可能性がある。

(144) 低い被曝で満足な結果を得ようとするならば、良い技術と、良好に保守された高水準の装置が不可欠である。

(145) 使用した放射性核種の詳細（放射エネルギー、化学形）、投与方法および目的を、もし適切ならば放射性不純物の種類と量に関する情報、全身線量および器官線量とその推定根拠の覚え書とともに、患者の記録に記入しなければならない。

装置と費用

(146) 装置は、それが満足に動作しかつ放射線検出器に汚染のないことを確実にするため、注意深くかつ定期的に点検しなければならない。

(147) 医学において放射性核種を用いる技術を満足に適用するには、装置についてかなりの出費が必要である。この分野ではつねにかつ急速に技術開発がなされているので、装置をたびたび更新することが望ましい。

(148) 実際には、装置および設備のこの必要な水準も、訓練され経験を積んだ職員の必要性も、十分な患者数があってこの出費が正当化され、かつ必要なすべての技術について最新の経験を提供できるような、かなり大規模の医療センターにおいてのみ、一般に満たされるであろうと思われる。

(149) 経済性と効率の点からすれば、施設と装置の分布を、大局的なスケールと医療に対する地域の要請との関連で計画するのが望ましい。装置、施設および経験のある職員についての十分な水準の保持は、国の監督官庁によって検討されるべきである。

放射能の測定と放射性医薬品の品質管理

(150) 非密封放射性核種を用いる治療においては、信頼性の高い放射能測定と線量計算を行うことが必要である。放射線治療において過度に高い放射能を投与することは、患者に重大な偶発的合併症発生のリスクをもたらす。医師と臨床物理学者との間の密接な協力が必要である。

(151) 診断利用においては、放射能の定量精度はあまり大きな注意を払われていなかった。この理由は、多くの場合、検査の内容はイメージの検査であって、その示すところは投与された正確な放射能とあまり関係がないためであるか、あるいは、同じ検査の別々の試料の計数値の比から結果が導かれるためである。しかしながら、放射線防護の見地からは、正しい作業方法の一部として、十分な精度（±25%以内）を確保すべきである。

(152) 投与される放射エネルギーの誤りの可能性をなくすような手法を立案し使用すべきである。それゆえ医療センターは、製造元の提供した放射能のデータと表によるよりも、投与前に試料の放射能をチェックできるような手段を持つべきである。不純物の量、および使用する物質の化学的または物理的性状（たとえば粒子の大きさ）の適切なチェックも、ときには必要である。

(153) 核種それ自身の化学的性質および放射能的性質とは別に、どんな放射性医薬品についてもその製造に随伴する他の因子、たとえば放射性不純物の存在、に考慮を払う必要がある。短寿命放射性核種にそれより長寿命の不純物が含まれる場合には、総線量に占める不純物の寄与の割合が時間とともに増加す

(42)

るので、このことはとくに重要である。長寿命不純物のこのような問題は、たとえばジェネレータ（たとえば $^{113}\text{Sn} - ^{113m}\text{In}$ ジェネレータ）からの溶離液中にかなりの量の親物質が存在するときに起こるのであろう。ジェネレータをしばらく使用した後においては、数パーセント程度の不純物が見出されることがある。

(154) 投与すべき放射性物質の調製が通常の薬学条件のもとで行われないことがありうるので、品質管理を確実に行わなければならない。各放射性医薬品に対して、十分な薬学および放射化学的試験を実施し、かつそれを続けるべきである。とくに、放射性核種のジェネレータは、製造後に、親核種の“通り抜け”が十分低いレベルであることを検査すべきである。溶離液は、放射化学的純度についてはもちろん、無菌性についても検査しなければならない。

(155) 投与すべき放射性溶液には明瞭なラベルを貼り、放射性核種、化学形およびある決められた日時における放射エネルギーを明示しなければならない。混乱を生ずるおそれのあるときは、放射能の単位を省略せずあるいは記号を用いず、完全を書くことが望ましい。

(156) 研究およびいろいろな調査の目的で患者に放射性核種を計画的に投与することについての勧告は、本書の第8節に与えられている。

7. 公衆の個々の構成員の防護

一般論

(157) “公衆の個々の構成員”という用語は、訪問者のみならず、患者自身の医療と関係のない放射線に被曝する患者も含むととることができる。

(158) これらの個人に対する線量限度は、ICRP Publication 9*の70—76項

(付録Aも参照)に与えられた線量限度とする。一般に、患者に接近する非作業者の受ける線量がこの線量限度以下に保たれることを確実にするよう、あらゆる予防手段を講じなければならない。公衆の個々の構成員を防護するという見地から、治療の目的で高い放射能を投与された患者からの放射線に、特別の考慮を払わなければならない(表9に示されるように)。

表9 患者の近傍における被曝 ベッド間隔2.5m 連続居在

放射性核種	治療の内容	放射能投与量 (mCi)	総照射線量(R)		第1週における 百分率近似値
			平均値	上10分位値**	
^{131}I	甲状腺機能亢進症	5	0.016	0.03	75
^{131}I	甲状腺機能廃絶	80	0.08	0.12	80
^{131}I	甲状腺がん	150	0.08	0.14	95
^{198}Au	悪性腫瘍	100		0.22	85

表8および9は Pochin and Kermode⁽¹⁴⁾のデータに基づく。

(159) 放射能が完全に減衰するまで(実効半減期が1年を超える核種に対しては1年間)の、患者から1mにおける線量が0.5rad未満であるような放射線レベルであれば、経験上、患者の近傍において他の個人に対し何らの特別な制限も設ける必要はない。線量がもっと高い場合には、それぞれの事例において存在する状況に応じ、何らかの制限の必要が起こりうることを考慮すべきである。

(160) 放射性核種の使用の避けられない結果である放射性廃棄物からの放射線に個人が被曝することがありうる。廃棄物の処理についての勧告は第11節に与えられている。

* 6項の脚注参照。

** 訳注 線量頻度分布の上位1/10を切り取る線量値。すなわち、この値以下に全頻度の90%が含まれる。

(44)

(161) 病院の中では、高放射能を用いて治療中の患者は誰も、正当な理由のもとでのみ病棟から出られるようにすべきであり、そのさいには付添をつけるべきである。患者の付添はいかなる汚染の危険も十分知っているべきであり、かつこれに関連して必要とされる用具を携行すべきである。付添はまた、他の人を患者に接近させないことによってその被曝を最小にとどめることの必要性を十分知っているべきである。

(162) 高い放射能を投与された患者への訪問の制限が、とくに訪問者が子供か妊娠中の女性であるときにはありうることを考えるべきである。訪問者は技術責任者が設定した距離よりも患者のベッドに近づいてはならない。

放射性核種を用いて治療した患者の帰宅

(163) 国の当局は、放射性核種を用いて治療中の入院患者および通院患者の両方について、病院から帰宅を許される条件に関する指針を与えるべきである。帰宅のさい患者の体内にあってよいいろいろな核種の最大放射能量は、患者が公共交通機関、寝台自動車あるいは自家用車のいずれを利用するかに依存し、また、患者の近傍であるいは汚染によって、人とくに子供が被曝する可能性への配慮に依存するであろう。

(164) 公衆の誰かが2名以上のこのような患者に接近する機会はきわめて少なく、かつ公共交通機関への乗車時間は約1時間であると仮定すると、帰宅にさいして許しうる最高放射能値は、 ^{32}P 10 mCi, ^{131}I 15 mCi, コロイド状 ^{90}Y または ^{198}Au 10 mCi である。

(165) 164項に示した放射能の場合、患者が子供に接近しない限り、患者の家庭内に容認できない危険を生ずることはありそうにない。小さい子供に接近しないという制約は、放射能が最大許容値の $1/4$ 以下に下がったならば除いてよいであろう。もし可能ならば、患者の帰宅前に家庭の状況を考慮すべき

である。

(166) 放射性核種を用いた治療を受けた患者は、とくに高放射能を用いた場合には、病院または診療所からの帰宅にさいして、家庭で他の人に不当な体外照射あるいは汚染を与える危険性を最小にとどめるために守らなければならぬ注意につき、はっきりした指導を受けなければならない。

(167) 放射性核種を用いた検査または治療を受けた女性の患者は、必要のあるとき、乳児に母乳を与えることの当否について知らされなければならない。

(168) コロイドの腹腔内または胸腔内投与によって治療された患者は、放射性物質の漏れについて挿入場所をチェックできるように、一定期間（たとえば24時間または48時間）病院内にとどめるべきである。

8. 医学的研究

(169) 放射性核種の投与によって患者に利益が期待される状況のもとでは、患者の病気の診断または治療方法の研究のために患者に放射性核種を投与してよい。それとは別の場合、患者の病気を調べるさい彼自身の診断または治療とは直接の関係なしに放射性核種を与えたり、診断検査の結果を異常と確定することができるための判断規準を決めようとして、患者または健康な被検者に放射性核種を与えるときには、その個人に対する利益は期待されない。これらいろいろの状況における委員会の勧告は、ICRP Publication 15⁽¹⁾ (194項, 278項および279項)と17⁽²⁰⁾ (E6章)に与えられている。医学的研究に関する一般的な声明がヘルシンキ宣言⁽¹⁶⁾の中でなされており、それを参照されたい。

(170) 新しい実験的な診断法または治療法が、それを試験しようとする患者の利益になりうるときには、その行為の正当化はほかの医療上の被曝と同じようにして判断することができる。しかしながら、それらは実験的な性格をもつ

(46)

ので、実行する前に適切な資格ある専門家によって注意深く検討し、また、最初に実施したとき、起こりうる利益または害についてもう一度吟味すべきである。

(171) とくに、新しい放射性医薬品を人に使用する前には、動物試験を行い、その代謝特性、体内全体にわたる分布、およびいろいろな器官中での滞留から判断して、その薬剤の毒性と、それを使用したとき得られると考えられる利益とを推定すべきである。人体内の放射性医薬品の挙動を動物体内のそれから推論することは、十分な注意のもとでのみ行われるべきであり、想定された組織内分布は、もし人体投与が行われるならば、あるいはそれが行われるさいに、人体について、実施しうる限り十分に、再検証されるべきである。

(172) 新しい治療法は、その使用によって利益を受けるかもしれない患者に対してのみ、またその利益が現在の標準的方法によって得られるよりも大きいと思われるときにのみ、試みられるべきである。

(173) 照射される人の何らの直接の利益をも意図しない研究およびいろいろな調査を目的とした人体の計画的照射は、被曝がその人の持つかもしれないいかなる疾病にも無関係な場合には、適当な資格があり、かつ訓練を受けた人によってのみ実施されるべきである。このような照射は、その照射が行われる施設の運営責任者の承認のもとに、しかるべき専門家の助言に従いつつ地域および国の規則に従ったときにのみ行われるべきである。照射の推定リスクは関係者に説明されるべきであり、その人達は自由意志を十分に行使できる志願者であるべきである。線量が高ければ高いほど、真の志願者であることを保証する条件およびリスクを理解する彼等の能力についての要求は厳しいものとなるべきである。したがって、真の同意を与えることが不可能であると見なされる小児およびその他の人を、このような研究の目的で照射することは、予想される線量が低く（たとえば公衆の構成員にあてはまる線量限度の $1/10$ の程度）、またこのような人達に法的責任をもつ者の正当な同意があるときにのみ実施される

べきである。

(174) このような条件で被曝する個人はその被曝から直接何らの利益をも受けないから、彼等のこうむる害は容認しうる程度であることを確実にする必要がある。被曝に伴う害の大きさは、被曝する個人の年齢および健康状態に依存するので、一般的に適用できる認定限度を決めることは不可能であり、したがって、研究計画ごとに適切な限度を認定すべきである。

9. 放射能汚染の管理

一般論

(175) 非密封放射性核種を用いるいかなる作業においても、放射性汚染と、その結果、職員が経口摂取または吸入する危険、および、正確な測定妨害の可能性が存在する。作業区域の汚染は、良好に設計された室で良い作業方法を採用し、かつ注意深い日常の清掃を行うことによって、容認できる低いレベルに通常保たれるであろう。しかしながら、予期しない汚染の検出のために、これらの区域および隣接区域の定期的な汚染モニタリングを行わなくてはならず、また、放射性物質の偶発的なこぼれを処理するための設備を設けなければならない(82—98項および239—243項参照)。もし必要ならば、汚染のレベルが十分低くなるまで、作業を中止しなければならない。

(176) 委員会は、空気および飲料水中の放射性物質についての「誘導濃度限度」を定めた⁽²⁾。しかし、作業場所の表面、衣類などの、とれ易いあるいはとれ難い放射性汚染について同じように容認できる限度を設けるためには、放射性物質の化学的性質、再飛散の可能性、作業条件および作業者の個人的習癖を含む多くの因子を考慮に入れなければならない。それゆえ、あらゆる作業条件にあてはまる単純で有用な表を作ることは実際上不可能であり、個々の事例に

おける算定は専門家の判断事項としなければならない。

(177) それにもかかわらず、いろいろな国の放射線防護勧告⁽¹¹⁾の中には、汚染の限度が規定されている。医学利用に用いられる放射性核種について通常与えられている数値は、作業区域、作業台および防護衣のような手の触れる表面に対して 1nCi cm^{-2} 、皮膚および個人の衣服などの表面に対して 0.1nCi cm^{-2} である。これらの限度は個人に年摂取限度 (ALI) にひとしい摂取をもたらすと考えられるかもしれない値にくらべて低いが、適度の努力によって達成できることがわかっている。さらに、このような低いレベルの汚染に保つことによって、作業区域内での人の汚染を防ぐための特別な注意と、職員の日常的なバイオアッセイの必要性は減少する。低レベル放射能測定に対する妨害もまた減るであろう。医学利用に用いられる放射性核種の大多数はかなり短半減期 (1か月以内) であり、また作業負荷はふつう一定ではないので、汚染を低レベルにとどめることは一般には重大な問題ではない。 ^3H と ^{14}C に対しては、上に示した汚染限度を100倍に増加することができる (38項と比較せよ)。

(178) 放射性汚染による危険は、開放作業台あるいはフードの中といった汚染の個所、汚染がさらに拡大する可能性、汚染にかかわり合うおそれのある人の数とカテゴリーに依存する。拭き取りサーベイで広い面積に汚染が見付かった場合、それが低いレベルであっても、いくつかの離れたスポットでさらに高い放射能が発見されるよりもっと重大であろう。汚染処理の応急処置をするか、汚染が速やかに処理されることを確実にする責任は、汚染を起こした当人の責任である (88項参照)。簡単にうまく処理できないような汚染を含むあらゆる場合に、適当な専門家の助言を求めるべきである。

(179) 使用する放射性核種に適した、汚染発見用のモニタリング用具一式を用意しなければならない (77項および195—198項も参照)。モニタリングサーベイを定期的実施しなければならない。大きな放射線源が存在すると、汚染の発見がしばしば困難になるので、そのような線源は、モニタリングの実施前に

できる限り遮蔽するかまたはその区域から取り除くべきである。

(180) 汚染の制御を容易にするため、作業台や実験設備などのすべての表面を化学的耐久性のあるものとし、かつ清掃し易いように設計すべきである。ガラス、磨かれた金属および平滑なプラスチックは多くの場合この観点から適当な材料であるが、木、コンクリート、レンガおよび多孔質の表面を持つ他の材料は汚染除去が困難である。ある場合には、引きはがすことのできる表面被覆材料を使用するのが適切であろう。

(181) 注射器、ピペットおよび防護衣などに使い捨てのものをうまく利用すると、多くの場合わずかな出費の増加で、清掃と汚染管理の問題はある程度解決する。汚染したこれらの使い捨て品は、通常、使用後に放射性廃棄物として処理すべきである(第11節参照)。

用具の汚染除去

(182) 用具の汚染除去はまず通常の清掃方法によって行い、特別な手法は、常法では汚染を容認レベル(177 項参照)まで減らせないときのみ用いるべきである。清掃用具はそれ自身汚染するので、放射性廃棄物として処理する必要がある(第11節参照)。

(183) 一般に、半減期1か月以内の放射性核種(医学利用に用いられる放射性核種の大多数がこれに含まれる)に対しては、拭き取りのあと作業場所表面に残った汚染は、放射性崩壊による減衰に必要な期間のあいだおおっておいてよい。長寿命核種のとれ難い汚染については、表面を除去するか、汚染面を永久的におおう必要がある。後者の場合、放射性物質があとでもれ出ないように注意を払わなければならない、またその場所をはっきりマークすべきである。

(184) 用具は、多くの場合、洗剤による洗浄と、要すればさらに錯化剤または超音波法の使用によって、十分清浄となろう。満足に汚染除去ができない用

(50)

具は、放射能が十分減衰するまで保管するか放射性廃棄物として捨てなければならない。

(185) 著しい汚染の見出された防護衣、個人の衣服、ベッドシーツなどは、その目的に用意された容器に入れ、放射能がそれ以上拡がらぬよう予防手段を講じるべきである。このような物品を通常の洗濯屋に出してはならず、容認される低いレベルまで減衰を待つため保管するか、あるいは特別の洗濯設備で処理しなければならない。

(186) このような特殊洗濯設備は、ほかの衣類などの汚染を引き起こさないよう設計されるべきである。汚染した洗濯水の処分の手順と設備とは、その施設の放射線防護責任者の承認を受けなければならない。このような方法で処理された物品は、十分な汚染除去がなされたことを確認するために、再使用前にモニタしなければならない。

去染薬品の具用

職員の汚染除去

(187) 職員の実際の汚染または疑わしい汚染と、適切な汚染除去手順とに対して、特別の注意を払わなければならない。体外汚染は人の皮膚とくにひだまたは凹部に固着しやすく、それは直接のモニタリングあるいは拭き取り試験によって発見されよう。放射性核種の経口摂取または吸入から生じる体内汚染の発見と推定には特別の設備が必要である(第12節参照)。

(188) 体表面の汚染除去は、化粧石けんか弱い洗剤を使用し、脱脂綿またはブラシでこすって、汚染部分を洗うことによって行うべきである。洗浄は少なくとも5分間続け、そのあとで残留汚染をチェックすべきである。必要ならば洗浄を反覆してよいが、皮膚がピリピリするところまでは続けるべきではない。汚染がいつまでも残るときは、ほかの手法を、ただし医師の監督のもとでのみ、試みることができる。

(189) 眼、鼻または口の汚染除去には医学的な配慮のもとでの特別な注意が必要である。応急の処置としては、眼は水または食塩水だけで灌注を行い、口はうがいと洗い、鼻は綿棒で拭き取り、この処置のさい経口摂取または吸入を最小にとどめて、周囲の汚染した皮膚からさらに放射能が持ち込まれないように努めるべきである(246項も参照)。これらの状況においては残留汚染量の推定は困難であって、専門家の助言が必要とされよう。

10. モニタリング

一般論

(190) 放射線モニタリングとは、個人、作業場所および環境における適切な測定の実施と、それらのデータの、人の被曝管理および環境汚染管理を目的とする解釈とを意味する。

(191) このようなモニタリングの責任は、放射性核種を使用している施設の運営責任者にある。しかし、作業者と作業環境の必要なモニタリングの範囲を決めるのは、専門家の判断事項である。モニタリングプログラムの規模も内容も、作業の経験と、使用される放射性物質の種類と量の変更に応じて変える必要がある。モニタリングに関する勧告は ICRP Publication 12⁽⁶⁾ にも与えられている。

(192) 施設の運営責任者は、地域または国の関連する規則を遵守するために必要とされるモニタリング記録を保存するかまたはそれを見る権利を持たなければならない。職員に関するデータは、該当する場合には、個人線量の記録、皮膚汚染の情報および線量預託の計算値を含まなくてはならない。

(193) 職業上の被曝による線量当量は、どの器官または組織においても、その職業の状況に由来する体外線源および体内線源の寄与から成るものとしなけ

(52)

ればならない。この線量当量は、医療上の被曝、自然放射線あるいは公衆の構成員としての個人が受ける他の被曝源からの線量を含むと考えるてはならない。ここにいう「医療上の被曝」とは、患者に施された医療行為の間の患者の被曝であって、このような医療行為を行いあるいはたまたまそれにかかわった職員の被曝ではないことを、委員会は強調したい。

(194) 密封放射線源は、漏洩を定期的にチェックしなければならない(第14節参照)。

装 置

(195) 平常時および事故時の両方において出合うかも知れぬ目的と放射線の種類とに対して、適当なモニタリング装置を備えなければならない。ある与えられた事態において何を使うかの選択は、経験のある専門家の判断事項である。モニタリング装置のいくつかの種類を付録Cの表に示す。

(196) このようなモニタリング装置は、特定条件での使用のために校正を行わなければならない、かつその性能をチェックする簡単な方法を用意しなければならない。機器は良い動作状態に保守すべきであり、かつ定期的に再校正すべきである。

(197) 表面汚染モニタリングの結果は通常単位時間のカウント数で表わされることを認識すべきである。これらの結果は、一般に、放射性核種の種類がわかっており、同様な測定条件のもとであらかじめ検出器の校正定数が決められているときにのみ、単位表面積あたりの放射エネルギーとして解釈することができる。しかしながら、ほとんどの場合、汚染を絶対値で推定しようと試みるよりは、汚染の存在と程度の単なる発見のほうが、将来起こりうる汚染除去処理のためには、もっと重要である。汚染除去効果のチェックには相対測定で十分である。

(198) 低エネルギーのβ線しか放出しない放射性核種(たとえば³H, ¹⁴Cお

よび³⁵S)のモニタリングは、適当な機器がふつう入手できないため、とくに困難である。これらの場合には、表面の一部をろ紙または他の適当な材料で拭き取り、その材料の放射能を液体シンチレーション計数でチェックすることにより、とれ易い汚染が発見できよう。このような拭き取り試験を定期的に行うべきである。しかしながら、汚染のチェックあるいはこれらの物質の体内摂取のチェックは困難であるから、良い作業条件を保持することに特別の注意を払うべきである。

職員のモニタリング

(199) 線量が年線量限度の $3/10$ を超えるかもしれないような作業に就くように定められた作業者は、適切な健康監視と個人モニタリングを受けなければならない。このことは、線量が限度を超えないことを確実にするためばかりでなく、作業条件の改善を要するかどうかを決めるためにも必要である。個人線量計の選択に関する指針は ICRU Report 20⁽¹⁷⁾ に与えられている。

(200) 線量が年線量限度の $3/10$ をほとんど超えそうにない作業に就く作業者に対しては、環境のモニタリングで通常は十分であろう。個人の被曝が低く保たれていることを示すために、個人の測定がときには必要とされよう。

(201) 放射性核種の取扱においては、指の線量が全身被曝よりももっと制限因子となることがある。このような場合には、指の線量を、実際の作業中または、このような測定値を得るために少ない放射エネルギーを用いた模擬作業の間、指に適当な放射線検出器をつけて、算定すべきである。そして、この結果に照らして、もし必要ならば作業方法を修正すべきである。

(202) 汚染が起こったと疑われる特別な場合には、もし必要ならば汚染除去の処置を遅滞なく始められるように、手、髪および個人の衣服をモニタすべきである。放射性核種を用いる通常の診療業務においては、日常の手順としての

(54)

このようなモニタリングは必要でない。(203) 経口摂取または吸入された放射性核種の直接的な測定方法は一般に存在しないが、このような体内汚染の可能性は、皮膚のモニタリング、体外計数および尿・糞の放射能分析によって示されよう。偶発的な体内汚染が実際に起こり、あるいは起こったと疑われるとき、必要な測定ができるために、このような生物試料分析サービスおよび高感度の校正された全身モニタが利用できるようにすべきである。しかし、大部分の事例においては、これらの設備は不要であろう。

(204) 特別な場合として、甲状腺への取込みの可能性がある。たとえば¹³¹Iの年摂取限度以下の放射能は、診療所または病院の実験室で使える装置によって通常検出することができる。したがって、個人個人の経口摂取をチェックするために、放射性ヨウ素をつねに扱う職員についてこのような測定を日常的に実施すべきである。その他の γ 線放出核種の摂取も、ときには、診療用計数装置を用いて発見することができよう。

場所のモニタリング

(205) 場所のモニタリングは、使用する放射性物質の種類と実施する作業の種類とに関連して行わなければならない。これは、場合に応じて、次の項目を含まなければならない：

- (i) 体外放射線レベルの測定。¹³¹I 治療または短寿命の準安定核種の調製に用いるジェネレータと関係する、 γ 線放出核種の高放射エネルギーが存在する場合はとくに、
- (ii) 表面汚染発見のためのモニタリング、
- (iii) 空气中放射能のモニタリング。ただし、¹³³Xe およびその他の放射性ガスを頻繁に使用する場合をおそらく除いて、病院の状況下ではめったに

必要ではない。
必要な汚染除去ができるだけ速やかに開始できるように、これらの測定を、放射性核種取扱区域では定期的に、また隣接区域ではときどき、実施すべきである。

11. 放射性廃棄物

一般原則

(206) 放射性廃棄物は、非密封放射性核種の使用の避けられない結果である。したがって、それらの放射能が無視できるレベルに減衰するまでの間、人の過大な放射線被曝がまったくくないような方法で、これらの核種を管理する必要がある。放射性廃棄物は職員ばかりでなく公衆の構成員にも危険を及ぼすことがあるだろう。

(207) 放射性廃棄物の処分方法に影響する因子は国ごとに異なっており、したがって委員会は、それぞれの国で施行されている法令または実施規則にしたがって処分が行われるべきであることを強調する。施設の管理者は、そこで生じる放射性廃棄物の安全な処分のための諸準備に責任を持たなければならない。

(208) 放射性廃棄物の取扱には2つの原則的なやり方がある。第一の方法は廃棄処分をしてもよいようなレベルに放射能が減衰するまで、廃棄物中の放射性物質の大部分を管理された条件のもとに保管する。第二の方法では、自然界の過程で放射能の一部が人に戻ってきても、その量は、他の放射線源と合わせて、合計の線量が委員会の勧告と合致するようなやり方で、放射性物質を環境中に捨てる。

(209) 放射性核種を用いる診療業務においては一般に、廃棄物について困難

(56)

な問題は発生しない。放射能量と放射性核種の種類はわかっており、大部分の核種の半減期は比較的短い(1か月以内)。したがって、即座の廃棄処分が許されるか、あるいは比較的短期間の保管によって放射能は、廃棄処分が問題にならないようなレベルにまで減るであろう。

(210) 作業区域に廃棄物が集積しないように、貯蔵または廃棄処分のための収集および運搬のシステムを持つことが望ましい。いろいろな型の容器が得られるようにしておくべきである。足踏み式の蓋を持ち、多孔性でない袋を入れた罐が、固体廃棄物の当座の収集に役立つ。一時的な貯蔵と、減衰後の最終処分のため内容物を取り出すには、蓋つきのもっと大きい罐が有用である。放射性廃棄物用の罐にはいずれも、はっきりと見分けのつくようなマークをつけなければならない(273—275項参照)。

(211) 爆発または火災を含む事故は、放射性核種の予期しない拡がりを招くことがあろう。それによる汚染の処理方法を検討しておかねばならず、また技術責任者に相談しなければならない。事故時における放射性廃棄物の取扱と廃棄処分に関する勧告を、できる限り作っておくべきである。

(212) 事故の結果放射性核種が環境中に放出されたかあるいは放出されそうならば、地域の規則にしたがって、関係当局に知らせなければならない。

(213) 物理的な観点から、廃棄物には3つのおもな型すなわち液体、固体および気体がある。

液体廃棄物

(214) 医療施設および研究施設からの液体廃棄物は、放射性物質の懸濁物と溶液とからなっている。排泄物または泥状化物のような生物廃棄物も液体廃棄物と見なされる。

(215) 一般の実験室作業におけるこぼれおよびガラス器具のふつうの洗浄か

らの液体廃棄物は、一般に、排水管と下水系を通じて処分することができる。

(216) 放射性核種を投与された患者の排泄物は、通常の衛生下水管を通してふつつ放出することができる。患者の便所使用に関する勧告は52項に与えられている。

(217) 放射性化合物を投与された患者の尿および血液のような試料は、通常の排水管を通してふつつ廃棄処分することができる。

(218) 放射線防護以外の理由から、排水管をふつつ使うことに異論の起ることがあろう。シンチレーション計数の溶媒は ^{14}C および ^3H を含むことがあろうが、放射線防護上問題にはならない。放射能濃度はふつつ $2\mu\text{Ci}\cdot\text{kg}^{-1}$ を超えることはない。もしトリチウム濃度が $1\text{mCi}\cdot\text{kg}^{-1}$ あったとしても、放射線の危険は無視しうる程度であろう。しかし、溶液の主成分は有機物(トルエン、エタノール、ジオキサン)から成っており、それらは、下水系を通じてでなく、地域当局の認める方法にしたがって廃棄処分すべきである。

(219) 保存用原液、未使用の小分けされた放射能、放射性医薬品を用いる作業におけるこぼれなど、放射能が高すぎてすぐにはその場で廃棄処分(すなわち、ふつつの廃物として下水管に)できないならば、それらは放射能の減衰を待つため、放射線防護の十分な条件のもとで保管しなければならない(第13節参照)。あるいはその代わりに、このような廃棄物を特別の処分機関へ送るべきである。

(220) 医学研究施設においては長寿命の放射性核種を使用することがあろう。このような核種(^3H と ^{14}C を除く)を含む液体廃棄物は、特別の処分機関へ送るべきである。

固体廃棄物

(221) 放射性核種を用いる診療業務における固体廃棄物は、使用済のジェネ

(58)

レータ、汚染された注射器、ガラス器具、実験衣、シーツ、清掃用具、作業台カバー、それに、放射性医薬品の取扱から生じる沈殿物のような不溶性の放射性物質である。

(222) 再使用することになっている汚染物品は、容認できるレベルに汚染が減衰するまで、適切な標識をつけた容器の中に保管すべきである。

(223) 低レベルの固体状放射性廃棄物は、通常の廃物とともに処分することができる。

(224) 廃棄物の正確なモニタリングは一般に実行できないが、病院においては、固体廃棄物中の放射性核種とその最大放射エネルギーを定めることはふつう可能である。即座に廃棄処分できないような物は、これらの詳細をはっきり記した適切な容器の中に隔離しておくべきである。

(225) 短寿命の放射性核種だけが存在しているならば、通常の廃物と一緒に処分できるレベルに減衰するまで保管することができる。もっと長寿命の物質を長期間保管する必要性をなくすためには、地域の規則に従い、焼却、公営塵介捨場での特別な埋没、あるいは特別な処分機関への引渡しによる廃棄処分が用意されることがある。焼却は、存在する物質の化学形によって、放射性物質の空気中への廃棄処分(たとえば $^3\text{H}_2\text{O}$ または $^{14}\text{CO}_2$ として)あるいは灰の中への保持ということになる。後者の場合、この粉塵を出し易い物質の取扱に危険がなければ、放射性物質の容積を減らすことができ便利であろう。

(226) 放射性の動物死体は特別な問題を生ずる。地域の規則に従い、これらを次の方法で廃棄処分することができよう：

- (i) 焼却、
- (ii) 認可された条件のもとでの埋没、
- (iii) 泥状化し、ついで液体廃棄物として下水への廃棄処分、
- (iv) 放射能の減衰を待つための防腐処置と保管、
- (v) 特別な処分機関への運搬。

このような死体は、人の食料に使用されたり肉食動物に食べられたりすることができないように、安全に保管することがとくに重要である。不
 (227) ^{14}C または ^3H を含む死体は焼却すべきであって、そのさい ^{14}C は二酸化炭素、トリチウムは水となって放出される。死体が数ミリキュリー以下の短寿命放射性核種を含むならば、やはり焼却することができる。しかしながら、死体の数と焼却の頻度を斟酌しなければならない。死体が多量の放射能または長寿命の核種を含む場合には、地域の事情との関連で、焼却、埋没、あるいは特別な処分機関への運搬のいずれをとるべきかを定めるため、考慮を払わなければならない。灰は放射性核種を含むであろうから、注意深く取り扱うべきである。

気体状廃棄物

(228) ガス状の放射性廃棄物が日常的に環境へ排出されているときには、許容される処分量を定めるため、その場所の諸条件を調べることが必要であろう。その結果、排気筒の高さあるいはフィルタつき換気系を設ける必要性に関して決定を行うことができる。多量の放射性核種が大気中に排出される場合には、廃棄物処理系を確実に十分なものとするのが望ましい。

12. 緊急時の手順

一般論

(229) 放射線小事故とは、職員の潜在的被曝または実際の被曝が、その作業における平常値を超えることがありそうな、計画外の事象である。また、本章において、放射線事故とは、職員の潜在的被曝または実際の被曝が、委員会の

(60)

勧告する値以上の線量になりうるような、計画外の事象をさすと考える。これらの事象は、不手際な取扱、線源の置き忘れ、多量の放射性核種の誤まった投与、および火災、爆発などから生じる可能性がある。これらのすべての事象において、放射性汚染が同時にあるいは引き続いて起こることを考慮しなければならないが、火災または爆発が起こったさいの当面の対策は人命の救助と財産の保全でなければならない。

(230) このような放射線小事故および放射線事故の発生を迅速に知り、必要な緊急時処置を速やかに開始することが重要である。このためには、事前の計画、職員の適切な訓練、および関係者全員への十分な指示を必要とする。リハールをときどき行わなければならない。施設の運営責任者はこれらの措置に対して責任をもたなければならない。

(231) 放射性核種を取り扱う各室には、緊急時にとるべき措置を示した詳細な指示事項を掲示しなければならない。その区域における放射線防護責任者の名前と居場所をはっきり示さなければならない。

(232) 緊急時用の用具を準備し、すぐ使えるようにしておかなければならない。これらには次のものが含まれることを考慮すべきである：

- (i) オーバーシューズおよび帽子を含む防護衣、
- (ii) こぼれを拭き取るための吸収材を含む汚染除去用材料、
- (iii) 個人用の汚染除去用材料と救急材キット、
- (iv) 警告用貼札と囲いを作るための材料、
- (v) 汚染物品の取扱、一時的保管および廃棄処分のための道具、罐およびプラスチック製袋、
- (vi) 個人モニタリング用具を含む可搬型モニタリング機器、
- (vii) 粘着テープ、ラベル、懐中電燈、ノートブックおよび鉛筆といった雑

章本品。このような用具は、運搬に便利のように台車の上に保管しておくべきである。

(233) 事故者医療サービスを設けなければならない。このサービスの範囲は、遭遇する可能性のある放射線のリスクに依存するであろう。いずれの場合にも、次の条件にあてはまらなければならない：

- (i) 救急設備と助言が即座に得られなければならない、
- (ii) 事故者と汚染した個人を適切な段階で医療サービスに託するための手順をはっきり定め、かつ知らせるべきである。

(234) 緊急時被曝に関して委員会は、ICRP Publication 9 の100項に次の勧告を与えている：

“(ICRP Publication 9 の) 66項で勧告した「計画特別被曝」に関する限度を超える線量は、事故の継続中または事故直後に緊急時作業を行う場合には容認される。これが許されるのは、人の救出、多数の人々の被曝防止、または価値のある施設の救済であろう。ある線量を容認しうるかどうかは目的の重要性によって決まるものであろうから、このような被曝に対する線量限度を規定することは可能ではない。放射性物質に対する緊急時被曝においては、摂取量を正確に予想することができないので、その限度を規定するのは現実的でない。委員会は、可能な場合はいつでも、そのような被曝を作業者が受けいれるさいには、その作業者はその危険について知らされているべきであるということを勧告する。”

火災および爆発を含む放射線事故

(235) 火災の場合、非密封放射性物質に関連する危険は比較的小さいので、第一の関心は患者と職員の安全に向けられなければならない。

(236) 火災または爆発の危険性を最小にとどめ、かつこのような出来事において、放射能の拡散をなくすための作業方法を計画しておかなければならない(211項参照)。

(62)

(237) 火災時あるいは火災の制圧後に必要となるかもしれぬ^{レベル}予防手段の範囲についての混乱のために、緊急時に必要な処置が妨げられないように、かかわりのある消防隊は非密封放射性核種の危険の本質とそのレベルについてある程度の指示を受けるべきである。その施設における放射線防護上の予防の責任者との連絡方法について、はっきりした要領を作成しなければならない。

(238) 爆発が起こった後または火災が鎮火した後には、この種の緊急時作業用の装備を持った特別に訓練された作業班に汚染除去作業を委せるべきである。

場所の汚染除去の手順

(239) 診断の目的に用いる放射性物質の少量のこぼれはよくあることである。濡れた状態のこぼれの上には、ただちに吸取紙をかぶせるべきである。乾いたこぼれは、散失を防ぐために湿った吸取紙を用いて湿式法で除くのがよい。使った紙はすべて適当な廃棄物容器に移し、汚染した場所はモニタすべきである。汚染除去は表面の放射能が177項に示す該当するレベル以下になるまで行うべきである。ふきとりはつねに内むきにこぼれの中心に向かって行うべきである。もし汚染レベルを十分に減らすことができないならば、その表面をはぎとるか被覆するかすべきである。これらの作業のすべてにおいて、放射能の拡がるのを避けることと、衣服、皮膚およびモニタリング機器の汚染を防ぐことに、多大の注意を払うべきである。

(240) 病院においては大量のこぼれはあまり頻繁ではないが、治療上の投与と関連して起こったり、また放射性医薬品の調製中に起こることがある。

(241) 大量のこぼれののち、汚染除去のための計画が立案されるまでは、次の最小限の緊急時対策をとるべきである：

(i) もし継続すれば汚染を増大するようなすべての作業を中止し、換気をとめる、

(ii) 汚染した衣類を脱ぎ、それを汚染区域に残す、

(iii) 不必要なすべての職員と、要すれば患者を、汚染区域から立ち退かせ、かつ誰もモニタして著しい汚染がないとわかるまでは、放射能を扱わない区域内へ深く立ち入らせないようにする。しかしながら、被害者の重い傷害の手当はその人の汚染の除去よりも優先しなければならない、

(iv) 警告標示の掲示または他の手段によって、その区域への立入りを管理する、

(v) 技術責任者および部門の長に通報する。

これらの手続きを行うべき順序は状況によって異なるであろうが、多くの場合そのうちのいくつかは同時に行われるであろう。

(242) 著しい汚染がある場合には、その区域をはっきりマークしなければならない。汚染があるかまたは r 線の線量率が 25 mR h^{-1} を超えるいかなる場所も、立入りを制限すべきである。技術責任者は必要な処置の監督に責任を持たなければならない。

(243) 汚染された区域を再び使用する前に、汚染除去の処置が有効であったことをチェックするため、技術責任者は徹底した放射線サーベイを行わなければならない。

職員の汚染除去のための医学的処置

一般論

(244) 医学的な汚染除去と治療の処置はすべて、起こりそうな被曝のリスクと医療のリスクを相対的に考えたのちに、医学アドバイザーによって計画されなければならない。

処置

(64)

(245) 汚染が起こった後、汚染した皮膚を水を流して洗うべきである（188項参照）。

(246) あるいくつかの、これ以上の処置は、人の体外汚染または体内汚染が起こった直後に着手しようとするれば実施可能であるから、244項に述べた計画には、医学アドバイザーの指示に従いかつその到着を待つ間に、口と眼を洗い、また適切な場合には、嘔吐を促し、またはブロック剤およびイオン交換剤を投与するよう、職員を訓練する可能性を含めるべきである（189項参照）。

(247) 小事故または事故に関する詳細を、あとでの考察と検討のために、なるべく早い機会に集めておくべきである。

(248) 救急処置を実施した後、体外および体内汚染の程度を算定するためのモニタリングを、施設の放射線防護責任者の監督のもとに行わなければならない。摂取量がALIを超えたかもしれないいかなる事例も、以後の治療の責任を負う医学アドバイザーとともに、もっとも早い機会に検討すべきである。

(249) 放射性物質の摂取量と滞留量の推定の助けとするため、小事故後の排泄物（尿、糞、唾液）を、採取時刻を書いた別々の容器に保管しておくことが重要であろう。医師の助言により定期的に血液試料をとっておくこともまた望ましいことがある。

管理上の手続

(250) 各放射線事故について完全な報告書を作成し、地域の、および該当する場合にはその他の、放射線防護当局に提出しなければならない。この報告書は、将来の計画および予防措置に関連するような、あらゆる物理的および医学的情報を含むべきである。

(251) 職員については、異常事態において受けたすべての線量を記録し、かつ平常時に受けた線量とはっきり区別すべきである。もし放射性物質の摂取量が年限度の2倍を超えるならば、その状況は専門的知識をもつ医師によって検

討されるべきである。この職員は、彼のそれまでの被曝、健康、年齢および特殊技能に加えて、社会的、経済的責任についてしかるべく考慮した上で、もし医学的立場から反対がなければ、日常の作業をなお継続することが許されよう。

(252) 事故の結果として放射性物質の相当量が環境へ放出されたか、放出されそうならば、地域の規則に従って、関係当局にただちに通報しなければならない。

13. 放射性物質の貯蔵と運搬

貯 蔵

一 般 論

(253) 非密封放射性核種を使用するいずれの病院または医学研究施設においても、放射性物質の在庫品の貯蔵および、それとは別に、処分する前の放射性廃棄物の貯蔵のために、一つまたはそれ以上の室または場所を確保しなければならない(第3節参照)。医学利用にふつう用いられる核種の種類と放射能量(表1)からみて、貯蔵に非常に重大なまたは困難な問題は生じないはずであるが、次の諸勧告に注意を払うべきである。

(254) 一般原則として、貯蔵に伴う危険を減らすためには、建屋内の総放射能量を必要最小限にとどめるべきである。不必要に高い放射能を、病院へ配達するように注文すべきではない。もはや必要でなくなった放射性物質または、持っいても役に立たない(たとえば化学的分解の可能性またはバクテリアの汚染の理由で)放射性物質は、放射性廃棄物として処分すべきである。

(255) 非密封放射性物質の在庫品および放射性廃棄物のための貯蔵室は、その目的のためにのみとっておくべきであって、密封放射線源の貯蔵のためあるいは一般の倉庫として使用すべきではない。

(66)

組織と設備

(256) 各貯蔵室の外側にははっきりした警告表示をつけなければならない。その表示には標準の放射線マークとその貯蔵室の責任者の名前を含めなければならない。

(257) 放射性核種貯蔵室への立入りは、予防手段ととるべき処置について指示を受けた、とくに認められた職員に限らなければならない。

(258) 施設内における高放射能の移動の必要性を最小にとどめるため、実施しうる限り、便利上保存用原液を作業区域の近くに貯蔵すべきである。

(259) 放射性廃棄物用の貯蔵室は、廃棄物の持込のためおよびその収集と処分のための立入りが便利なような場所に設けなければならない。

(260) 貯蔵設備は、隣接する作業室または計数室の放射線レベルを制限するのに必要な遮蔽が設けられるように、また汚染管理を容易にするように、設計されなければならない(第10節参照)。

(261) いずれの貯蔵室においても、線源の容易な確認と取出し、および室内の γ 線量率の制限についてしかるべく考慮した上で、線源の好都合な配置と隔離ができるように、十分なスペースを設けなければならない。

(262) 外気との十分な換気(53—58項)を行うべきである。

(263) 室温は、貯蔵されている液体が凍らないことを保証するのに十分なレベルに保つべきである。

(264) 貯蔵室にはまれにしか人が訪れないので、火災の危険性に特別な注意を払わなければならない。可燃性材料を不必要に貯蔵室内におくべきではない。防火扉の設置などについて消防当局に助言を求めるべきである。自動の火災検知および警報のシステムを考えるべきである。

(265) 保存用原液は、使用后、都合よくできる限り速やかに、作業区域から貯蔵室へ戻さなければならない。

(266) 貯蔵されているすべての品目は、容器と貯蔵箱の両方に、はっきりと

ラベルをつけなければならない。このラベルには、放射性核種、化学形、記された日付における放射エネルギーの詳細およびこの線源の責任者の名前を書かなければならない。

(267) 貯蔵室は整頓を良くし、その貯蔵室の責任者として指名された人によってときどき点検されなければならない。

(268) 貯蔵室内にあるすべての線源および、貯蔵室への線源のあらゆる出入りについての記録を保存しなければならない。貯蔵室の責任者は定期的に、すべての線源を記録と対照してチェックしなければならず、また、体外放射線のレベルを測定しかつ予期しない汚染を発見するために、サーベイを行わなければならない。記録に不一致があった場合、または放射性物質の損失がわかったかあるいは疑われる場合には、ただちに調査しなければならない。

貯蔵の条件

(269) 貯蔵用の容器は一般に、しっかりと閉じられるが、開け易いように設計されるべきである。たとえばほんの痕跡程度の有機物の混じった硝酸またはほかの酸化剤を含む、化学的に不安定な放射性物質の溶液、あるいは放射能が50mCiを超える β 放射性核種を含む安定な溶液は、通気孔のある容器の中につねに貯蔵すべきである。

(270) 容器は、貯蔵中、こぼれまたは破損が起こったときに内容物の全量を保持できる十分な大きさの、破れない2次容器または受皿の中に、1個または数個まとめて、おくべきである。

(271) ガラスは大きな線量を受けるともろく弱くなることがある。それゆえ、古いガラス容器または放射線で着色したガラス容器は換えるべきである。 ^3H はポリエチレンを通してかなり拡散することがあり、大量の ^3H はガラス容器中に貯蔵すべきである。

(272) γ 放射性核種の貯蔵用容器には遮蔽を設け、放射性物質から1mの距

(68)

離で 2mRh^{-1} ，また保護コンテナの外表面から 5cm で 20mRh^{-1} のどちらも超えないようにしなければならない。

(273) β 放射性核種用の貯蔵用容器は、 β 線の最大飛程に相当する以上の厚さの壁を持つべきである。1 MeV 以上のエネルギーでは、制動放射線(43項参照)を 272項に示すレベルに減弱させるため遮蔽を要することがあろう。

(274) 貯蔵室内の職員の立ち入るいずれの場所においても、すべてのコンテナからの総漏洩放射線が、要すれば遮蔽を追加して、 2mRh^{-1} を超えないように、貯蔵方法を計画しなければならない。

(275) 低温での貯蔵を必要とする物質に対しては、冷蔵庫をその場の貯蔵所として用いてよい。この冷蔵庫は標識をつけるべきであり、実験用溶液または飲食物のような非放射性物質の貯蔵に用いるべきではない。通常の冷蔵庫に揮発性の有機物を貯蔵すると、電気による発火とそれに続く火災の重大な危険性が存在するであろう。このような物質に対しては、特別に設計された“防爆”型の冷蔵庫を用いなければならない。

(276) 減衰または廃棄処分を待っている放射性廃棄物の十分な貯蔵に注意を払わなければならない(第11節参照)。

(277) 長期間貯蔵されていた瓶の開栓には特別の注意が必要であり、適当な条件のもとでのみ開栓を行うべきである。腐食した瓶の蓋または栓は固着し、開けようと努力すると容器を壊すことがある。また、貯蔵中に容器内のガス圧が増加して、圧力が逃がされたとき発泡あるいは液の爆発的な放出を来たすおそれがある。

運 搬

(278) この刊行物の中で関係のあるのは、放射性物質を使用する施設構内でのその運搬のみである。施設外での運搬は、国際法規と国の規則によって規制

される。この関係の勧告はIAEA⁽¹⁸⁾によってなされている。

(279) 場所ごとの事情を斟酌するため、施設の放射線防護責任者は、放射性物質の安全な構内運搬のための要領を作成しなければならない。

(280) 施設において受け取られた放射性物質は、その使用に関係のある部門に引き渡されるまで、また、その放射性物質の種類とそれをもたらす危険を承知している認可された人によって、その線源に対する責任がとられるまでは、未開封の運搬用コンテナに入れたままにしておくべきである。

(281) 施設内での放射性物質の運搬は、それが公共輸送用として認められたコンテナの中に梱包されていない限り、その物質の種類と放射エネルギーおよび必要な注意を知っている認められた人によってまたはその人の監督のもとでのみ行われるべきである。放射性物質を入れたコンテナは、公衆、患者またはその使用に関係のない職員の近づきうる場所に放置しておいてはならない。

(282) 放射性物質の移送に使用する外装コンテナは、それを倒したり落したりしてもこぼれが生じないように設計されなければならない。また、放射性物質用であることを示すはっきりしたマークをつけるべきである。

(283) β または γ 放射性核種の局所的な運搬に用いるコンテナは、272項に規定したように遮蔽しなければならない。

(284) 放射性核種の局所的な運搬に用いるコンテナは、運搬されるいかなる核種についても、その許される最大の放射エネルギーを示すための恒久的な標識をつけるべきである。

(285) コンテナの外側には使用中見わけのつきやすいラベルを貼り、放射性核種、その化学形、記された日時における放射エネルギーの詳細と、引渡しの際の正しい宛先を示さなければならない。このようなラベルは、放射性物質を取り出したあと抹消するかまたはコンテナからはがして、空のコンテナに線源の詳細を書いたラベルが残っていたため放射性物質が失われたのではないかという混乱を生じないようにすることが大切である。

(286) 非密封放射性物質の施設内運搬に自動システム（たとえば気送管）を使用することは、移送中に線源のひっかかりや破損のおそれがあったり、運搬経路にそった室内の放射線レベルが変化するという問題が生じうるので、すべきではない。このようなシステムは、きわめて短寿命の放射性核種を用いる作業といった、非常に特殊な事情のもとにおいてのみ正当化されるであろう。

運搬物の記録

(287) 線源と予防手段に対する責任がつねにはっきりするように、放射性物質の運搬の全過程にわたり受領証を発行すべきである。運搬中に起こった線源の実際の損失あるいは疑わしい損失は記録し、その線源の引き渡し先の人と施設の放射線防護に責任をもつ技術責任者にただちに報告しなければならない。

14. 密封線源および面線源からの漏出

(288) 密封線源および面線源からの放射性物質漏出に伴う潜在的な危険が存在する。

密封線源

(289) ICRP Publication 15⁽¹⁾ に次の勧告が与えられている：

*(61) 密封線源は適当な間隔で、また少なくとも毎年、漏出に対する試験をしなければならぬ。もし0.05 μCi 以上のとれ易い放射能の存在するおそれがあれば、線源はもれていると考えなければならぬ。

*(62) 密封線源がもれているか、またはもれる傾向があると信じる合理的な

根拠があるときはいつも、その製造所または能力のある機関によって修理されるまで適当な容器に密封しておかなければならない。このような場合には、その線源が使われていた区域およびそれを使用していた人はすべて汚染検査を受けなければならない。

(290) 低エネルギーの β 線を放出する放射性核種（たとえば ^3H 、 ^{14}C および ^{35}S)を除いて、 $0.01\mu\text{Ci}$ のとれ易い放射能は簡単な装置で容易に検出することができる。

(291) 線源カプセルを侵さないような液で湿らせた適当な材料（たとえばろ紙）で密封線源を拭い、汚染がとれたかどうかその材料をモニタする。その代わりに、線源を液に浸し、その液の放射能をチェックすることもできる。線源を減圧で液に浸せば、線源から泡の流れが出ることによって漏出が発見されよう。

面線源

(292) 面線源はふつう、表面に放射性物質を付着させた金属支持板から成る。面線源のもつ潜在的な汚染の危険は、同一放射能の密封線源よりは大きく、同一放射能の非密封物質よりは小さい。

(293) 面線源は、精密天秤、マイクロームあるいは写真乾板の静電気除去用空気イオン化装置として、数マイクロキュリーのものが用いられている。面線源はまた、ガスクロマトグラフ装置の検出部にも使用される。最もふつうに用いられている放射性核種と放射エネルギーの範囲を表10に示す。

表10 ガスクロマトグラフ装置内の線源にふつう用いられている
放射性核種

放射性核種	放射能の範囲 (mCi)
水素 - 3 (トリチウム)	100 - 300
ストロンチウム - 90	10 - 20
ニッケル - 63	2 - 15
ラジウム - 226	0.05 - 0.1
鉛 - 210 (ラジウム D)	0.1
コバルト - 57	
酸素 - 15 (校正用)	

^{90}Sr または ^{226}Ra を含む検出器からの体外放射線は、クロマトグラフ検出部に組み込まれた遮蔽体によってふつう減弱させてある。検出部側面 3cm における照射線量率は、 ^{90}Sr からの直接の β 線のため 100 倍に増加することがある。線源からの放射能の漏れは、次の原因によって起こりうる：

- (i) 過熱、
- (ii) 清浄用溶剤または分析試料による化学的侵食、
- (iii) 通常操作時における、ラドンまたはトリチウムのような放射性ガスの放出、
- (iv) 線源の機械的損傷。

(294) クロマトグラフ装置から出てくる放射性核種を含む蒸気は、フード、換気つき戸棚、または屋外へ排出し、実験室雰囲気中へ出すべきではない。 ^3H を用いた検出器の動作温度は、線源中の水素化チタンの解離とそれによる ^3H の放出の促進を防ぐため、 225°C を超えてはならない。

(295) 検出器と線源とは、ときどき清掃する必要がある。製造業者がふつうこのサービスをするか、あるいは清掃方法についての詳細な説明書を提供している。フォイル線源は清掃中にいくぶん放射能を失うから、発生した廃液は放射性廃棄物と見なし、そのように処理しなければならない。

(296) クロマトグラフ用線源はすべて、定期的に漏出の試験をしなければならない。

付 録 A

個人の被曝に関する勧告のまとめ*

放射線に関する諸基準の設定にあたってICRPは被曝の二つのカテゴリー、すなわち、個々の作業者の職業上の被曝と公衆の個々の構成員の被曝とを認めている。これらのカテゴリーに対する線量限度には10倍の違いがあり、これに関してICRP Publication 9⁽³⁾に与えられた勧告を、参考のため下に再現する。環境中の放射性物質に対する被曝は、いくつかの器官にかなりの被曝をもたらすことがある。

器官または組織	作業中に被曝する成人に対する最大許容線量当量	公衆の構成員に対する線量当量限度
生殖腺，赤色骨髄	1年につき 5rem ¹⁾	1年につき 0.5rem
皮膚，骨，甲状腺	1年につき 30rem ¹⁾	1年につき 3rem ²⁾
手および前腕	1年につき 75rem ¹⁾	1年につき 7.5rem
足およびくるぶし	1年につき 15rem ¹⁾	1年につき 1.5rem

1) 年摂取限度に対する基本条件に従い，1年の $\frac{1}{4}$ の期間内に受ける1回またはそれ以上の放射性物質への被曝は，この期間中における放射性物質の総摂取量に起因する線量預託が最大許容線量当量の半分を超えなければ，容認できると考える。ある放射性核種については，この量の物質の化学毒性が制限因子となっているであろう (ICRP Publication 9, 68項)

2) 16才までの子供の甲状腺に対しては，1年につき 1.5rem。

* 6項の脚注参照。

このような条件のもとでは、状況は全身照射にいくぶん似ている。この場合、もし最大許容線量の半分を超える線量が生殖腺または赤色骨髄にすでに与えられていたならば、いかなる二つ以上の器官もそれらのそれぞれの最大許容線量の半分を超える線量を受けてはならないことを勧告する。もし三つ以上の器官の各々が、それらのそれぞれの最大許容線量の半分を超える線量を受けているならば、その被曝は過大と見なさなければならない (ICRP Publication 9, 68項)

どんな被曝でもある程度リスクを伴うことがあるので、委員会は、すべての不必要な被曝を避けること、および、経済的および社会的な考慮を計算に入れたうえ、正当化された被曝からのすべての線量を合理的に達成できる限り低く保つことを勧告する (ICRP Publication 22⁽⁹⁾, 12項)。

X, r および β 線のみを考えているこの報告書の文中では、ラドで表わした線量は、上の表における、防護の目的に レムで表わした、対応する線量当量と数値的にひとしい。

表 10-1 各種放射線の RBE 係数

放射線の種類	(a)
放射線の種類	(b)
放射線の種類・エネルギー	(c)
放射線の種類	(d)
放射線の種類・エネルギー	(e)
放射線の種類	(f)
放射線の種類・エネルギーまたは放射線の種類・エネルギー	(g)
放射線の種類・エネルギー	(h)
放射線の種類	(i)
放射線の種類・エネルギー	(j)
放射線の種類	(k)
放射線の種類	(l)

付 録 B

放射性核種取扱施設において必要とされる諸項目の点検表

次に示す点検表は、放射性核種の医学利用施設の設計において考慮されるかもしれない項目の一例として載せてある。この表はまた、国または地方の当局に対しても、放射線防護上のその責任を果たすさいに価値があろう。

一般的項目

1. 部局の配置
2. 部局の位置
3. 次のものの配列と妥当性
 - (a) 受け渡し場所
 - (b) 貯蔵場所
 - (c) 配分・調剤の場所
 - (d) 投与の場所
 - (e) 化学作業の場所
 - (f) 測定場所
 - (g) 汚染除去の場所および廃棄物の場所
 - (h) 洗浄・清掃設備
 - (i) 防護設備
 - (j) 計測とエレクトロニクス
 - (k) 消火設備
 - (l) 救急設備

表面

1. 床の表面
2. 壁と天井の表面
3. 作業台とテーブルの表面

設備

1. 作業台とテーブルの妥当性と強度
2. 給電，給排水の妥当性
3. フードの妥当性（寸法と強度）
4. 換気の妥当性
 - (a) 換気装置の位置と制御
 - (b) 空気の流れ
 - (c) フィルタと，そこへの近づき易さ
 - (d) 排気口

警告表示

1. 警告表示と，それにつける警告文の妥当性

治療区域に関する特殊項目

1. 低放射能計数区域との関連での隔離と遮蔽
2. ガラス器具，容器，コンテナ
3. 遠隔操作具を含む道具類
4. 患者の病室
5. 別個の便所

(78)

診断区域に関する特殊項目

面表

1. 低バックグラウンド計数に対する要求
2. ガラス器具、容器、コンテナ
3. 道具類

面表の未

面表の非大と部

面表の非大と部

職員管理

面表

1. 訓練の妥当性
2. 十分な放射線防護を確実にするための作業方法に関する、書かれた規則
3. 緊急事態に対処するための、書かれた規則

面表の非大と部

面表の非大と部

面表の非大と部

面表の非大と部

面表の非大と部

面表の非大と部

面表

面表の非大と部

診断区域に関する特殊項目

面表の非大と部

面表の非大と部

面表の非大と部

面表の非大と部

面表の非大と部

付 録 C 放射線モニタリング装置の表

放射線モニタリング装置の表

個人モニタリング — X線および γ 線

フィルムバッジシステム — 大規模な使用に適當、広い線量範囲、線質に関する情報を与える。

熱ルミネッセンス線量計 — 非常に小型の検出器（たとえば指に着用できる）、広い線量範囲、線質依存性がない。

ガラス線量計 — 連続的に積算された線量記録を与える。

石英繊維線量計 — 限られた測定範囲（たとえば10—100 mR）、その場での読取り可能。

コンデンサイオンチェンバ — 限られた測定範囲、線質依存性がない。

線量または線量率の警報つきポケット線量計 — 高被曝が起こりうるときに便利。

場所のモニタリング — X線および γ 線

可搬型電離箱式線量率計

GM計数管式またはシンチレーションカウンタ式計数率計

汚染モニタリング — β 線

薄窓GM計数管式モニタ

薄窓シンチレーション式モニタ

拭き取り試験試料用の液体シンチレーション計数装置

空气中トリチウムモニタ — 高レベル放射能を使用するときのみ役立つ。

その他のモニタリング装置

全身カウンタ — 経口摂取または吸入された放射能の検出と同定に使用する。

器官カウンタ — (たとえば甲状腺中の)放射能測定のために校正されている。

大型の井戸型シンチレーションカウンタ — 尿または糞試料の放射能測定用。

東京電力株式会社 東京電力研究所

本館の資料、関係機関の資料、各機関の資料を調査し、その結果をまとめる。

(そのほか関係機関の資料) 関係機関の資料を調査し、その結果をまとめる。

関係機関の資料を調査し、その結果をまとめる。

関係機関の資料を調査し、その結果をまとめる。

関係機関の資料を調査し、その結果をまとめる。

東京電力株式会社 東京電力研究所

引用文献

1. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection: A Report of ICRP Committee 3 on Protection against Ionizing Radiation from External Sources, *ICRP Publication 15*, Pergamon Press, Oxford, 1970.
2. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection: Report of Committee II on Permissible Dose for Internal Radiation (1959), *ICRP Publication 2*, Pergamon Press, London, 1959.
3. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (Adopted 17 September 1965), *ICRP Publication 9*, Pergamon Press, Oxford, 1966.
4. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection: Report of Committee 4 on Evaluation of Radiation Doses to Body Tissues from Internal Contamination due to Occupational Exposure, *ICRP Publication 10*, Pergamon Press, Oxford, 1968.
5. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection: A Report of *ICRP* Committee 4 on The Assessment of Internal Contamination Resulting from Recurrent or Prolonged Uptakes, *ICRP Publication 10A*, Pergamon Press, Oxford, 1971.
6. General Principles of Monitoring for Radiation Protection of Workers: A Report by Committee 4 of the International Commission on Radiological Protection, *ICRP Publication 12*, Pergamon Press, Oxford, 1969.
7. Protection of the Patient in X-ray Diagnosis: A Report prepared by a task group of Committee 3 of the International Commission on Radiological Protection, *ICRP Publication 16*, Pergamon Press, Oxford, 1970.
8. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection: A Report of ICRP Committee 3 on Data for Protection against Ionizing Radiation from External Sources: Supplement to *ICRP*

Publication 15, ICRP Publication 21, Pergamon Press, Oxford, 1973.

9. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection: A Report of Committee 4 on Implications of Commission Recommendations that Doses be kept as Low as Readily Achievable, *ICRP Publication 22*, Pergamon Press, Oxford, 1973.
10. *The Radiochemical Manual*, The Radiochemical Centre, Amersham, 1970.
11. Safety Series No. 1, *Safe Handling of Radionuclides*, 1973 Edition, International Atomic Energy Agency, Vienna, 1973.
12. Technical Report Series No 15. *A Basic Toxicity Classification of Radionuclides*. International Atomic Energy Agency, Vienna, 1963.
13. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection: Report of Committee V on the Handling and Disposal of Radioactive Materials in Hospitals and Medical Research Establishments (1964), *ICRP Publication 5*, Pergamon Press, Oxford, 1965.
14. POCHIN, E. E. and KERMODE, J. C. (1975) Protection problems in radionuclide therapy: the patient as a gamma-radiation source. *Br. J. Radiol.* **48**, 299–305.
15. The Evaluation of Risks from Radiation: A Report prepared for Committee 1 of the International Commission on Radiological Protection, *ICRP Publication 8*, Pergamon Press, Oxford, 1966.
16. WORLD HEALTH ORGANIZATION: Declaration of Helsinki—Recommendations Guiding Doctors in Clinical Research, *WHO Chronicle*, **19**, 31–32, (1965).
17. International Commission on Radiation Units and Measurements: Radiation Protection Instrumentation and its Application. ICRU Report No. 20, Washington, D.C., 1971.
18. Safety Series No. 6. *Regulations for the Safe Transport of Radioactive Materials*, 1973 Revised Edition. International Atomic Energy Agency, Vienna, 1973.
19. *British Code of Practice for Medical and Dental Use*. Her Majesty's Stationery Office, London, 1972.

20. Protection of the Patient in Radionuclide Investigations. A Report prepared for the International Commission on Radiological Protection *ICRP Publication 17*, Pergamon Press, Oxford, 1971.
21. Straldoser från radioaktiva ämnen i medicinskt bruk. Statens strålskyddsinstitut, Fack 10401, Stockholm 60, 1969.
22. ROEDLER, H. D., KAUL A., HINZ, G., PIETZSCH, W. and STIEVE, F. E. Genetically significant dose from the use of radiopharmaceuticals. In, *Population Dose Evaluation and Standards for Man and his Environment*, pp. 377-393, Vienna, 1974.
23. SUBRAMANIAN, G. and McAFEE, J. G. (1971). A new complex of ^{99m}Tc for skeletal imaging. *Radiology* **99**, 192-196.
24. HOSAIN, F., HOSAIN, P., WAGNER, HENRY, N., JR., DUNSON, G. L. and STEVENSON, J. S. (1973). Comparison of ^{18}F , ^{87m}Sr and ^{99m}Tc -labeled polyphosphate, diphosphonate, and pyrophosphate for bone scanning. *J. Nucl. Med.* **14**, 410.

中国科学院图书馆
北京 中关村大街 251 号
电话 6401111
1974-11-15
中国科学院图书馆
北京 中关村大街 251 号
电话 6401111
1974-11-15

20. Protection of the Patient in Radionuclide Investigations. A Report prepared for the International Commission on Radiological Protection (ICRP Publication 17, Pergamon Press, Oxford, 1971).

21. Stråldoser från radioaktiva ämnen i medicinskt bruk. Statens strålskyddsinstitut, Fack 10401, Stockholm 60, 1969.

22. RÖDLER, H. D., KAUL, A., HINK, G., PATZSCH, W. and STIEVE, F. E. Generally significant dose from the use of radiopharmaceuticals. In: Population Dose Evaluation and Standards for Man and his Environment, pp. 377-393, Vienna, 1974.

23. SUBRAMANIAN, G. and McATEE, J. G. (1971). A new complex of ^{99m}Tc for skeletal imaging. *Radiology*, 99, 192-196.

24. HOSAIN, F., HOSAIN, P., WAGNER, HENRY, N., JR., DUNSON, G. L. and STEVENSON, J. S. (1973). Comparison of ^{32}P , ^{33}P and $^{33\text{m}}\text{Tc}$ -labeled polyphosphate, diphosphate, and pyrophosphate for bone scanning. *J. Nucl. Med.* 14, 410.

病院および医学研究施設における非密封放射性核種の取扱、貯蔵、使用および廃棄処分 ￥600

昭和53年9月10日 発行

編集者 社団法人 日本アイソトープ協会
 発行 財団法人 仁科記念財団

113 東京都文京区本駒込二丁目28番45号
 電話 (03) 946-7111
 振替 東京 8-143345

印刷・製本 羽生写真印刷株式会社