

体外線源からの電離放射線
に対する防護

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
体外線源からの電離放射線
に対する防護

ICRP Publication 15

国際放射線防護委員会
専門委員会 3 の報告

1969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“Protection against Ionizing Radiation from External Sources—
A Report by Committee 3 of the International Commission on Radio-
logical Protection—ICRP Publication 15”の全訳で、ICRPの諒解のもと
に仁科記念財団と日本アイソトープ協会において翻訳したものである。

「まえがき」に記されているように、本書はさきに翻訳、出版された ICRP
Publication 3 と 4 との改訂版である。ただし、図や表は“ICRP Publication
21 国際放射線防護委員会勧告 体外線源からの電離放射線に対する防護のた
めのデータ：ICRP Publication 15 の補遺”として別に刊行され、訳書も出版
されている。なお、本書は褐色の表紙に「ICRP 勧告」と記されているシリー
ズの1冊で、ICRP が主委員会勧告 (Publication 9) について基本的なものと
考えているものであることを特に記しておく。

本書の補遺 (ICRP Publication 21) において17項、19項、84項の修正が行
なわれているので、この改訂版ではそれらの項の修正を行なった。

Nishina | Japan
Memorial | Radioisotope
Foundation | Association

Japanese Translation Series of ICRP Publications
Publication 15

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.

献 辞

Brian Ernest Jones

1927—1969

1969年11月28日における Brian Jones の突然の死去は、放射線防護の分野における彼の同僚のすべてにとって重大な損失であった。この報告書の準備に責任をもつ課題グループの幹事としての彼の努力と熱中とはとくに高く評価されるものであり、ここに委員会ならびに彼とこの仕事を共にした者たちの意志により、彼の追憶のためにこの報告書を献呈する。

辭 類

Brian Ernest Jones

1927-1988

1989年11月25日、Brian Jonesの追悼式が、
彼の故郷であるイングランドの東サセックス州の
ワトフォード村で行われた。この追悼式には、彼の
生前の友人や関係者、そして多くのファンが参加し、
彼の音楽と人生について語り合った。追悼式は、
彼の音楽がもたらした影響と、彼の人生の軌跡を
振り返る機会となった。

目 次

まえがき	1
緒 論	3
量および単位	4
吸収線量，照射線量および線量当量	4
修正係数	6
線量当量の決定	7
粒子フルエンスからの線量当量の算出	9
企画と作業についての勧告	9
一般的勧告	9
特定の型の装置に関する勧告	15
X線装置および粒子加速器	15
密封放射線源をもったビーム治療装置	16
ビームコリメーションなしで用いる密封線源	16
放射線の医学利用	20
一般的勧告	20
診断用施設	21
診断用X線施設	21
透 視 法	23
X線撮影法	26
間接撮影法	28
歯科撮影法	28

(ii)

放射性物質の診断利用	29
治療用施設	29
ビーム治療	29
一般X線治療	30
表在X線治療	31
“メガボルト” X線および粒子線治療	32
密封線源によるビーム治療	33
コリメートされていない密封線源による治療	34
非密封線源による治療	35
患者の防護	35
緒 論	35
操作手順に関する勧告	39
概 要	39
X線診断	40
透視法	41
撮影法	42
歯科撮影法	43
放射線治療	44
医学的研究	44
放射線の獣医学利用	44
一般的要求	44
X線診断	45
X線および密封放射線源による放射線治療	48
非密封放射性物質の使用	48
放射線の工業利用	49
一般的要求	49

工業用ラジオグラフィ	46
囲われた施設	50
開放施設	50
X線	51
γ 線	51
長期貯蔵	52
一時的貯蔵	52
取り扱いおよび使用	53
工業用透視法	53
工業用計器および類似装置	54
X線分析装置	55
放射線の研究的利用	57
教育における放射線の利用	60
雑線源およびその利用	61
望まれない副産物としての放射線	62
サーベイおよびモニタリング	63
一般的要求	63
モニタリング	64
作業者のモニタリング	64
個人モニタリング	64
作業場のモニタリング	65
環境モニタリング	66
記録の保存	66
文 献	67
付録：個人に対する線量限度の要約	69

まえがき

1967年4月に国際放射線防護委員会 (ICRP) は、以前に出版された ICRP Publication 3 および4の内容を整理し、修正および拡張を行なって、実質上、エネルギー 100 MeV までのすべての型の電離放射線の医学、工業および研究的利用にわたる、特に医学利用に重点をおいた防護に関する新しい報告とするために、次の課題グループを指名した。

P. Grande (委員長)

K. Becker (副委員長)

B. E. Jones (幹事)

J. P. Kelley

K. Koren

C. B. Meinhold

P. Pellerin

R. H. Thomas

この報告中にある勧告は、本課題グループによってまとめられた示唆と資料を基礎として専門委員会3によって行なわれた。患者の防護に関係する勧告は、またX線診断における患者の防護に関するICRP課題グループの委員からの助言にも基づいている。

この報告の補遺が別に出版されつつある。その中には、課題グループによって、一次および二次放射線の場合と有効な防護壁および障壁の定量的算定のための参考資料とする目的で整えられたデータが含まれている。

専門委員会3の委員 (1965—9)

B. Lindell (委員長)

E. E. Smith (副委員長)

L.-E. Larsson (幹事)

F. P. Cowan

J. Dutreix

S. Takahashi

E. D. Trout

H. O. Wyckoff

↑ 1967年に参加。

寄稿者

この報告は、次の議題をテーマとした。

P. Grande (委員長)

K. Becker (副委員長)

D. E. Jones (特約)

J. F. Kelly

K. Koren

G. H. Meinhold

P. Peltier

R. H. Thomas

この報告中にある情報は、本議題をテーマとして行われた調査の結果と関係する報告を基として行われた。委員の職務に関するICRP議題委員会の報告は、本議題委員会の報告と関係するICRP議題委員会の報告を基として行われた。

この報告の準備が別に出されたものである。その中には、議題をテーマとして行われた調査の結果と関係する報告を基として行われた。委員の職務に関するICRP議題委員会の報告は、本議題委員会の報告と関係するICRP議題委員会の報告を基として行われた。

寄稿者委員会の委員 (1971-72)

H. Fitchell (委員長)

E. E. Smith (副委員長)

L. E. Larsson (特約)

緒 論

(1) 国際放射線防護委員会は放射線医学との伝統的な接触を十分保ち、医療に対するその責任を果たすことを望んでいる。したがって、委員会は電離放射線および放射性物質の使用によって起こるであろう体外被曝を考慮して、その安全な使用についての指針と勧告を与えるのが適切である。

(2) 医療以外の目的に用いられる放射線源は医学的診断または治療に用いられるものと同様であることがしばしばあり、職員を防護するための基本的な注意は、使用目的にかかわらず本質的には同じである。したがって、この勧告を、放射線の獣医学的および工業的利用や研究的利用をも含むように拡大するのが当然であろうと考えられた。しかしながら、それらに関する節は医学利用の部分ほど広範なものではない。

(3) この報告に概説したやり方を実行することにより、放射線量を主委員会が勧告した最大許容レベル（文献 9）以下に保ち、また患者も十分防護することが可能である。しかしながら、国の取り締り当局が必要な基準と管理法を確立し、また詳細な技術的要求を拡充することが期待される。指針とするため、放射線防護に必要な数値を得ることのできるグラフ、表および事例を含むこの報告の補遺を出版することが望ましいと考えられた*。

(4) 体外および体内放射線被曝について勧告される現時点での最大許容線量は、この報告の付録にまとめられている。

(5) 電離放射線を発生する X 線装置およびその他の装置の設置および運転、あるいは放射性物質の取り扱いについての諸勧告は、それ自身では十分な防護を保証するのに十分なものでないことを強調すべきである。このような防護は職員の知識にも依存し、また放射線防護のために管理者が作成した規定を彼らが協力的に実行するか否かによるものである。

*（編者注）この補遺は別冊として刊行される。

(4)

(6) この報告に与えられた勧告の中で、ねばならぬ (shall) および、べきである (should) の意味は次のごとくである：

ねばならぬ (shall)——放射線に対する十分な防護のために必要または欠くことができない；

べきである (should)——放射線防護を改善するために、実施しうる限りいつも適用する。

主委員会は、この新しい勧告のうちのあるものに合わせるためには現存施設の構造上の変更および／または操作方法の変更が必要であることに気付いている。このような変更は実施しうる限り速に行なわれるべきであるが、しかしそのために患者から必要な医療を奪うような方法で行なわれてはならない (38項も参照)。

量および単位

(7) この節には、吸収線量および線量当量の計算に使われる基本概念および単位について概観を与えてある。放射線防護の実際問題の解決に役立つ資料を、本報告の補遺およびその他のところに引用で示す。

吸収線量、照射線量および線量当量

(8) 直接または間接電離放射線による吸収線量 (D) は電離性粒子によって物質の単位質量あたりに与えられるエネルギーである。吸収線量の特別な単位はラド (rad) であって、 $0.01 \text{ joule kg}^{-1}$ または 100 erg g^{-1} のエネルギー吸収に等しい (文献16)。

(9) 照射線量 (X) は電離性電磁放射線場の定量的算定のために用意された用語である。与えられた場所における照射線量は、放射線が空気を電離する

潜在能力で測った放射線の尺度である。照射線量の特別な単位は レントゲン (R) である。1 Rは、X線または γ 線に伴う空気 1 kg あたりの粒子放出が 2.58×10^{-4} クーロンのいずれかの符号の電荷をもつイオンを空气中に作るような、X線または γ 線の照射線量である (文献16)†。荷電粒子平衡の条件のもとでは、広いエネルギー範囲にわたって、1 Rは軟組織の吸収線量でほぼ 1 rad となる。

(10) カーマ (kerma) は、中性子線またはX線のような非荷電粒子の放射線場の線量計測上の尺度である。それは、非荷電粒子が相互作用をする物質の単位質量あたりに生じる荷電粒子の運動エネルギーに等しい。カーマの一つの単位はラドである。

(11) 生物学的効力は放射線の型のちがいが、または照射条件のちがいで影響をうけるから、等しい吸収線量を与えた場合に任意の与えられた生物学的効果の危険が等しくなるとは限らない。あるきまった一組の条件の下で得られた危険の推定値を、他の型の放射線が使用されたり、照射の条件がたとえば吸収線量の空間的分布について異なるような状況に適用するには、それぞれの型の放射線に対して一つまたはそれ以上の荷重係数を吸収線量にかけることが必要である。放射線防護上は、ラドで表わされた吸収線量にこのような荷重係数をかけて得られる量を 線量当量 (DE) と呼び、その単位は レム (rem) である。生体のあるきまった場所のあるきまった型の放射線についての線量当量は、数値的にはその場所のその放射線についてのラドで表わされた吸収線量と主委員会が規定した修正係数との積に等しい。したがってあるきまった放射線についての線量当量は次式で表わされる：

$$(DE) = D \times (MF)_1 \times (MF)_2 \times \dots \times (MF)_i$$

ここで (DE) はレムで表わされた線量当量、D はラドで表わされた吸収線量

† これは、空気 0.001293g あたり 1 静電単位の電荷という従来の定義と数値的に等しい。

であり、 $(MF)_1 \dots (MF)_i$ は適当な修正係数である。

問題としている場所に二つ以上の型またはエネルギーの放射線が存在する場合には、その点における線量当量はそれぞれの型およびエネルギーの放射線についての線量当量を加え合わせて得られる。

修正係数

(12) もっとも頻繁に用いられる修正係数は、問題としている点における異なった直接電離性放射線の線エネルギー付与のちがいを説明する線質係数 (QF) である[†]。国際放射線単位測定委員会 (ICRU) (文献 16) によって定義された線エネルギー付与 (L_d) は、荷電粒子からのエネルギー付与に対する制限 A をふくんでいる。防護の目的に対してはすべてのエネルギー付与が含まれ、 L_∞ は数値的には衝突阻止能に等しい。表 1 は L_∞ と QF との関係を示す。中間の QF 値は補遺の付録 2 の曲線から補間によって得られる。入射放射線が X 線または γ 線のときは、身体内のどの位置で作られた電子の線質係数も 1 と仮定され、他のどんな修正係数も適用しない。

表 1 L_∞ — QF 関係

水中の L_∞ (keV/ μ m)	QF
3.5 (およびそれ以下)	1
7	2
23	5
53	10
175 (およびそれ以上)	20

(13) ある場合には、問題としている点において吸収線量を与えている荷電粒子が連続したエネルギー分布または L 分布を持つかもしれない (厳密にはこれは L_∞ であるべきであるが、便宜上これを L と簡略化している)。このような場合には線量当量は次式から得られる。

[†] 以前にはこの修正係数は“RBE”と名づけられたが、この用語を放射線生物学と放射線防護の両方の目的に使用することは、RBE 委員会の ICRP および ICRU への報告 (文献 14) 中に詳しく論じられているように、若干の問題がある。

$$DE = \int_0^{L_{\max}} D(L) QF(L) dL$$

ここで、 $D(L)$ は、問題としている点での L における L の単位区間あたりの吸収線量、 $QF(L)$ はこの L に対する線質係数、 L_{\max} は問題としている点での L の最大値である。そうすると実効線質係数 \overline{QF} は次式で与えられる。

$$\overline{QF} = \frac{\int_0^{L_{\max}} D(L) QF(L) dL}{\int_0^{L_{\max}} D(L) dL}$$

(14) その他の修正係数：あるいくつかの場合にはさらにほかの修正係数が必要になるかもしれない。将来は、なかんづく吸収線量の不均一な空間的分布、吸収線量率の違い、または吸収線量の分割を考慮するための修正係数を勧告することができるようになるかもしれない。

線量当量の決定

(15) 放射線防護の目的のためには決定器官の線量当量を決めて、その数値をその器官の最大許容線量と比較しなければならない。しかしながら、どの決定器官についても吸収線量も線量当量も直接測定することはできない。したがって身体中のどの位置についても、線量当量を求めるためには身体の外側の放射線場を測定しなければならない。これらの測定は、体内の相対的深部線量の決定とあいまって、種々の位置における線量当量の決定を可能にする。

(16) 与えられた型の単色の入射放射線に対しては、線量当量ははじめ深さとともに増し、ついで最大値に達し、しまいには減少する。この増加は入射した非荷電粒子線錐からの荷電粒子のビルドアップ、身体の入射部位近傍での入射放射線の散乱、または他の型の二次放射線の生成に基づくものであろう。また線量当量の減少は一次線錐の減弱の結果である。体内での最大線量当量の位置は放

放射線のエネルギーおよび型に依存する。放射線が、その照射量を決めようとする人に届く前に遮蔽体を通過するときには、身体の深さによる線量当量の増加は、増加の大部分が遮蔽体自身の中で起きるために少なくなる。さらに、人の位置が放射線に対して固定されていない場合には、ピークは“ならされる”傾向がある。もし放射線が大なり小なり等方的に身体に入射すれば、ピークは同じように“ならされる”であろう。

(17) 放射線の型およびエネルギーに関して入手しうる情報によっては、決定器官の線量当量の算定に種々の近似を用いることができよう(しかしながら、18項参照)。入射放射線がX線または γ 線のときには、体外でレントゲン単位で測られた照射線量は体内のどの位置でのラドで表わした吸収線量とも数値的に等しいと仮定され、そして QF が1であるから、これはまた体内のどの点での線量当量とも等しいと仮定されよう。入射放射線が中性子のみであり、自由空気中での組織カーマ(ラドで表わされた)の値が分っている時には、このカーマが体内のどの点におけるラドで表わされた吸収線量とも数値的に等しいと仮定できる。ただし、捕獲 γ 線からの線量は無視できるものとする。もし入射中性子のエネルギーが知られていない場合には、 QF を10と仮定すべきである。中性子スペクトルのかなりの部分が0.1 MeV以下のときは、捕獲 γ 線が重要になる。なぜならば、この場合、捕獲 γ 線は他の中性子反応で生ずる荷電粒子よりも100倍も大きい最大の吸収線量を身体に与えることがありうるからである。別のやり方は、線量当量の適切な測定ができるようなレムメーターを使用することである。エネルギー不明の1価荷電重粒子に対しては、 QF として15が勧告されるが、一方、エネルギー不明の多価荷電粒子(または電荷不明の粒子)については、 QF として20を用いるべきである。もしこのような荷電粒子のエネルギーが知られていない場合には、自由空気中で求められた組織吸収線量を体内のどんな点における吸収線量としてもよい。

(18) 決定器官の吸収線量および線量当量の上述のような近似的決定は、こ

のようにして求められた数値が全身被曝の場合における決定器官（すなわち赤色骨髄および生殖腺）の最大許容線量または線量限度（それぞれ場合次第で）よりずっと低いときには満足なものである。このような近似的決定によって得られた値が最大許容線量または線量限度に近いかまたはそれを超過する値を与える場合には、もっと正確な算定が必要である。

粒子フルエンスからの線量当量の算出

(19) 線質係数と吸収線量の算定値を用いて線量当量を推定する別のやり方は、変換係数を用いて生体に入射する粒子フルエンスを直接変換する方法である。補遺の付録6および7に、陽子および中性子のそれぞれについて粒子フルエンスを線量当量に変換する係数の値を与えてある。変換係数の値を計算するにあたっては、線量当量の最高値を与えるように照射条件を選んだ。

企画と作業についての勧告

一般的勧告

(20) 放射線防護実施に対する一般原則についての次の諸勧告は ICRP Publication 9 (文献9) から引用されており、本報告のこの節にあてはまるものである。

“(108) いかなる施設または作業においても、運営責任者は技術的能力ある者を1人または複数決めて、放射線防護のあらゆる関連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、その施設内で働きあるいは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

求する該当条件をみ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、そのひきおこす結果、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 $3/10$ をこえて被曝することが殆どお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しれない。

“(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有効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。”

(21) 新しい施設または遮蔽構造物を持つ既存施設の変更についての最終計画は資格のある専門家の検討を受け、建設に着手する前に認可を受けるべきである。遮蔽の仕様を含む施設の設計の写しを保管し、現場で容易に入手できるようにすべきである。

(22) いかなる装置または施設も、使用前に、許可された設計のとおりになっているかどうか、また遮蔽および作業条件が国および地域の要求および／または主委員会の勧告に従ってすべての人を防護するようになっているかどうかを確かめるため、サーベイしなければならない。サーベイおよびモニタリングの詳細については 290—307 項を見よ。防護に影響を与えるかもしれない装置、施設、または使用条件の変更のあるごとに、なお満足な条件が得られているかどうかを確認するのに必要であると考えられる頻度で引きつづきサーベイを行なわなければならない。

(23) 防護は、距離をとること、遮蔽および被曝時間を短くすることによって達成できる。施設の適切な立地および利用線錐の可能な方向の制限は、遮蔽の費用を軽減し得るための方法の例である。

(24) 放射線源の遮蔽およびそれが存在する施設の大きさおよび立地は、作業員および一般公衆に対する最大許容線量および線量限度の勧告値に従った作業が可能であるようなものでなければならない。固定施設外での作業の場合(たとえば、現場ラジオグラフィ)、管理区域への立ち入りを制限するための臨時の障壁および警告標示が必要に応じ用いられなければならない。この報告の補遺の中に、遮蔽の必要条件を計算するための吸収データおよびその他の情報が用意してある。

(25) 放射線施設の企画においては、その装置の最大実用稼働負荷の見積りを行なうべきである。

(26) 遮蔽の必要条件是周辺地域の居住の種類に依存している、すなわち

(管理区域か非管理区域かということ)そこに成人が作業のあいだに立ち入るのか、それとも公衆の構成員(患者を含む)が立ち入るのかによる。ある区域については遮蔽の必要条件を軽減するために“居在係数”および“使用係数”を用いることができよう。施設によってこれらの係数は著しく違うであろうから、この報告ではその大きさについては何も与えていない。上述のような係数を採用する場合には、遮蔽の必要条件の緩和には慎重な考慮が必要であり、また該当する国または地方の当局の要求する条件に適合していなければならない。なお、X線フィルムまたはそのほかの敏感な放射線検出器などの保管に使用されるような区域の遮蔽にも注意を払うべきである。

(27) 遮蔽の計算には、すべてのカテゴリーの人に対し、体内線源からの被曝も含めた他の放射線源からの可能な被曝について考慮すべきである(ICRP Publication 9(文献9), 53および71項, 68項の脚注; ICRP Publication 12(文献12), 12—14項を参照)。

(28) 一次放射線錐に対して必要な遮蔽の計算には、線錐を一部吸収するかもしれない移動可能な物体(たとえば患者, ファントム, 塑造物)は通常考慮に入れるべきでない。この勧告に対する例外は監督官庁の同意によってのみ許されるべきである。

(29) 迷放射線†に対して必要な遮蔽の計算には、装置から最大の漏洩放射線と最大の二次放射線を生じると予想される使用条件を仮定すべきである。

(30) 放射線室の窓および扉は、それらが取り付けられている壁のその付近の部分と同じ遮蔽の必要条件を満たさなければならない。扉と放射線区域との間に遮蔽された入口通路がある場合には、扉に対する遮蔽の必要条件は軽減されることに注意すべきである。

(31) 鉛のような遮蔽材はその自重のためクリーブすることのないような方法で取り付けなければならない。それらはまた機械的損傷に対しても保護され

† 利用線錐以外の放射線。これには漏洩放射線と二次放射線が含まれる。

なければならない。コンクリートのような材料が、放射線遮蔽の目的で、特に現場で打ち込まれる場合には、それが十分一様であって、監督官庁によって指定された成分と密度になっていることを保証するように、十分な注意が払われなければならない。

(32) 放射線施設の建設にあたっては、継目、釘、ボルトなどのところや、配管、配線、ルーバなどのあるところおよび扉や窓のへりで遮蔽がそこなわれなないように注意を払うべきである。二つの異なった遮蔽材の継目では、重なりは防護性能の低い材料について必要な厚さ以下であってはならない。

(33) 適切と考えられる場合には、施設の遮蔽の一部を構成する壁およびその他の障壁の種類ならびに遮蔽の程度を、それらの上に印しておくべきである。

(34) 実施しうるかぎりいつも、照射の時間率が認容レベル(41項参照)を超過している間、放射線区域への立ち入りを阻止するロックまたはインターロックを備えるべきである。

(35) 利用線錐を制限するため、絞り、照射筒および調節可能なコリメーターのような適当な用具を用いなければならない。

(36) 装置が現行の勧告または要求に合致することがわかっている場合には、実施しうるならば、その趣旨を貼札しておくべきである。汙過板や照射筒のような補助器具は、無意識の交換や誤用を防ぐような方法で該当する特性を印しておくべきである。

(37) 実施しうるかぎりいつも、相当量の放射線を出すかもしれない装置には、それが放射線源となる能力があることを確認できるように貼札しておくべきである。

(38) 新しい要求を満たしておらずまた満たすことができない装置は、能力ある専門家の助言に反して保持してはならない。どんな装置も、サーベイされ、試験された上、新しい目的に対して満足であることが証明されなければ、その装置が計画された目的以外の目的に使用してはならない。旧式の装置は、

(14)

安全な作動についての監視と試験を受けなければ、他の使用者に引き渡してはならない。普通に使用される装置（たとえば歯科用装置）のおこりうる誤使用について特別な注意を払わなければならない。新式の装置の使用は推奨されるべきであるが、しかし既存の装置を単に古いという理由で無条件に認めないことは、有用な医療処置を不当に奪う結果になるかもしれないという事情があることに留意すべきである。

(39) サーベイを実施するにあたっては、十分な感度を持ち、適切に校正され、かつ発生するであろう放射線の型に適した計器を使うことが肝要である(294項参照)。

(40) X線管容器および線源容器に対する要求と合っているかどうかを評価するには、線源距離が1 mで大きくとも100 cm²までの面積について、または容器から5 cmの距離で10 cm²の面積について、測定を平均すれば十分である。

(41) 主委員会によって定義されたすべての管理区域(20:113項参照)は、警告を与えようと意図するすべての人々が容易に認知できるような適切かつ十分な信号および標示によってそれとわかるようにしなければならない。管理区域の範囲の決定が不確実になるのを避けるために、境界は可能ならば壁や扉などであるべきである。管理区域内では、どこでどの程度の照射の時間率があるかを表示することが時には役に立つであろう。

(42) 20:114 項に引用した作業者に与える知識と訓練には、距離、時間および遮蔽の重要性を特に強調すべきである。訓練は、身体のだの部分にも一次線錐が当たるのを避けることの重要性に特別留意しながら、これらの3要因を最良にするよう目指すべきである。

(43) 電気的、機械的および毒性による危険(たとえばオゾンおよび窒素酸化物の発生)のような放射線以外の危険の存在の可能性について注意を喚起する。これらの危険に関する知識は国の規則または実施規定に求めるべきであ

る。

特定の型の装置に関する勧告

(44) この報告では、勧告は主として放射線源の性質よりは放射線の使用の型に基づいて与えられている。しかし、特に線源の型に関連したいくつかの勧告が45—66項に与えられている。

X線装置および粒子加速器

(45) どんな補助装置たとえば高圧発生器も、その外側での照射線量は、表面から5 cmにおいて1時間あたり20 mR (40項参照)、または管理区域内の容易に立ち入りうるどの場所においても1時間あたり2 mRをこえてはならない。もし変圧器または整流管の囲いが管理区域外に位置している場合には、これらの照射線量をもっと減らす必要がある。

(46) 放射線が出ているかどうかのわかるように確実な表示を制御盤上に設け、また、実施しうる場合には、それが照射孔の近くで容易に見えるようにしなければならない。適切と考えられるときには、標示は照射室の外側にも出すべきである。

(47) 警告表示装置は、間違っても安全であると思わせることがないように設計されるべきである。たとえば放射線が出ていることを示すランプに加えて、X線管に電源がはいっていないことを示すランプを設けてもよい。この代わりとして、前者のような型のランプは、標示装置が故障した場合にはX線装置を稼働できないように設計してもよい。

(48) 一次線錐が物質に当たると、二次放射線が発生するであろう。電子線または β 線が吸収された場合のX線をも含めて、二次放射線を最小にするような吸収材の材質の選択と配置について留意すべきである。

(49) 高エネルギー加速器は有毒ガスを生ずることがあり、また加速された

(16)

粒子または光子ビームによって照射された物質（空気と埃を含めて）が放射化するかもしれない。これらの問題に対する専門家の助言を計画の段階で求めるべきであり、また何らかの必要な安全措置、たとえば材料の選択および強制換気の設置が設計に取り入れられるべきである。放射化されるおそれのある材料（遮蔽材、機械部品、コンベア装置、線錐限定系および試料ホルダー）はモニターし、またあらゆる適切な注意を払うべきである。

密封放射線源をもったビーム治療装置

(50) 線源容器の設計に当たっては、火災にさいして線源容器の完全性を保持する方法について考慮を払うべきである。大きな放射性線源の所在についての情報がしかるべき消防当局によって容易に得られるようにすべきである。

(51) 線源が“ON”の位置にあるときにそれを示すため制御盤に、また実施しうる場合には線源容器にも確実な表示を設けなければならない。また線源が“OFF”の位置にあるときもそれを示す表示を備えることがしばしば望ましい(47項参照)。適切と思われるときには、照射室の外側にもまた標示をおくべきである。

(52) 線源カプセルの容器の表面、特に照射口は、漏出が起こったときに汚染されそうな他のすべての場所とともに、少なくとも毎年放射性物質の漏出試験を行なわなければならない。密封線源の試験の方法についての指針はICRP Publication 5 (文献5) に与えられている。0.05 μCi 以上のとれやすい汚染が存在するようであれば、線源は漏出していると考えなければならない。装置は使用を止め、直ちに線源の交換と装置の除染の手筈をとらなければならない。

ビームコリメーションなしで用いる密封線源

(53) 密封線源とは、放射性物質が非放射性容器またはカプセルに封入され、あるいは完全に非放射性物質中に固着されていて、通常の使用中に放射性

物質が離散しないようになっているものであると考えられる。多くの密封線源は壊れ易く、容易に損傷をうけてその結果放射性物質を放出するかもしれないことに留意すべきである。密封線源が第1群放射性核種の $1\mu\text{Ci}$ 以下(文献5)または、その他の放射性核種の $100\mu\text{Ci}$ 以下からなっており、その表面またはその近傍で 10mrem/時 をこえる線量当量率にならない場合には、次の諸勧告から除かれるものと通常は考えてよい。

(54) 53項で規定した以上の放射能を含む密封線源は、二つの理由から、それとわかるようになっている必要がある。その一つは、素人がその線源は放射性であるという事実を警告されるべきであること(このことは工業用ラジオグラフィに使われる線源について特に重要である);他の一つは、専門家がその放射性物質の種類と放射能とを確認する容易な方法を必要とすることである。したがって、実施しうるかぎりいつでも、すべてのこのような線源は放射性物質であることを容易に認識できるようにし、また線源容器、カプセルまたは固着線源の表面には線源の確認ができるように貼札しておかなければならない(144項参照)。実施しうるならば、放射性物質の種類と放射能をその貼札に直接記入しておくべきである。

(55) 記録簿にすべての密封線源を登録しておかなければならない。記録簿には次の事項を含むべきである:

密封線源のそれぞれの一連番号その他同定に役立つもの;

放射性物質の種類, 受入日付および受入日における放射能;

その機関からの最終的な廃棄を行なう日付およびその方法。

(56) 紛失の可能性を最小にするため、すべての密封線源の施設内外での移動を記録しておかなければならない。密封線源の現実の紛失または紛失の疑いあるいは破損は、直ちに放射線防護の責任者に報告しなければならない。

(57) 密封線源の貯蔵, 使用, 持ち出しおよび受け入れは、権限を持つ者のみの責任でなければならず、またすべての密封線源の監査は、適当な間隔で、

そして少なくとも毎年行なわなければならない。

(58) 密封線源の置き忘れを避けるために極度の注意を払わなければならない。このことは、置き忘れた線源が疑を持たない人の手にわたるおそれのある開放施設の場合特に重要である(220項参照)。

(59) 密封線源の使用法、および密封線源の紛失、破損、またはそれに関連した事故の際にとられるべき処置を詳述した場所ごとの規定を作らなければならない。このような規定を作る際には、紛失の考えられる原因、汚染の拡大、火災の影響、および事故の確認と処置、などのような因子について適切に考慮を払うべきである。

(60) 密封線源を使用していない時には、貯蔵施設へはいる者およびその近傍の者を十分防護し、無許可移動に対し安全でかつ火災や洪水による危険が最も少ない状態で貯蔵しなければならない。線源が放射性ガスまたは蒸気を放出し易い場合には、貯蔵施設は、要すれば外気に対して機械的に換気されなければならない。このような換気は関係する放射性核種の放射能および放射能毒性に応じて、貯蔵施設を開く前および開いているあいだ連続的に、または適当な間隔で行なう必要がある。

(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ない。試験の方法についての指針は ICRP Publication 5(文献5)に与えられている。もし $0.05 \mu\text{Ci}$ 以上のとれ易い放射能の存在するおそれがあれば、線源は洩れていると考えなければならない。

(62) 密封線源が洩れているか、または洩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うけなければならない。

(63) 線源の調製または使用に従事する個人の被曝が確実に最小となるよう

にするため、適切な取扱器具または挿入用具を常時使用しなければならない。このような器具は効果的な取り扱いと両立する最大の取扱距離を保つように作られていなければならない。すべての操作員は、たとえば疑似線源を用いて、このような取扱操作について十分に訓練されていなければならない。実施しうるかぎりいつも、職員の十分な防護を確保する遠隔操作法を用いなければならない。

(64) 線源の運搬はすべての個人が十分防護されるような方法で実施されなければならない。全放射能が低い場合には、線源は柄の長い容器に入れて手で運んでもよい。このような容器は線源の運搬に使われている間は、適当な目印によって区別をし、また監視の下におくかあるいは権限のない者が近づけないようにしなければならない。使用目的(核種、最大放射能)を運搬容器に記しておかなければならない。

(65) β 線を利用する目的のカプセル入線源には薄い窓が必要である。このような窓およびその取り付けは放射性物質の漏出を最小にするように作られていなければならない。また使用していない時にはすべての β 線を完全に吸収するだけの十分な厚さの遮蔽でふたをしなければならない。窓を清掃するとき、または線源の漏出を試験するときには、窓を破損しないように注意しなければならない。

(66) すべての β 線源は、制動放射線を出し、また γ 線、消滅放射線および特性X線のようなほかの型の透過性放射線を出すかもしれないということを認識すべきである。このような放射線からの考えられる被曝を評価し、また必要な注意を払わなければならない。制動放射線の発生は β 線を低原子番号の物質で吸収させることによって最小にできるであろうが、それでもなお制動放射線は多すぎるかもしれない。このような場合には、制動放射線を減弱させるために高原子番号の遮蔽を外側に設ける必要があるだろう。したがって、通常は遮蔽全体を高原子番号物質で作るほうが、その遮蔽特性が制動放射線の発生の増加を

十二分に補うので有利である。

放射線の医学利用

一般的勧告

(67) 放射線の医学利用に関するこの節の勧告は、主として放射線源を操作または利用する人達の防護を意図したものである。しかし、装置に関する勧告の多くは、患者の防護のためのものでもあり、これらの項目には星印をつけた。患者の防護の問題は別項(150—194項)にもっと詳細に扱っており、そこには操作方法に関するここに述べる以外の勧告も含まれている。

(68)* 1台の制御盤から1個以上のX線管が操作できる場合には、X線管容器上またはその近くおよび制御盤上に、どのX線管がつながっているか示すようになっていなければならない。

(69)* 照射野を限定する照射筒やアプリケーターには、その照射野の大きさや、それに関連したデータをはっきり記さなければならない。

(70)* プリセット時間またはプリセットした照射線量になった時に、自動的に照射をとめる装置を設けなければならない(93, 104, 128項参照)。タイマーの正常な動作はとくに重要であるから、タイマーの誤動作をもたらすような、摩耗する部品や、接触不良をおこす部品には特に注意を払うべきである。

(71)* 患者は操作位置からみえなければならない。患者との連絡手段を設けるべきである。

(72)* 同一室内で2人以上の患者を同時に検査または治療することは、職員と患者に対し不必要でかつ容易に制御できない危険をもたらすおそれがあるので、行なうべきでない。こうしたやり方が必要な場合はいつも、関係者全員について十分な防護を確保しなければならない。

診断用施設

(73) 一般的勧告(20—72項)中の該当する条項はすべて適用しなければならない。

(74) 以下の項目は、主としてX線診断法に関連するものである。放射性物質の診断学的利用については、こうした利用による被曝はおもに内部被曝であるので、119項のみにあげてある。内部被曝については関連するICRP Publication(文献2, 5, 10)を参照されたい。

診断用X線施設

(75)* 診断用X線管はすべて、その容器中のその管球について製造業者が指定するどの定格においても、焦点から1mのところ測定した漏洩線の照射線量が1時間につき100mRをこえないように、管容器に納めなければならない(こうした測定をしなければならぬ面積については40項参照)。

(76)* 管電圧、管電流が可変である場合、制御盤にそれらを指示する手段(制御器またはメーター)を備えなければならない。

(77)* 絞り、照射筒またはコリメーターを用い、利用線錐を臨床上問題としている面積に制限しなければならない。またそれらは、X線管容器に取り付けたとき、漏洩線が75項の要求を満たすような構造のものでなければならない。利用線錐の断面を示す光錐位置指示器を用いるべきである。普通、“多段式”コリメーターを用いると患者に対する積分線量を減らし、散乱線を少なくすることができる。

(78)* 利用線錐の最小常設総透過率は、容器内のX線管の最大定格電圧によ

† 実際には透過板を追加の方が適切なことがしばしばある。動作管電圧と透過の適当な組み合わせについての提案が、“X線診断における患者の防護”に関する特別報告(文献15)になされている。

って決めなければならない。通常の診断業務——歯の撮影法も含む——にあつては、常設総透過は以下に述べる以上の値と等価でなければならない：

管電圧 70 kV 以下のとき ……………1.5 mm Al

管電圧 70 kV をこえ、100 kV 以下のとき ……2.0 mm Al

管電圧 100 kV をこえるとき……………2.5 mm Al

例外：50 kV 以下の管電圧での特殊な操作（たとえば乳房撮影法）においては、その最小常設総透過は少なくとも 0.5 mm Al に等価でなければならない（胸部直接透視の透過については 180 項を参照）。

(79)* 78項に明記したような利用線錐の常設総透過をX線管容器上に表示しなければならない。

(80)* 特殊な撮影法（たとえば乳房撮影法）には軟X線が必要である。そのような方法には専用の装置を使用すべきであつて、より高い管電圧用に作られた標準的X線装置を用いるべきでない。いかなる場合にも常設総透過は 0.5 mm Al 等価以下であつてはならない。専用装置が使用されない場合には、不適當な透過のもとに高い電圧でX線管が使われることのないように、なんらかの方法を講じなければならない（78項も参照）。

(81)* 透視や撮影にはいろいろの型のタイマーが必要である（93および104項参照）。タイマーの正常な動作は特に重要であるから、タイマーの誤動作をもたらすような、摩耗する部品や、接触不良をおこす部品には特に注意を払うべきである。

(82) 止むを得ない場合を除き、X線検査中はX線室にだれも残つてはならない。

(83) 放射線科で働く人達は、診断検査時に、患者の身体を支えるべきでない。患者の動きを制限する装置をできるだけ使い、カセットも照射中に手でもつてはならない。子供や他の人を検査中支えなければならぬときには、他の科の職員、両親あるいは付添人のいずれかにさせるべきである。他の科の職

員に患者を支えてもらう必要のある時には、適用される最大許容線量にしたがい、輪番制を採用すべきである。妊婦や18才未満の者には患者を支えさせてはならない。患者を支える人達は、防護用エプロンと、防護用手袋(98, 99項参照)を着用しなければならず、また防護衣を着用していても、実施しうるかぎり、身体の中の部分も確実に線錐の通路にはいらないようにすべきである。

(84)* 外科においてX線診断装置を使用する際の特別な問題点を注意する。これに関連して、108項をとくに注意すべきである。用いるX線装置と防護用具は、外科医またはその補助者の仕事に不必要に邪魔にならないものであるべきであるがしかし十分な防護が施されていないといけない。透視を要する外科的処置にはすべてX線蛍光増倍管を使うべきである。

(85)* 移動型装置(すなわち一定の場所で常例的に使用しない装置)は、固定施設まで患者を動かすことが実際的でない時にだけ用いるべきである。

透 視 法

(86)* 可変型コリメーターまたは絞りを利用線錐を限定するのに用いなければならない。

(87) X線管、絞り装置および蛍光板あるいはX線蛍光増倍管は、正常な作動条件では線源-蛍光板間距離にかかわらず、線錐が蛍光板からそとに出ないようにたがいに連動していなければならない。いわゆる“手持蛍光板”または“頭蛍光板”を用いてはならない。

(88) 蛍光板は次に述べる値以上の鉛当量をもつ防護ガラス板でおおわなければならない:

最高作動管電圧 70 kV 以下の装置1.5mm

最高作動管電圧 70 kV をこえ 100 kV 以下の装置2.0mm

100 kV をこえる場合、kV あたり 0.01mm を追加

利用線錐にさらされるX線蛍光増倍管および隣接する取り付け部品は通常の蛍光板設備に要求されるのと同じ防護を与えるものでなければならない。

(89) もし、透視検査と関連してスポット写真がとれる装置の場合には、こうした撮影ができる状態での最高管電圧に等しい最高作動管電圧について88項に記した鉛当量をもつ障壁で線錐をさえぎるべきである。

(90)* 直接透視法で得られるような状況のもとでは、蛍光板の鮮鋭度は像の識別の制限因子ではないから、高感度蛍光板を使うべきである(文献15)。新しい蛍光板にくらべてかなり感度が低下したと認められる古い蛍光板は交換すべきである。防護用ガラスは、着色により透明度がいちじるしく減った場合には交換すべきである。

(91)* 焦点と患者間の最小距離の勧告値は92項に与えられている。装置の設計にあたっては、距離がこれらの規定値以下にはできないようにしなければならない。移動型装置にはそのために照射筒、絞りまたはスパーサー・フレームを備えなければならない。

(92)* 移動型装置による撮影法と透視法の場合、焦点-皮膚間距離は30 cm以下であってはならない。据付型装置による場合は(胸部を除く)、焦点-皮膚間距離は30 cm以下であってはならず、45 cm以下にすべきでない。胸部の透視法の場合には、焦点-皮膚間距離は60 cm以下にすべきではないし(なお180項参照)、胸部検査専用のもので、臨時に用いられるだけでないような装置では、45 cm以下であってはならない。胸部の間接撮影法および直接撮影法は少なくとも60 cmの焦点-皮膚間距離で実施しなければならない。

(93)* 70項に述べた装置には、透視実施者に聞きとれるような信号を送る手段をつけ加えなければならない。照射をとめる装置の最大設定値は10分をこえてはならない。また可聴信号の設定も、その時間内ならばどこにでも調節できなければならない。

(94)* 透視照射用スイッチは、“デッドマン”型、すなわちスイッチを押し

† 勧告値は最低値であって、より大きな距離が適切なことがしばしばある。たとえば胸部の撮影検査など。“X線診断における患者の防護”に関する特別報告(文献15)をも見よ。

ている間だけ回路が閉じているような構造のスイッチでなければならない。それは透視実施者の占める位置におかなければならず、また偶発的な操作が防げられるようにすべきである。

(95)* 管電圧と管電流を示す手段(制御器またはメーター)を設けなければならない。これらは、X線映画撮影中は操作者が、透視実施中はその実施者が電圧、電流値を監視できるような位置におくべきである。“自動輝度調節”(輝度を一定に保つために、透視実施者自身の手で調節するのではなく、電圧、電流のいずれかを自動的に変える)をもつX線蛍光増倍管を使っているときは、これらの値の監視がとくに重要である。

(96) 患者や、患者と線源間に介在する散乱物体からでる散乱線から透視実施者とその助手を防護するための十分な手段を、透視台とスタンドのすべてに講じなければならない。“ブッキー間隙”のようなすき間を覆うために、0.5 mm を下廻らない鉛当量の遮蔽を施さなければならない。触診が楽にできるように、ふちが重ね合わせになっている“エプロン”あるいは“垂れ布”で透視実施者を防護しなければならない。このエプロンは、その鉛当量が 0.5mm を下廻らず、その大きさは45cm×45cm以下でないものでなければならない。蛍光板ホルダーが垂直のときはその下端に、水平のときは操作者に一番近い側にそれを取り付けなければならない。ちょうつがいに取り付けた、あるいは引き戸式の別の遮蔽板を台の側面に取り付けるべきであり、その大きさは透視実施者の脚と足を防護するのに十分な大きさとすべきである。X線蛍光増倍管を使っている時も、通常の透視に要求されるのと同じ防護を施さなければならない。X線管が台より上にある時には、漏洩線に特に気をつけなければならない。

(97)* X線蛍光増倍管を使わない限り、移動型装置による透視を行なってはならない。この装置は、X線蛍光増倍管で線錐を完全に遮る構造となっていないなければならない。

(98) すべての型の透視のあいだ、職員は可能なかぎりいつも防護スクリーンあるいは遮蔽体の背後にいななければならない。もしそれができない時には、少なくとも鉛当量 0.25mm の防護用エプロンを着用しなければならない。

(99) どんな透視検査の場合でも、手を線錐中あるいはその近くに置く可能性のある時には、0.25mm を下廻らない鉛当量の防護手袋を着用しなければならない。その手袋は、手の甲、掌、指、手首を全部おおえるものでなければならない。たとえ防護手袋を着用していても、患者により減弱されていない限り、手を線錐中においてはならない。

(100)* 直接透視の時の患者の入射表面で測った照射線量率は、実施しうるかぎり低くし、5R/分 をこえないようにすべきである。

(101)* 直接透視検査を始める前に、目を十分に暗順応させておかななければならない。できるだけ低線量率で仕事ができるようにするには、順応時間は最低10分以上とるべきである。検査を中断しなくてはならない時には、暗順応が失なわれないために、着色光か、室内の照明をうす暗くするような手段を講じておかななければならない。こうした中断中の照明は、10ルクスをこえないようにすべきで、むしろ1ルクス以下とすべきである。これに代わる方法としては、中断中、赤色眼鏡を着用すべきである。X線蛍光増倍管を使用するときには、暗順応は普通不必要である。しかしながら過度の室内照明は避けるべきである。

X線撮影法

(102)* 照射野をきめるための機構は調節可能で、長方形の照射野も得られるものであるべきである。臨床的に問題としている大きさの面積まで照射野が正しく制限されることをフィルム上に示して見るべきである。フィルムと線錐の軸の合っていることが確かめられる手段を備えなければならない。また、線錐の周辺部がフィルム上に現われるようにすべきである。

(103)* 線源-患者間の最小距離の勧告値は92項に、また歯のX線撮影法に

対する値は113項にあげてある。装置は、実際の距離がこれらの値以下にならぬように操作されなければならない。移動型装置の場合には、照射筒、絞りまたはスパーサーフレームがこれを確保できるように配置されていなければならない。据付型装置には、実施しうるならば、距離の調節が容易にできるような補助用具を設けるべきである。

(104)* プリセット時間またはプリセット照射線量により照射を終了できる用具を備えなければならない。繰り返し型のタイマーを使う時には、繰り返し照射が要求されるような特殊技法の場合を除き、タイマーをリセットするため照射用スイッチを一度開放しなければ繰り返し照射ができないものでなければならない。

(105)* 制御盤には、管電圧、管電流、照射時間（またタイミングが自動であるかどうか）を表示する手段（制御器またはメーター）を設けなければならない。ミリアンペアと時間の積を表示するメーター（mAs計）を電流計および／または照射時間計の代わりに用いてもよい。

(106) 患者を照射している時に、操作者を十分に防護しなければならない。これは、X線室内に操作者のための遮蔽を設けるか、制御盤と操作者をX線室外におくことによって達せられよう。

(107) 照射台またはスタンドから照射を制御する必要がある特殊技術の場合を除き、X線の照射は制御盤だけから制御しなければならない。こうした特殊技法の場合には、職員は防護用エプロンおよび手袋を着用する必要がある（98, 99項参照）。

(108) 移動型X線装置による撮影をしている時のX線管および患者から操作者までの最小距離は2mでなければならない。稼動負荷が高いときは、操作者は十分な遮蔽板のかげにいる必要がある。操作者は、X線錐が十分に減弱するまでは、線錐にさらされる人は患者だけであることを確認しなければならない。

間接撮影法

(109) 間接撮影については、87、90—92、102 および 104—107 項をできる場合にはいつでも適用しなければならない。

(110)* 患者に対する線量を減らすことができるような、高感度光学系を用いなければならない。

(111) 集団検診用の間接撮影装置は、その検診業務にたずさわる職員が常例的な使用のあいだなら防護衣をつけなくても十分に防護されるように配置され、遮蔽されていないなければならない。

歯科撮影法

(112)* 歯のX線検査の場合、利用線錐中の総透過率は78項に規定された値以下であってはならない。歯科用装置による透視検査は、患者に不必要なほど高い照射線量を与えるので行なってはならない。

(113)* 通常の歯科撮影（歯牙口内撮影法）には、照射野を限定するスペーサーコーンを用い、それにより、60 kV をこえる管電圧で操作する装置の場合、焦点-皮膚間距離の最小値が20 cm 以下にならないよう、また60 kV 以下の場合10 cm 以下にならないようになっていなければならない。ポインターコーンと呼ばれるものよりも、77項に合致した開放端式円筒または発散型照射筒を用いるべきである。照射筒の端における照射野直径は6 cm 以上とすべきでなく、7.5 cm 以上になってはならない。

(114)* 歯の特殊な撮影に使われるX線装置、たとえばパノラマ装置といわれるもの、“フラッシュ”（蓄電器放電式）装置、頭蓋計測用（プロフィール）装置などは、医用X線撮影の項の該当する勧告に従わなければならない。

(115)* 通常の歯の撮影には、照射用タイマーの最大範囲が5秒をこえないようにすべきである。そのタイマーは、高感度フィルムで要求されるような短時間照射が再現性よくできるものでなければならない。その照射用スイッチは連続的に押し続けている間だけ回路を閉じる接点をもっているものでなければならない。

ない。それはまた、照射用スイッチを一度開放にしないと繰り返し照射ができないものでなければならない。そのタイマー（X線照射）のスイッチは偶発的な照射が起こらないように配置しなければならない。

(116) 歯科用の施設は、操作者が、線錐外で、管球および患者から少なくとも2 mはなれたところにいられるよう配置しなければならない。週に30mA-分以上の稼動負荷の場合には、十分な遮蔽板を使う必要がある。

(117) 可能なかぎりいつもフィルムはその位置に固定するかまたは患者に支えさせなければならない。フィルムは、決して歯科医やその補助者が支えてはならない。

(118) X線管容器を照射中に手に持ってはならない。

放射性物質の診断利用

(119) 診断を目的とした放射性物質の利用の大部分では、低い放射能が扱われており、いちじるしい体外被曝をもたらすことはない。しかしながら、原液からの小分け、放射性ガスの注入およびスキャンニングに放射性物質を使用する場合、特に短寿命核種を使うときのような、あるいくつかの作業の場合は別である。いちじるしい体外照射が起こりそうだと考えられる時には、適当な防護手段を講じておかなければならない。病院における放射性物質の取り扱いに関する勧告はICRP Publication 5（文献5）にのせてある。

治療用施設

(120) 一般的勧告（20—72項）中の該当する条項をすべて適用しなければならない。

ビーム治療

(121) 50 kV までの表在治療（130項参照）を除き、どんな型の治療の場合

(30)

でも、その間照射室には患者以外なにびともいてはならない。

(122)* すべてのビーム治療装置は、初めて治療に使用する前、ならびにその後も定期的に資格のある専門家によって校正されなければならない。最初の校正には、出力の測定、線質および線錐の一様性の評価、および照射線量を決めるすべての因子の不変性と再現性のテストを含まなければならない。繰り返し行なう校正の範囲と頻度に関する最低必要条件は監督官庁によって決められるべきである。

(123)* ドアインターロックの必要性は34項に扱ったが、しかし、ある1人の患者の治療を中断することは好ましくないということを心にとめておくべきである。したがって、適当な別の手段により、治療室への不注意な立ち入りによって治療が中断されるのを防止しなければならない。

一般X線治療

(124)* 通常のX線治療に使われるどんなX線管でも、焦点から1mのところまで測った漏洩線の照射線量率が、その管球のすべての定格において1R/時をこえないよう、また患者が近づきうるどの場所においても、X線管容器または付属装置の表面から5cmの距離において30R/時をこえることのないような容器に収納しなければならない(こうした測定を行なわなければならない面積については40項参照)。

(125)* 管電圧および管電流が可変な場合、制御盤にそれらを指示し(制御器またはメーター)、また使用中の戸過板がすぐ区別できるような手段を講じなければならない。実施しうるかぎりいつも管電圧、管電流および戸過板のあらかじめ決められた組み合わせを用意できるような装置を使用すべきである。

(126)* 常設の絞りまたは照射筒は、X線管容器と組み合わせたとき、124項に述べたような漏洩線に対する照射線量の要求を満足するよう作られていなければならない。付加的な照射筒や可変絞りは、実施しうるかぎり患者の積分線量を減らすように作られているべきである。それらはまた、利用線錐の2%

以上を透過すべきでなく、5%以上透過してはならない。照射筒を使わない場合には、絞りはライトビームを備えなければならない。

(127)* X線の出力を治療がこなわれないように所定の値まで十分急速に上げていくことができない場合、制御盤から電氣的に操作でき、しかも124項にあげた漏洩線の照射線量に対する要求を満たすようなシャッターをX線管容器に取り付けなければならない。シャッターの位置は制御盤に確実な機構で表示され、X線またはシャッターの操作は管容器の向きに関係なくできるものでなければならない。このようなシャッター系は頻繁にかつ定期的に正しく作動することをチェックしなければならない。こうしたシャッター機構を使っている時には、自動タイマー(70項参照)はシャッターが開くまで作動開始しないようになっていなければならない。

(128)* 所定の線量を与えられることを確実にするために、あらかじめ設定された時間が経過した時に、X線管への電圧を切って照射をとめるような自動タイマーを装置に設けなければならない。出力の不変性を連続的にチェックするために、利用線錐内に透過型モニター電離箱を設置しなければならない。所定の線量より多かたり、あるいは逆に少ない線量を与えることにより、もしかすると重大な結果が生じるかもしれないので、プリセットした値に達したら照射を停止できるようにモニター電離箱を積算計としても使うようにすべきである。この電離箱は、使用する汙過板の患者側に置かなければならない。タイマーおよび積算計は、治療中の装置の作動にどんな故障や中断が起こった時にも、それまでの経過時間や積算線量をそのまま保持するものでなければならない。

表在X線治療

(129)* 表在治療用に設計されたX線管容器は、5-50 kV の範囲で作動するように作られたX線管に対するものを除き、124項にあげた要求に従わなければならない。また上記のX線管はすべての定格において、漏洩線の照射線量率

がX線管容器または付属装置から 5 cm のところで 100 mR/時 をこえないような特別な容器に収納しなければならない。

(130) 50 kV までの管電圧で治療する場合、131項に従い、かつX線管容器がその項で述べるような特別の型のものならば、部屋の中に操作者およびその他の必要な人が残っていてもよい。

(131) X線管容器が129項の特別の要求を満たし、かつ患者からの散乱線による被曝から管球を支持する人を防護する遮蔽がそれについているならば、管球を手で支えてもよい。手で管球を支えるということは、臨牀的に必要なときだけに限らなければならない。管球を支持する人は 0.25mm を下廻らない鉛当量をもつ防護手袋および防護衣またはエプロンを着用しなければならない。

(132)* 表在治療に使われる低電圧管球の窓の近くの照射線量率は、固有透過が少なく焦点-窓間距離が短いため非常に高く、線錐にたとえ短時間さらされても重大な障害をひき起こすおそれがある。それゆえ、不慮の照射を避けるために、特別の注意が必要である。手で支持することのある管球は、それが作動中であることを表示するために、可聴信号または警告灯を容器上に目立つように取り付けなければならない。管球を使用していないときには、実施しうるならば、少なくとも鉛当量 0.5mm をもつキャップを管球の窓に取り付けなければならない。

(133)* 表在治療用X線装置は、管電圧と透過の組み合わせのうち、意図しない組み合わせが作られないように設計されたものでなければならない。125項の規定を適用すべきである。

“メガボルト” X線および粒子線治療

(134) 125 および 128 項の該当する規定を適用しなければならない。

(135)* 通常メガボルト装置の容器は、線源から 1 m のところで測った漏洩線の線量率がその点での利用線錐の線量率の 0.1% をこえないように設計されたものでなければならない。新しい技術または装置を利用する時、たとえば

中性子線治療の場合、この要求は実施できないかもしれない。そうした場合には、患者の防護について特別の考慮を払わなければならない。

(136)* 常設の絞りまたは照射筒は、X線管容器と組み合わせたとき、135項にあげた漏洩線に対する要求を満足するように作られていなければならない。付加的な照射筒または可変絞りは、実施しうるかぎり患者の積分線量を減らすように作られているべきである。それらは、利用線錐の2%以上を透過してはならない。照射筒を使わない場合には、絞りはライトビームを備えなければならない。

(137)* X線あるいは電子線のいずれかを発生できる装置の設計には、X線が必要な時に、不注意に電子線が発生することのないように特別の考慮を払わなければならない。

(138)* 1mの距離における空気中での線量率が100rad/分をこえる能力のある装置には、128項の要求に加えて、完全に独立な積算線量計システムを使用しなければならない。また、この第二のシステムはあらかじめ設定された線量が与えられたときに、照射を終了することができる性能のものでなければならない。

密封線源によるビーム治療

(139)* ビーム治療に使用するすべての密封線源も、線錐制御機構が“OFF”の位置にある時、線源から1mのところまで測った漏洩線の照射線量率が2mR/時をこえることのないような収納容器に納めなければならない。利用線錐の照射線量率が線源から1mのところまで100R/時以下でない限り、容器の表面から5cmの簡単に近づける場所での漏洩線の照射線量率は20mR/時をこえてはならない。100R/時以下のときは、漏洩線の照射線量率は40mR/時をこえてはならない(これらの測定を行なう面積については40項参照)。

(140)* 線錐制御機構が“ON”の位置にある時、線源から1mのところまで測った漏洩線の照射線量率は、1R/時、または線源から1mにおける利用線錐

の照射線量率の0.1%のいずれかをこえてはならない。利用線錐の照射線量率が線源から1mのところでは100R/時以下のときには、漏洩線の照射線量率は利用線錐の照射線量率の1%をこえてはならない。

(141)* 常設の絞りまたは照射筒は、線源容器と同程度の防護能力を持たなければならない。付加的な照射筒または可変絞りは、実施しうるかぎり患者の積分線量を減らすように作られていなければならない。どんな場合でも、それらは利用線錐の2%以上を透過してはならない。照射筒を使わない場合、絞りはライトビームを備えなければならない。

(142)* 利用線錐の照射線量率が線源から1mのところでは100R/時をこえる場合には、その線錐の制御機構は、照射終了時または電源関係の故障や中断があったときは、自動的に“OFF”の位置にもどるものでなければならない。制御盤からその機構を操作するまでは、この“OFF”の位置は保持されなければならない。さらに照射装置は、自動もどり機構がこわれた場合でも、他の方法、たとえば手動により照射を中断して患者を防護し、また計画特別被曝の線量限度をこえることなしに、装置ヘッドの線源抜き取りまたは修理ができるような構造のものでなければならない(文献9の66および67項参照)。

コリメートされていない密封線源による治療

(143) 線源およびアプリーケーターの準備のためには、独立した室、あるいは指定された場所を設けなければならない。このような準備のあいだ、この作業に従事する人々だけがその区域にいることを許され、また飲食、喫煙、化粧は禁止しなければならない。

(144)* 54項の要求事項に加えて、外見は同じだが放射能または核種の異なる針およびカプセルを、着色したビーズまたは糸により、治療中識別が容易にできるようにすべきである。

(145) アプリーケーターおよび線源の準備、消毒、分解および洗浄には、不完

全な遮蔽のもとでの取り扱いが含まれる。したがって、身体の被曝を実施する限り最小にするため、適当な道具をつかわなければならない。こうした道具は、距離と時間の間の関係が最適になるように作られなければならない。高度に熟練するまでは、はっきりそれとわかるような模擬カプセルを使わなければならない。密封線源は決して指でつまみあげてはならない。

(146)* 密封放射線源を身につけた患者は、歩けるものも、寝たきりのものも、しかるべく訓練された職員のいる病室または病棟に隔離すべきである。ベッドおよび病室または病棟は、それらがこうした患者で占有されている時には、適当な方法でそれとわかるようにしなければならない。

(147)* 治療期間中は、患者の体内や体表上の取り外し可能な密封線源の数および位置を点検しなければならない。密封線源を用いて治療を受けている患者の手当用品は、それらに線源が含まれていないことを確認するまでは処分してはならない。患者から線源を取り除いたあとで線源全部の明細を調べ、さらに患者とその手当用品を念のためモニターしなければならない。

(148)* 半減期5日以上放射性物質を含む、取り外し可能な密封線源を体内または体表面につけている患者には、病院からの外出を許可すべきでない。半減期が5日以下の密封線源を用いて治療中の患者に適用しうる条件については、ICRP Publication 5 (文献5)を参照されたい。

非密封線源による治療

(149) 非密封線源からの被曝に対する防護と患者の退院に関する勧告は、ICRP Publication 5 (文献5)にあげてある。

患者の防護

緒 論

(150) この節は、ICRP Publication 9 (文献9)の32項に定義されているのと同じ意味での医療被曝に関するものである。以下の勧告のために、また電

離放射線に対する診断上または治療上のあらゆる被曝を包含するために、“医療被曝”という用語は、したがって、放射線科医、産科医をはじめ、開業医、一般医、歯科医、整骨師、脊椎指圧治療師などによって治療を施された患者のあらゆる被曝にまで適用を広げる。

(151) 放射線の医学利用に関する章の前節中の勧告の多くは、患者に対する放射線量の低減をも意図している。これらの項には星印がつけてある。以下の諸項は、主として、装置には直接的にあまり関係のない防護の面を取り扱ったものである。診断または治療の最良の方法についてはなんら指針を与えていないが、操作の手順の種々の面に関する諸勧告をあげている。放射線を患者に使用している人々が、技法のうえで、技術的、臨床的進歩におくれずについていくということは大切なことである。

(152) ICRP によって勧告されている線量限度（文献9）は、医療処置の途上で患者が受ける被曝および自然放射線からの被曝以外の放射線被曝に関するものである。有害効果の頻度は受けた線量に比例するという仮定をおくと、線量の各増加分は、こうした効果の危険性の増加分に対応することになろう。職業的被曝および医療被曝の全線量に対する寄与は、これらの型の被曝の重要性にかんがみ、適切な制限を別に考えることができ、また、そうすべきである。特定の放射線医学的処置は、それに伴う危険性が、個人または集団に生ずると期待される医療上の利益によって埋め合わせがつかない限り、正当化されないであろう。したがって、あらかじめ決められ、また一般的に適用しうる何らかの線量限度をあたえることは適切ではない。また、何を容認できる線量であると考えべきかという理想的な判断は、線量の低減をはかりうる代わりの技術を考慮することも含めて、それぞれの場合における既知の事情にもとづいたものでなければならないであろう。

(153) 有害な効果の起こる確率が、放射線量に比例すると仮定できないとき——たとえば、急性放射線障害をおこすような高線量の場合——ある医療被曝

による危険性は、単にその結果として得られた線量によって決まるだけでなく、線源に関係なくかつて受けた高被曝によってもまた影響される。そうした場合、関連する器官や組織の全放射線量と、それを受けていた時間を考慮しなければならない。

(154) 放射線の低い線量におけるあるいくつかの有害効果の危険性については、ICRP Publication 8 (文献8) に評価してあるが、それは、非常に低線量の場合でも、単位線量当たりには被曝集団に期待される例数は、かなり定量的観察が可能な相当の高線量において観察されるものと同じである、という仮定に立っている。その報告書に発表された値は、したがって、危険性の上限を表わすものと考えられた。

(155) 照射によってもたらされる危険性に対し、照射の期待される必要性または利益をくらべ考えることは理論的には可能であるはずであるが、実際には放射線治療における高線量の場合を除き、これは個々の患者に対しては不可能なことである。しかしながら、X線診断検査の大部分のものについて、放射線量およびそれに関連する危険性のもっとも悲観的な推定を行なったとしても、正しく考慮され実施された検査ではその値は非常に低いので、利益と危険に関する詳細な考慮は個々の例についてなら必要でない。

(156) 患者の医療上の利益が被曝による危険を上まわっていると信じられるという理由で、ある診断行為がそれ自身一般に正当だと考えられているとすれば、個々の例における残された判断は、患者個人にとって適切なX線検査の選択、検査の実施および結果の解釈に関係するものであろう。もしこれら三つの処置のどれか一つでも、無知や怠慢または財源不足によりそこなわれるならば、それでも、放射線被曝は診断情報という観点から正当化されるかもしれない。しかしそのときは、診断上の利得は、放射線量とそれに対応した危険に関して不必要に高価な代価で得られたことになる。

(157) 患者に対するある放射線量が妥当かどうかの決定は、ときには担当

医、ときには放射線科医の責任である。しかし、どちらの場合でも、決定は、その検査の適応、検査から期待される利得および結果が患者の診断およびその後の医療処置に対し影響を与える仕方の正しい評価にもとづくことが絶対必要である。この評価はまた、電離放射線の物理的性質および生物学的効果についての十分な知識を背景にして行なわれることが同様に大切である。

(158) なにびとも、十分な技術上の能力なしに医療用放射線装置を操作してはならず、また、電離放射線の物理的性質および有害効果についての十分な知識なしに、放射線による医療を施してはならない。

(159) 医学生に対するカリキュラムには、少なくとも、放射線防護の基本的な問題の理解に必要な基礎を、特に良好な臨床的判断を下す訓練に必要な要綱に関連して含めるべきである。内科医の多くは患者の照射を含むある決定を行なう場合に遭遇することが多いように思われるので、防護も含めた放射線の基礎のもっと幅広い訓練は、全医学生にとって有益なものとなろう。

(160) ICRP の特別報告(文献15)には、放射線診断学の臨床、管理および技術面での健全なる判断力の訓練に必要な、教育と経験の要綱が扱われている。この報告書は、医学生のための課程の教材に、また適切と考えられるときは、大学院課程の教材にも含められるべきである。

(161) 広い意味での防護の手段には、良い操作のやり方と診断情報の正しい解釈はもちろん、良い臨床的判断と、放射線源と防護用具の適当な設計も含まれる。

(162) 良い臨床的判断とは、照射を決める際、判断しうる限り患者を不必要に照射しないということを意味している。それゆえ、それまでの放射線医学的データを含む関連する臨床上のすべての情報を調べ、また、放射線による検査あるいは治療を要請または開始する前に、それに代わる技法を考慮することが大切である。しかしながら、大多数の診断例では放射線の危険は極めて低いから、その危険のゆえに必要な検査や治療まで差し控えたりしないという

ことも同様に大切なことである。

(163) 放射線医学検査または治療の技法を一度選んだら、希望する診断情報または治療効果を確保しながら、患者の被曝が最小になるようにそれを適用しなければならない。

(164) 患者の防護に関する勧告の解釈が、理解の不足のために、時として、不当なまでの警告をもたらし、そのために患者が必要な医療を求めることをちゅうちょすることがある。放射線の危険の大きさと、種々の診断治療のための照射からもたらされる一般的利益の大きさおよび照射の必要性に対する正しい考え方を公衆に与えるため、あらゆる努力をすべきである。

(165) 患者の防護に関する以下の諸勧告は、操作の手順に関するものである。これまでの諸項中の一般的記述の多くは、そのまま体内放射体としての放射性物質の利用にも適用しうるが、以下の勧告は、種々の型の体外被曝に限られる。この勧告は、主として、X線診断の手法に関係したものである。

操作手順に関する勧告

概 要

(166) 患者に対する放射線量、特に積分線量や、生殖腺および赤色骨髄に対する線量を、適切な診断情報を得たり希望する治療効果を生じるのに必要なもの以上にしないことが、放射線防護の基本的要求である。一般的には、これを保証する最も有効な方法は照射野を制限することである。

(167) 患者の線量は、線質(kV, 透過)、記録系の感度、ビーム方向、線源-皮膚間距離のような量およびパラメーターによって影響される。放射線診断におけるこれらの影響の評価は、患者の防護に関する ICRP 報告(文献15)にあげてある。

(168) 患者の生殖腺が利用線錐中あるいはその近傍にくる場合、または胎児が被曝することになりそうな場合には、特別の注意を払うべきである。もし、

患者の生殖腺がどうしても線錐の範囲内にはいるが実際には照射する必要がないのならば、生殖腺を遮蔽すべきである。

(169) 無用の低エネルギー放射線が患者にあたり、不必要に線量が増加するのを防ぐ亙過板には、特に注意しなければならない。こうした放射線は、患者にとって有害なだけでなく、X線診断における像の質をも落とすおそれがあるということを認識すべきである。また、それによって深部治療時に照射できる全腫瘍線量が通常制限されることにもなる。診断装置のための亙過に関する特別な勧告は、78項にあげてある。

(170) 個々の場合について、関連した医学データを十分考慮せず、また検査あるいは治療の必要もないのに、行政上の決定、たとえば法的目的などのために、人の医療被曝がおこってはならない。

(171) 検査または治療を待っている患者の防護に関しては、特別の注意を払わなくてはならない。十分な防護を施した待合室を設けなければならない。また診断処理や治療照射の一部ではないどんな被曝も、医療以外の被曝に適用される制限を受けなければならない。

X 線 診 断

(172) あらゆるX線診断業務は、動作管電圧、亙過、焦点-皮膚間距離、照射野の制限および録画方法の最適の組み合わせで遂行しなければならない(167項も参照)。これらの因子の選択に関する指針は、患者の防護に関する特別報告(文献15)にあげてある。亙過と焦点-皮膚間距離に関する最低基準が78および92項にそれぞれあげてある。

(173) 問題となっている部分の寸法に関連して最小の照射野を決めることがまず第一に重要なことである。照射野は用いるフィルムまたは増感紙の大きさより小さくてもよいが、歯牙口内撮影を除き、どんな場合にも決してそれらより大きくてはならない。上の例外は別として、問題としている面積に照射野が正しく制限されていることをフィルム上に示せるようにすべきである。

(174) ICRP は長年にわたり胚と胎児の電離放射線に対する感受性について注意を喚起してきた。生殖能力のある婦人の下腹部と骨盤を含むような検査を決めるさいには、担当医はその婦人が妊娠している可能性を考慮に入れなければならない。主委員会は、こうした婦人の妊娠の可能性の最も少ない時期は、月経開始後の10日間であることを指摘してきた。したがって、生殖能力のある婦人の下腹部と骨盤の放射線医学的検査のうちで、患者の当面の病気に関連して重要でないものはすべて、妊娠している可能性のないこの時期に限ることを勧告する。次の月経開始まで遅らせることが適当な検査とは、妊娠が終了するまで、または少なくとも妊娠の後半期まで悪影響なく延ばしうるような少数のものである。

(175) 骨盤計測は時には大きな価値があるが、本当に価値がありそうなまれな場合にのみ行なわれるべきであって、常例的には決して行なうべきでない。

透視法

(176) 一般に透視は、撮影では必要な情報を得ることが期待できない、たとえば、動態検査や時間的要素が重要であるときにのみ用いるべきである。患者の線量を低減し検査の情報内容を増すために、X線蛍光増倍管を使うべきである。

(177) 患者の入射面で測った直接透視の照射線量率は、実施しうるかぎり低くしなければならず、5 R/分 をこえるべきでない。

(178) 放射線出力をみるために、利用線錐中に透過型モニター電離箱を用いても良い。こうした電離箱は、照射野と照射線量またはエネルギーフルエンスとの積を測るように計らうべきである。これは、透視の場合、操作者を、X線錐の大きさと透視時間の両方を最小に制限するよう訓練するのに、特に価値がある。

(179) 直接透視検査をはじめる前に、目を十分暗順応させなければならない。できるかぎり低い線量率で仕事ができるために、順応時間は少なくとも10

分とすべきである (101項参照)。

(180) 胸部検査で直接透視が避けられない場合には、80—100 kV の管電圧、
透過は少なくとも 4 mm Al 等価、2 mA をこえない管電流、また、焦点 - 皮膚
間距離は 60 cm 以下でないようにして実施しなければならない。

撮 影 法

(181) スクリーンタイプフィルムはノンスクリーンタイプフィルムより直接
X線に対し感度が低いので、ノンスクリーン技法には使うべきでない。

(182) 高鮮鋭度が不可欠でない場合には、患者の線量を減らすためにハイス
ピードのフィルム増感紙の組み合わせを用いなければならない。

(183) 撮影のやり直しをなくすために、特に注意を払わなければならない。
たとえば、照射の前に操作条件を点検し、かつ患者が正しく位置し、動かない
ようになっているか注意を払わなければならない。

(184) X線技師および放射線技師* は、現像処理後そのフィルムをみるべき
である。それにより、最小の患者線量で最適の診断価値のあるフィルムを作り
上げるための調節技術を会得できるからである。

(185) 長い一連のフィルムのとりなおしを避けることは、特に重要である。
正しい撮影のためのセッティングがなされているかどうかを確かめるために、
一連のフィルムをとる前に、1 枚予備フィルムを露出し、現像してみるべきで
ある。

(186) フィルムのかぶりを避けるために注意を払うべきである。かぶりは、
不完全な暗室の安全灯、X線室での散乱線あるいは高圧発生器箱内の整流管の
ような思いがけぬ線源から出る X線によって引き起こされるであろう。不可避
なかぶりが自然放射線バックグラウンドによっておこるが、しかし、特に放射
性の建築材料をさげ、フィルムの保存期間を制限することによって減らせるで
あろう。

* (訳注) 日本の現状にあわせた訳。原語は technicians and radiographers.

(187) 良い現像技術は、患者の防護のためにも不可欠である。フィルムをオーバーに露出し、ついでアンダーに現像するというやり方は使わないようにすることが大切である。正常な現像は、約 1 mR の曝射をした時、中スピード増感紙と組み合わせた中スピードフィルムを診断目的のために許容できる濃さ(平均濃度約1.0)にするようなものであるべきである。

(188) 正しい現像剤および定着剤を、使用フィルムのタイプと現像温度に合わせて選ぶべきである。フィルム濃度を現像中に点検、常例的に調節するということには強く反対する。濃度は、一貫した技法のもとに、時間と温度によって調節すべきである。現像液は必要に応じて補充し、定期的に交換しなればならず、現像中、適度の攪拌を行なわなければならない。定着液槽の内容は厳しく制限すべきである。水洗を流水で行なうときには、なるべくならば現像処理液とはほぼ同じ温度とすべきである。乾燥は特製のキャビネット内で行なうべきである。

(189) 正しい使用が確実にでき、かつ、所要経費に見合うだけの十分な処理量のフィルムがあるところでは、187 および 188 項の勧告の大部分に合わせる事が容易になるので、自動現像装置を使用すべきである。

(190) 暗室は十分遮光されていなければならない。昼間光から20分間の暗順応のあとで、外部からのどんな明りも見えないようにすべきである。安全フィルター、電球のワット数および取付器具も含め、正しい安全灯を使うことが不可欠である。

(191) 集団検診は、期待される利得、放射線の危険、さらに陽性例の十分な追跡の有用性が評価されない限り、始めるべきでない。透視法をこのような検診に使用してはならない。

歯科撮影法

(192) 歯の撮影用に設計された標準のX線装置を他の撮影用に使用してはならない(38項参照)。もし、歯のパノラマ撮影あるいは他の特殊な撮影が必要

ならば、それに必要な特殊装置を用いなければならない(114項参照)。

放射線治療

(193) 166—171項に加えて、前の諸節中の次の項が放射線治療中の患者の防護に特に関連している：122—129項，132，133，135—142項，144および146—148項。

医学的研究

(194) 新しい手法を含む医学的研究の特殊な場合には、この章中の勧告は、拘束が不当に強過ぎるかもしれない。しかしながら、こうした手法のそれぞれの吟味を、資格のある専門家達の適切な、かつ、指名されたグループによって行なわなければならない。ヘルシンキ宣言(文献19)のような、医学的研究に関するもっと一般的な声明を参照されたい。患者の病気には全く関係のない、実験のための被曝に関する指針が278項にあげてある。

放射線の獣医学利用

一般的要求

(195) 本報告のこの節は、獣医学上の目的のための電離放射線の診断および治療への利用を取り扱う。これらの利用の大部分は体外放射線のみであるが、完全を期するために、密封および非密封の放射性物質の利用についても言及する。

(196) 一般に、放射線獣医学に使用される装置および手法は、放射線医学のそれと類似しており、そのため同様の防護手段が必要である。それゆえ本報告のこの節は、獣医学における作業で起こる特別の防護の問題について扱う勧告に限られる。また、このような作業に従事する人あるいは責任ある人は、一般

的勧告(20—66項)および対応する医学の場合について扱っている67—149項も参照されたい。

(197) 現在、獣医学上の目的に利用されているX線装置は旧式であり、作業条件は不満足なもので、また作業従事者は医学の場合よりも放射線作業についてよく訓練されていないことが多い。さらに、動物の保定の問題は、放射線医学の対応する面において生じるそれよりもずっと大きい。これらすべての理由から、放射線獣医学を、“受ける線量が最大許容年線量の $\frac{3}{10}$ をこえることが殆どないような状態”とみなしえないことがしばしばであり、したがってICRP Publication 9(文献9)の110—113項の勧告を適用すべきである。

X線診断

(198) 放射線検査の利用についてはっきりした臨床的適応がある場合のみ、放射線検査をすべきである。獣医学上の放射線利用においては、医学利用よりも“計画特別被曝”(ICRP Publication 9の66—67項)を行なう正当性はずっと少ないことに注意すべきである。

(199) 医療X線診断に適用するのと同じ理由により、一般には透視法よりも撮影法を用いるべきであり、透視法は、たとえば運動の検査のように撮影法では満足に行なえないような検査の場合に限られるべきである。

(200) 実施しうるかぎりいつも、獣医放射線技師の作業所における診断行為は、医学の場合の勧告を満足するような室内で行なわれるべきである。たとえば動物の大きさにより室内で実施できない場合、検査はその目的に応じて選ばれた特別の管理区域で行なわれるべきである。そこでは不必要な人は排除することができ、また隣接した建物にいる人および通行人も含めて、すべての人に対し、十分な防護がなされるような条件下で検査が行なえるような区域とする。作業所外で検査を行なう場合は、すべての人を十分に防護するように特別な注意が払われるべきである。

(201) 実施しうるかぎりいつも、撮影法にはテーブルを使用すべきである。撮影法の目的にテーブルが特別に設けられていない場合には、フィルムあるいはフィルムカセットを少なくとも厚さが 1 mm で X 線錐を十分に遮ぎる面積をもった鉛板上に置かなければならない。

(202) 角度をつけたあるいは水平の線錐を用いる撮影法が必要な場合はいつでも、フィルムあるいはフィルムカセットは機械的方法で支えなければならない。この種の作業、とくに大動物の撮影法には、長把手カセット支持台を用意すべきである (207項参照)。

(203) 放射線作業が行なわれている時は、止むをえない場合のほかなにびとも X 線室内に留まっていたはならない。X 線管容器を照射手で支えてはならない。いわゆる“手持蛍光板”あるいは“頭蛍光板”を使用してはならない。

(204) 検査中、動物を保定しなければならない人はすべて、普通の防護用衣服 (98および99項) に加えて、手あるいは前腕掛に適する鉛ゴムあるいは他の柔軟な防護材を使用すべきである。150 kV までの電圧で作動できる X 線装置を使用する場合は、その防護用掛布の鉛当量は 0.25 mm 以下であってはならない。

(205) 他の保定法が行なえない場合を除いて、動物を手で保定してはならない。他の保定法としては機械的方法またはそれと保定の補助としての鎮静あるいは麻酔との併用があろう。

(206) 人手による保定が必要な時には、

(a) 必要最少限の人数により動物を保定しなければならない、各人は利用線錐の通路からできるだけ離れた位置にいななければならない。

(b) 動物を保定している人は防護手袋およびエプロンを着け、もし実施しうるならば掛布を用いなければならない。たとえ防護用衣服で蔽われていても、身体のいかなる部分も利用線錐の通路内にはいらないようにしなければならない。

(c) 実施しうる限り、職業上電離放射線の被曝を受けないような人、たとえば、18才未満あるいは妊婦でない持主が動物を保定すべきである。

(d) 動物の保定に職員が必要ならば、18才未満あるいは妊婦を除いた輪番制を採用すべきである。また作業中に受けた手および前腕の被曝線量を、監督官庁の要求にしたがって測定すべきである。

(207) 大動物、たとえば馬および牛の検査には、とくに困難な問題が生じる。それは、動物を麻酔することがほとんどできないからであり、それゆえ、適当な鎮静が行なえれば問題はかなり容易になるにもかかわらず、大抵は人による保定が必要となる。これに加えて、利用線錐を水平に向けることがしばしば必要となるが、このためフィルムあるいはフィルムカセットを支える必要があり、したがって助手その他の人が照射される危険が増加する。さらに、動物を保定する人々あるいはフィルムカセットを支える人々は、利用線錐を避けることよりむしろ自分の作業に注意を集中しがちである。最後に、下肢以外の部分の検査が必要な場合は、曝射の諸因子をかなり大きくする必要がある。過剰被曝が起こりうるので、検査責任者は、関係者全員が十分に防護されるように特に注意すべきである。

(208) 透視検査の場合は、関係者の被曝を大幅に減らすために、X線蛍光増倍方式を採用すべきである。検査中は、減光した室内照明を使うべきである(101項参照)。

(209) 透視装置は、86および87項に従った構造でなければならず、また利用線錐はいつでも次に掲げる値よりも少なくない鉛当量をもった障壁で遮られていなければならない：

最大作動電圧が 70 kV 以下の装置では 1.5mm；

最大作動電圧が 70 kV をこえ 100 kV 以下の装置では 2.0mm；

100 kV をこえるときは kV あたり 0.01mm を追加。

(210) 透視中の動物の取り扱い、できる限り短い時間に限るべきであり、

防護手袋を着けずに行なってはならない。取り扱い中到手および前腕に受けた被曝線量は、監督官庁の要求に従って測定すべきである。

X線および密封放射線源による放射線治療

(211) 放射線治療は、その手順についての訓練を受け経験を持った獣医師あるいは医師の厳重な監督下でのみ行なわなければならない。装置、手順および防護措置は、医学放射線治療と同様のものを用いなければならない。

(212) 密封線源を外部からあてがいあるいは内部に挿入して動物を治療する場合は、線源が壊れないように保護し、治療期間中、動物を作業所内に留め、すべての人々を十分に防護するようにとくに注意を払わなければならない。

非密封放射性物質の使用

(213) 非密封放射性物質は、十分に訓練され経験のある獣医師あるいは医師の厳重な監督下で使用しなければならない。資格のある物理学者の助言が得られるようにすべきであり、また補助者も適切な訓練を受けているべきである。

(214) 診断および治療への非密封放射性物質の利用に使われる作業所および装置は、放射性物質の安全取り扱い、閉じ込めおよび貯蔵を確実にするように、またもし必要ならば、できるだけ容易に除染できるように設計されなければならない。これらの目的を達成するため、ICRP Publication 5 (文献5) の該当する諸勧告を実行しなければならない。

(215) 放射性物質の安全な運搬および廃棄、放射性物質を投与した動物の管理および廃棄、排泄物その他の汚染物の廃棄および人が利用する食用生産物の管理には十分考慮を払わなければならない。これらすべての点で、国の監督官庁により決められた管理法規に適合することが必要であろう。

放射線の工業利用

一般的要求

(216) 放射線の工業利用に対しては、適切と考えられたときは、20—66項で与えられた一般的要求をも適用しなければならない。それに加えて、以下の項にこのような利用に関するもっと個々にわたる勧告を示す。

工業用ラジオグラフィ

(217) 管理区域の範囲を決める際(20:113項参照)、施設の建物より高いところで作業する人(たとえばクレーン運転手および修理工)の防護に考慮を払わなければならない。一例として、クレーンの操作範囲を放射線サーベイによって運転手が十分に防護されていることが示された範囲内に制限するインターロックを設ける。

(218) 実施しうるかぎりいつも、工業用ラジオグラフィは囲われた施設内で行なうべきである。

(219) 囲われた施設とは、放射線源および照射される対象すべてが恒久的な囲いの中におさまっているものであって、人が照射中その中にはいりまたその中に留まるのを防止し、またあらゆる作業状況のもとで、囲いの外側の認められた場所にいる人を十分防護できるような施設である。

(220) 開放施設とは、放射線源および照射される対象すべてが一つの区域内にあり、そこには権限をもった人だけがはいることができるがしかし照射中はその中に留まってはならず、またその外側では、あらゆる作業状況のもとですべての人を十分防護できるような施設である。

囲われた施設

(221) 囲われた施設の中には聴覚および／または視覚による警報器を備えなければならない。これらの警報器は照射が始まる前に作動されまた照射が完了するまで作動し続けなければならない。

(222) 照射中なにびとをも放射線室にはいることを防止する確実なロックまたはインターロックを備えなければならない。照射がインターロックによって中断された場合には、照射の再開は制御盤からのみ可能になっていなければならない。

(223) 誰かが事故のため照射室に閉じ込められた場合、遅滞なく囲いの外に出ることができるように、適切な退出手段を備えていなければならない。

(224) 実施しうる場合には、照射を防止し、または迅速に中断することができ、かつ外側からは再投入できない有効な手段を囲いの内側に備えなければならない。この手段は、可能ならば、放射線錐に当たる区域に置くべきではない。

開放施設

(225) 権限を持たない者が開放施設にはいることを防止する手段を備えなければならない。たとえば、柵またはロープからなる一時的障壁を用いてもよい。適当な警告標示および警告灯を明瞭に掲げなければならない。

(226) 距離による防護が実施できない場合には有効な遮蔽を備えなければならない。この目的には、容易に解体できまた再使用できる障壁材の使用が経済的に有利である。対象物の搬入搬出のために障壁の一部を動かす場合には、それを正しくもとに戻すのに特別の注意を払わなければならない。

(227) 作業者の防護には特別の注意を払わねばならず、距離による防護が実施できないときには、十分に遮蔽された操作ボックスまたは防護衝立を備えるべきである。

(228) 開放施設を使用する前に、十分な防護が行なわれていることが実証されなければならない。照射中はいつも知識のある者が付添っていないといけない。

(229) 開放施設において使用する装置は、使用していないときは、すなわち、恒久的または一時的保管および輸送中は“OFF”の状態でもロックしておかなければならない。使用中すなわち取り扱いおよび照射中は、その装置をずっと監視していなければならない。密封放射線源を無許可で移動しないことを確実にするため特別の注意を払うべきである。

X 線

(230) 231 項に述べる装置を除き、工業用に使われるどのX線源も容器の中にはいって、線源から1 mの距離で測った漏洩放射線による照射線量が、その容器中の線源の定められた定格において1時間あたり1 Rをこえないようにならなければならない。

(231) 230 項の要求の例外は“メガボルト”X線装置を遮蔽施設内で使用するとき許される。しかし、このような場合、漏洩放射線の線量率は、線源から1 mの距離で測ってその距離での利用線錐の線量率の0.1%をこえてはならない。

γ 線

(232) 工業用のγ線ラジオグラフィはいろいろな線源と広範囲に異なった条件下で行なわれる。次の勧告は、個々の場合の実際の技術的なやり方に関係なく、基本的な防護の必要条件を規定することを目的としている。

(233) 作業の種々の段階すなわち線源の長期貯蔵、近距離運搬と取り扱い、照射の合間の一時的貯蔵、および実際の照射に対して防護を行なう必要がある。54項に与えられた線源の確認に関する勧告は、工業用ラジオグラフィに特

にあてはまる。

長期貯蔵

(234) 線源は、近距離運搬および照射の合間の一時的貯蔵に使われるのと同じ容器中に、または遮蔽つき貯蔵庫あるいは地中の孔を含めて、その目的のための特別の容器中に、長期間貯蔵してよい。

(235) 長期貯蔵の場合、 γ 線ラジオグラフィ用の放射線源はすべての人の十分な防護を確保する十分な遮蔽を施さなければならない(60項参照)。いかなる状況においても貯蔵施設の外側での漏洩放射線による照射線量率は、線源から1mの距離で2mR/時をこえてはならず、また防護容器または長期貯蔵中そのまわりにおいたいかなる追加遮蔽の外側表面から5cmの容易に近づきうるどんな位置においても、漏洩放射線による照射線量率が20mR/時をこえてはならない(40項参照)。もし貯蔵施設が管理区域の外側に位置している場合には、これらの照射線量率を減らす必要がある。

(236) 工業用ラジオグラフィ用の長期貯蔵施設の一つの型は、ICRP Publication 3(文献3)で言及した工業用防護用線源容器である。このような容器は、“OFF”位置での線錐制御機構によって、漏洩放射線の照射線量率が235項に規定された値をこえないように作られていなければならない。

一時的貯蔵

(237) 近距離運搬中および照射の合間の一時的貯蔵中に、恒久的貯蔵に必要とするのと同程度の遮蔽を設けることは、ある種の利用の際には実施できない。このような作業のあいだは、線源は通常それから1mの距離での漏洩放射線による照射線量率が235項に与えられた値をこえないように遮蔽されるべきであるが、一方、防護用容器の表面から5cmの点での照射線量率は235項中の対応する値の10倍まで許されるべきである。すなわち200mR/時をこえるべきでない。

(238) 作業の事情が237項の要求に適合した容器に入れることを許さないと

きには、人の過剰被曝が起こらないよう保証する必要な予防策がとられなければならない。このような予防策には線源の近傍での作業時間の制限および／または作業手順の変更が含まれるであろう。この余分の安全措置の遂行は責任者によって監督されなければならない。監督官庁はこの特別の問題について報告を受けていなければならない。また 237 項の要求に合致しない防護のやり方は、当局によって認可されない限り許されるべきではない。

(239) 放射線源の近距離運搬または一時的貯蔵に使われる容器は次の条件を満たすべきである：

- (a) 使用目的（核種，最大許容放射能）の恒久的記載；
- (b) 恒久的貯蔵の要求を充足しないときは，警告の恒久的記載（235 項参照）。
- (c) その容器の現在の使用（核種，放射能）を記載した貼札の一時的貼布。

取り扱いおよび使用

(240) 照射中は、線源は一時的（または長期）貯蔵用防護用容器の中に入れたままでもよく、またはそれから取り出されてもよい。線源が容器の中にはいったままで、“OFF” および “ON” 位置で遮蔽条件の変化が起きる場合には、“ON” 位置において線源から 1 m の距離での漏洩放射線の照射線量率を、与えられた核種の規定された放射能について、容器の表面に記しておくべきである。

(241) 防護用容器の外での線源の取り扱いは、特に線源の安全と作業手順に関して十分訓練された者のみが行なわなければならない（53—66 項参照）。ラジオグラフィの撮影の手筈は、密封線源が照射位置に持ってこられる前に完了していなければならない。

工業用透視法

(242) 透視装置は、X線管およびX線に曝されるすべての対象物が、すべて

(54)

の人を十分に防護するための囲いの中に完全かつ恒久的に包まれているように設計されなければならない。囲いには、照射中その内部にはいるのを防止するインターロックを取り付けなければならない。インターロックによって照射が中断された場合、照射の再開は操作盤からのみ可能なようになっていなければならない。

(243) 遮蔽の必要条件を評価する場合、26項に留意すべきである。230項に規定した型のX線管容器は、たとえそれが漏洩制限のため十分な囲いを備えているとしても、透視施設においては付加的遮蔽を必要とすることに注目すべきである。十分な防護の必要条件は防護用X線管容器を全く欠く場合でさえも満たすことはできるが、“診断用”のX線管容器を備えれば、囲いの付加的遮蔽の量は減少しよう。

(244) 蛍光板は、反射鏡を使うかまたはテレビジョン技術で遠くから間接的に見るべきである。蛍光板を直接または反射鏡によって見るときには、観察者の暗順応および観察室の明るさに注意を払うべきである。新しいものよりずっと感度が低下したと認められる古い蛍光板は新しいものと交換すべきである。いわゆる“手持蛍光板”または“頭蛍光板”を使用してはならない。

(245) 透視作業にたずさわるすべての人、たとえば検査のための品物を移動ベルトまたは台に載せる人達の十分な防護が確保されるように注意を払わなければならない。

(246) 検査中の対象物を取り扱ひまたは印をつけることが必要なときには、まだ十分な防護が保たれている間に行なえるように準備しなければならない。

工業用計器および類似装置

(247) X線、 γ 線および β 線厚さ計、レベル計、帯電防止器および類似の装置は容器に入れ、遮蔽し、許可なく装置に接近するのを防止しまた常例的にその装置についている作業者が“管理”区域の外側にいるものとみなされるよう

に設置されるべきである。このことにより、個人モニタリングおよび特別の医学的検査は不必要にならう。

(248) 職務上放射線源に接近したまたはその取り扱いが必要になるかもしれない清掃および保守要員の指導には特別の注意を払うべきである。実施しうるかぎりいつでも、このような状況のもとでなにびとも該当する最大許容線量の $3/10$ 以上の線量を受け得ないように、装置は作られ、設置され、遮蔽されるべきである。

(249) 正常な作業のあいだに身体の一部が利用線錐中にはいるのを防止する手段を講じなければならない。

X 線 分 析 装 置

(250) この型の装置は、X線管の窓の近くの非常に高い照射線量率のため、極く短時間の照射で障害を起こしうるので、特に危険である。近年多数の事故があり、その結果、個人に重大な障害がおこっている。

(251) X線分析装置という用語は、ここではすべての型のX線回折および分光装置を含めて使われている。適切と考えられるときはいつでも、20—47項の勧告が実行されなければならない。

(252) 装置は定期的にモニターされなければならない。線量測定装置の大部分の型は低エネルギーX線に対し不十分な応答をもっており、一様な放射線場に露出しない限り誤解を招くような読みを与える。このような線量測定装置は、したがって、断面積の小さな漏洩を検出できないかもしれない。遮蔽の欠陥は蛍光板またはフィルムを用いて検出し、小さな開口部をもった適当な型の放射線検出器で測定するのが一番よい。

(253) 十分な定期の医学的検査を、眼および手と顔の皮膚に特に注意を払いながら行なわなければならない。放射線の危険がこのような特性のものであるため、この種の作業にありがちな特定の条件に適合しない通常の検査（たとえ

ば血球計数を含む) および個人モニタリングは、安全であるという誤った感じを与えるかもしれないことを認識すべきである。

(254) X線分析装置の操作者は指または手首モニタリング用具を使用すべきである。このモニタリング用具の供給者はモニターすべき放射線の型とエネルギーについて通知を受けるべきである。このようなモニタリングは、十分な防護を備えた完全密閉型装置の常例的作動には必要ではない。

(255) X線装置は(たとえば保守作業中)電子記録装置等のような付属装置の電源を同時に切ることなしに電源を切ることができるように、X線管の高圧電源装置は、独立で容易に接続を断つことができるケーブル接栓(たとえばプラグイン型ターミナル)またはラインスイッチを備えなければならない。

(256) 明瞭に見うる警告標示を次のように使用しなければならない：

(a) 適切な注意を記した貼札を、X線管を作動させるどのスイッチの付近およびX線管の容器にもつけなければならない。

(b) 警告標示は装置の付近および、適切と考えられる場合には、室の入口の外側につけなければならない。

(257) 警告灯は明瞭に見えかつ信頼できる型のものでなければならない(47項参照)。警告灯の一つはX線管に電源がはいっているかどうかを示さなければならない。点滅型の灯が推奨される。もし装置自身に十分な防護がされていないならば、照射中室の入口にもこのような灯を用いるべきである。

(258) 各シャッターの状態(すなわち開いているか閉じているか)はX線管のところまたはその付近ではっきり認められなければならない。

(259) 各X線管の開閉スイッチは管球の状態の視覚表示を含まなければならない。すべての表示は信頼できる型のものでなければならない。

(260) 装置が264項の要求を満たさない限り、X線管容器の各開口部は、出てくる放射線が完全に閉じ込められるようなときのみ開けられるようになっている線錐シャッターを備えなければならない。

(261) 完全に密閉された装置でシャッター開または閉のとき、表面から 5 cm の距離の近づきうるどの位置でも、照射線量率は、管球の規定されたあらゆる定格において 2.5 mR/時 をこえてはならない (40項参照)。装置の外表面にはX線管容器の一部分の含まれることがしばしばある。

(262) 身体のどの部分も線錐通路にはいることを防止し、または、線錐通路にはいった場合、線錐を遮断するためのインターロックを備えるべきである。

(263) X線カメラまたはその他の記録装置には、放射線を有効に吸収する防護スクリーンを備えなければならない。

(264) 装置の完全密閉が実施できない場合、2.5mR/時より高い照射線量率の区域に人が居在できないように装置を位置させかつ監督しなければならない (40項参照)。

(265) 日常作業のときに予期される以上の潜在的危険をとまなうどんな例外的取り扱いも、それぞれの場合について、能力のある人の特別の認可の上でのみ許されなければならない。もし彼が自身でこのような取り扱い中立ち会うことができなるときは、作業者がその作業を安全に遂行するための十分な指導を受けているかどうかを確かめる処置をとるべきである。

(266) 覆い、遮蔽材またはX線管容器の除去をふくむ修理または清掃も、あるいは非常例的なフィルター、シャッター、コリメーターなどの交換も、管球がたとえば電源との接続を断たれることによって作動していないことをはっきり確認できない限り、行なってはならない。重大な事故の大部分はこの簡単な注意を忘れたことに関連して引き起こされたことを認識しなければならない。

放射線の研究的利用

(267) 研究に使われる多くの放射線源、たとえばX線装置および密封放射性線源は、放射線の工業、医療および獣医学における応用に用いられるものと似

ているかまたは同じものであり、これらの節で与えられた勧告の多くは一般的勧告と同じように研究的利用にも適用される。しかしながら、研究用の放射線源は設計および作動特性に、より大きな融通性を通常必要とするゆえに、このような線源の周辺にいる作業員や職員には特別な危険が起こるかもしれない。

(268) 殊に、原子炉、加速器および高放射能密封線源のようなものを使う研究施設では、特別な放射線防護の問題が起こるのであろう。このような線源から放射される透過性放射線のためまたは環境に放出された放射性物質のため、公衆の被曝が特別な考慮に値する。このような線源を収納する施設を計画するには、適当な立地、設計および使用について、あらゆる関連要因を考慮に入れつつ、慎重な考慮を払わなければならない。このような要因には、人口密度、地形、気象条件、遮蔽、区域制限および考えられる事故のなりゆきが含まれる。このような施設は、関連した国および地方の基準に合うときのみ建設および運転が許されなければならない。そのような基準が適用できないときには、監督官庁の助言を得なければならない(20:118項参照)。

(269) ここで考えている型の施設の運転中は、20:109項の勧告が適用されなければならない。特に研究用原子炉の場合は、施設および周辺からの退避についての非常警報システムおよび特別に訓練されかつ適切に装備された緊急班の作業についての計画を作成し、しばしば演習によって試験しなければならない。このような原子炉の運転には、どんな事故または非常事態にも対処する能力を持った者が勤務につきまたは容易に勤務につきうるようにしなければならない。

(270) 大きな放射線源の運転には、運転条件および運転時間を示す記録を保存しなければならない。

(271) 水素を含む物質は通常最も実用的な中性子遮蔽である。水、コンクリート、炭化水素およびプラスチックは良い中性子減速材である。遮蔽材にホウ

素化合物 (B_2O_3 , B_4C) のような熱中性子吸収体を添加することにより、その遮蔽能力は一層改善される。コンクリートは構築上の理由およびその γ 線遮蔽性の両方で便利である。5 MeV 以上のエネルギーの中性子に対しては、鋼のような密度の高い材料を、線源と水素を多く含む材料との間に使用することを考慮すべきである (この報告の補遺の付録9 参照*)。

(272) 加速器が理想的条件のもとで運転されていない場合には、予期しない起源と方向をもった迷放射線が防護上の問題点となることがあろう。問題はまた誘導放射能によっても起こるかもしれない (49項および 302 項参照)。

(273) 普通でない型の放射線が存在するかも知れない状況下では、放射線測定のために適当な測定器を選ぶことが特に重要である。パルス放射線源の付近では、ある種の電離箱の高い線量率依存性が線量または線量率の重大な過小評価を起こすであろう。

(274) トリチウムターゲットを使う中性子発生装置の場合、真空系および排出空気のトリチウム汚染が、装置の放射線出力に関係なく、健康に対する潜在的な危険となるかもしれない。体内被曝に対する防護手段についての勧告は ICRP Publication 5 (文献5) に与えられており、またモニタリングについての助言は ICRP Publication 10 (文献10) および 12 (文献12) に与えられている。

(275) X線分析装置の使用における防護の必要条件についての勧告は 250—266 項に与えられている。このような装置が研究用に使われるときには、個々の装置の使用の際の応用の非常に多様性のために潜在的危険はしばしば大きくなる。

(276) 新しい放射線医療の開発においては、67—193 項の勧告のあるものは厳しすぎるかもしれない。そのような情況では、知識を備えかつ高い能力のある職員のみが処置を行なうことを保証する特別の注意を払うべきである。含ま

* (編者注) 補遺は別冊として刊行される。

れる危険を評価すべきであり、また職員および患者または志願者の被曝を常時検討しなければならない。

(277) 医学的研究の際の患者の被曝に関連する問題についての引用が194項に示されている。

(278) 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、照射される人の何ら直接の利益を目的としておらずまた照射がその人が持つかもしれない何らかの疾病にも無関係の場合には、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、その照射が行なわれる機関の責任官庁の承認のもとに、しかるべき専門家団体の助言に従いかつ国および地方の規定に従ったときのみ行なわれるべきである。照射に伴う予測される危険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彼らの危険を理解する能力についての要求は厳しいものになる。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目的で照射することは、予想される照射線量が低く（たとえば自然放射線から受ける年線量の大きさの程度）また、このような人達に法的責任を持つ者の正当な同意があるときのみ実施されるべきである。

(279) 人間に対する生体中性子放射化分析を含む研究は、それに含まれる放射線防護上の問題の慎重な評価の後においてのみ行なうべきである。

教育における放射線の利用

(280) 主委員会は学校の一般科学課程での電離性放射線の利用および放射線源への被曝を扱った特別の報告（文献13）を出版した。その報告においてこのような使用に対する特別の線量限度を勧告しており、またそのカリキュラムに

は放射線防護の適切な指導を含まなければならぬことを強調している。

(281) 教育における放射線の他のすべての利用、たとえば医療用あるいは工業用の放射線学またはラジオグラフィのような特別の型の仕事に対する訓練における利用は、この報告中の該当する節の勧告および委員会の他の出版物とくに ICRP Publication 9 (文献 9) の勧告に従って行なわれなければならない。すべてこのような訓練においては放射線防護の原理と実際の十分な指導が与えられなければならない。医学利用のための訓練では、さらに患者の防護に対して強調されなければならない、そしてまた ICRP Publication 16 (文献15) に対し学生の注意を喚起すべきである。

雑線源およびその利用

(282) この報告のどこにも取り扱われていない線源または放射線の利用のすべての場合については、すでに述べられているのと同じ放射線防護の一般原則を該当する範囲で適用すべきである。たとえば、X線顕微鏡または物質照射のための施設では、一次線および散乱線の両方に対して人を防護する必要がある、また装置の使用中は照射区域への立ち入りを防止する手段を備えなければならない。

(283) 人の食用に供する予定のものの照射 (たとえば、包装の検査または品質管理の場合) は、すべての人の十分な防護が行なわれるような方法で実施されなければならない、また食品に与えられる線量は地方または国の規定に従って制限されるべきである。あとの面については、食品の殺菌および同様の目的 (たとえば、馬鈴薯の発芽の抑制) の照射も含めて、放射線防護に関係のない重要な問題を含んでいる。読者は WHO および FAO の報告 (文献20) を参照されたい。

(284) 靴の寸法合わせを目的とするX線の使用は、必要な医学的 (整形外科

的) 検査に制限されるべきである。商業的な靴の寸法合わせを目的とする放射線の使用は禁止すべきことを主張する。

(285) “防犯” 透視や税関検査のような医療以外の人体の照射は一般的に賛成できない。監督官庁により許可された例外的な場合、このような検査が不可欠であると決まったときには、X線専門医の監督のもとに実施されなければならない。

(286) 電離放射線源の製造、試験、設置および修理の際は、そのような作業では遮蔽やインターロックのような正常な防護設備が働かなくなっているかもしれないので、特別の注意が必要である。利用線錐による相当量の照射が起こりうる場合には可聴信号を出す線量率計を用いなければならない。

(287) 職業上および医療上の照射以外の人体の計画的照射については 278 項に述べられている。

望まれない副産物としての放射線

(288) 電子が 5 keV 以上のエネルギーに加速されるような装置は潜在的放射線源とみなされるべきであり、放射線モニタリングまたは類似の装置での経験によって防護が不必要であることが示されない限り、適切な防護措置がとられるべきである。電子顕微鏡、電子ビーム溶接機、陰極線管、高電圧整流管および電圧制御管、真空遮断器、真空蓄電器、マグネトロン、クライストロン、送信管、テレビジョン管およびイメージ管のようなものはX線の潜在線源であって、これらはすべての人に対し十分な防護がなされるように設置され、作動され、また、適切な場合には作られるべきである。このような装置を試験、保守または使用する人達に対し、また装置が公衆の立ち入れる場所に設置されている場合には一般公衆に対して、注意を払うべきである。

(289) 家庭用テレビジョンセットおよび投影目的の有線方式などに使用され

るテレビジョン装置のどの表面から5 cm のどんな位置での照射線量率も 0.5 mR/時 をこえてはならない(40項参照)。この勧告に合うようになっていることを保証するのは製造者の責任である。陰極線管からの放射線に加えて、放射線は高圧整流管および並列電圧制御管からも出てくるかもしれず、これらの管球のガラスは放射線透過性であるから、それらを防護用容器に収納する必要がある。テレビジョン装置の製造、試験、設置、保守または修理に従事する人々は、このような作業中は防護用容器が取りはずされていないであろうから、特別の考慮を払わなければならない。また作動電圧の増加によって放射線の放出が相当増加することに注意し、したがって、テレビジョン装置は、防護の設計を行なった電圧以上の高い電圧で動作するように調整してはならず、またこのような調整の行なわれることを防止する手段を講じておかなければならない。

サーベイおよびモニタリング

一般的要求

(290) 電離放射線を放出する施設のサーベイおよびモニタリングの一般的な面は ICRP Publication 12 (文献12) において取り扱った。

(291) どんな装置または施設の常例的運転も22項の規定に従うべきである。

(292) 22項で言及されているサーベイは放射線測定に限られてはならず、提案された運転方法、線錐の位置決めおよび放射線区域への立ち入りについての制限の履行などの面も含まなければならない。さらに、手袋およびエプロン、警告信号およびインターロックのような防護用装置および用具を検査しなければならない。

モニタリング

作業者のモニタリング

(293) 線量が最大許容年線量の $\frac{3}{10}$ をこえるおそれのあるような作業に従事する者として区分される作業者は、個人モニタリングを受けるべきである (ICRP Publication 9, 111 項参照)。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十分である (ICRP Publication 9, 112 項) (文献 9)。モニタリングについての勧告は ICRP Publication 12 (文献 12) に与えられている。

(294) 体外放射線のすべての可能な型を正確に測る単一の測定器は存在しない。したがって、与えられた施設でどの放射線が生じると考えるかを能力のある人が決定しなければならず、また、それに適した測定器を決めなければならぬということが不可欠である。その決定には、正常な運転条件の場合にもとより、異常なまたは誤った条件をも考慮に入れなければならない。放射線のスペクトルはもちろんその型も遮蔽材料のために変わるかもしれない (たとえば荷電粒子による X 線の発生) ということに留意すべきである。

(295) すべての放射線計測装置は校正されなければならない、また性能の変わっていないことをチェックするある種の簡単な方法を用いるべきである。校正は、実際に遭遇する条件に特有のもの、あるいはまた特有の条件に適切な校正定数を導き出すことができる応答曲線の形のいずれかであるべきである。

個人モニタリング

(296) 個人線量計は実際に起こる型の放射線の測定に対して最高の信頼性、感度および精度をもつように設計されるべきである。放射線防護用計装およびその適用についての ICRU の報告 (文献 18) に指針が与えられている。

(297) 全身または決定器官に対する線量の評価の精度を増すことが望ましいときには、線量の深度分布および身体に対する線量計と放射線源の位置関係について考慮が払われなければならない。このような考慮は過剰被曝の際には必要であろうが、その他の場合に必要であることはまれである。過剰被曝の潜在的危険があるときには、2個以上の個人線量計を携帯することが望ましく、第二の線量計は胴体の背面か、または問題となるような身体の他の部分につけるのがよいであろう。また体内放射線被曝の全身線量への可能な寄与をも考慮しなければならない (ICRP Publication 9 (文献9) 53および68項参照)。事故における中性子線量は、身体の誘導放射能の測定より算定できるであろう。

作業場のモニタリング

(298) 大きな有効容積をもつ検出器では発見困難な放射線の遮蔽の小さな欠陥の位置を確かめるのに、写真フィルムまたは蛍光板が役立つであろう。

(299) 人が平常時または事故時に高放射線量を受ける可能性のある場所 (たとえば、原子炉周辺) では、個人線量計を補足するため計画的に配置された線量計測システムを用いることが賢明である。このようなシステムは放射線場についての付加的情報 (たとえば中性子スペクトルについて) を与えるものであるべきである。

(300) 高周波電界および強い磁界がモニタリング機器の線量計測特性に影響しないように注意すべきである。

(301) 中性子源の周辺の空気または壁から散乱されてくる中間エネルギー中性子に特別の注意を払うべきである。ある種の中性子モニターは中性子スペクトルのこの成分を著しく過小評価する。

(302) 数 MeV 以上で稼働する装置のモニタリングには、ターゲット物質および装置部品中の誘導放射能による放射線の測定を含まなければならない (49

項参照)。放射能の大部分は短い半減期で減衰するけれども、かなりの残留放射能が何週間あるいは何カ月間も存続するかもしれない。これは、装置の変更または修理を行わなければならないときまたは通常の保守のあいだに体外放射線の危険を生じるであろう。

(303) 放射線源の中性子放出率がおよそ 10^{12}s^{-1} をこえる場合には、空気中および/または水中の誘導放射能をモニターする必要があるろう。

(304) 中性子源および加速器の中および周辺の対象物に放射能が誘起されていることがありうるならば、このような対象物は、適切なモニタリングが実施されまた防護措置が施されるまでは、管理区域から持ち出してはならない。

環境モニタリング

(305) 必要な場合には、公衆の構成員に対し該当する線量限度を超過するおそれがない状況であることを確認するため、施設の外を測定しなければならない。

記録の保存

(306) モニタリングの結果の記録は ICRP Publication 12 (文献12) の勧告に従って保存しなければならない。

(307) サーベイの報告 (22項参照) は将来の参考として、また、いずれにしても国および地方の規則によって規定される期間のあいだ保管しなければならない。報告は防護の変更および操作手順についての制限に必要な勧告を含まなければならない。施設の設計の写しを保管し、現場において容易に入手できるようにすべきである (21項参照)。

文 献

- 1.* *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection* (adopted 9 September 1958), ICRP Publication 1, Pergamon Press, 1959. *Superseded by reference 9.*
- 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, 1960.
- 3.* *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection: Report of Committee III on Protection against X Rays up to Energies of 3 MeV and Beta and Gamma Rays from Sealed Sources*, ICRP Publication 3, Pergamon Press, 1960.
- 4.* *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection: Report of Committee IV (1953-9) on Protection against Electromagnetic Radiation above 3 MeV and Electrons, Neutrons and Protons* (adopted 1962, with revisions adopted 1963), ICRP Publication 4, Pergamon Press, 1964.
- 5.* *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*, ICRP Publication 5, Pergamon Press, 1965.
- 6.* *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection* (as amended 1959 and revised 1962), ICRP Publication 6, Pergamon Press, 1964. *Superseded by reference 9.*
- 7.* *Principles of Environmental Monitoring Related to the Handling of Radioactive Materials: A Report prepared by a Task Group of Committee 4*, ICRP Publication 7, Pergamon Press, 1966.
- 8.* *The Evaluation of Risks from Radiation: A Report prepared by a Task Group of Committee 1*, ICRP Publication 8, Pergamon Press, 1966.
- 9.* *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection* (adopted 17 September 1965), ICRP Publication 9, Pergamon Press, 1966.

* (編者注) 翻訳が日本アイソトープ協会・仁科記念財団から刊行されている。

10. *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, 1968.
11. *A Review of the Radiosensitivity of the Tissues in Bone*: A Report prepared for Committees 1 and 2 of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 11, Pergamon Press, 1968.
- 12.* *General Principles of Monitoring for Radiation Protection of Workers*: A Report by Committee 4 of the International Commission on Radiological Protection (adopted 24 May 1968), ICRP Publication 12, Pergamon Press, 1969.
13. *Radiation Protection in Schools for Pupils up to the Age of 18 years*: A Report by Committee 3 of the International Commission on Radiological Protection (adopted May 1968), ICRP Publication 13, Pergamon Press, 1970.
14. Report of the RBE Committee to the International Commissions on Radiological Protection and on Radiological Units and Measurements, *Health Physics*, vol. 9, no. 4, pp. 357-84 (1963).
- 15.* *Protection of the Patient in X-ray Diagnosis*: A Report prepared for Committee 3 of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 16, Pergamon Press, 1970.
16. International Commission on Radiation Units and Measurements: *Radiation Quantities and Units*, ICRU Report 11 (issued 1 September 1968), ICRU, Washington, 1968.
17. International Commission on Radiation Units and Measurements: *Physical Aspects of Irradiation*, ICRU Report 10 b, *National Bureau of Standards Handbook 85*, Washington, 1964.
18. International Commission on Radiation Units and Measurements: *Radiation Protection Instrumentation and its Application* (in preparation).
19. World Health Organization: Declaration of Helsinki—Recommendations Guiding Doctors in Clinical Research, *WHO Chronicle*, vol. 19, pp. 31-32 (1965).
20. World Health Organization/Food and Agriculture Organization of the United Nations: *The Technical Basis for Legislation on Irradiated Food*, WHO Technical Report Series No. 316; FAO Atomic Energy Series No. 6 (1966).

付 録

個人に対する線量限度の要約*

器 官 また は 組 織	作業中に被曝する成人についての最大許容線量	公衆の構成員についての線量限度
生殖腺, 赤色骨髄	年 5 rem ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾	年 0.5 rem
皮膚, 骨, 甲状腺	年 30 rem ⁽¹⁾⁽²⁾	年 3 rem ⁽⁴⁾
手および前腕, 足およびくるぶし	年 75 rem ⁽¹⁾⁽²⁾	年 7.5 rem
その他の単一器官	年 15 rem ⁽¹⁾⁽²⁾	年 1.5 rem

(1) どの1年間においても最大許容線量をこえるべきではないが、 $\frac{1}{4}$ 年の期間に最大許容年線量の $\frac{1}{2}$ までの線量を、または、体内被曝については、最大許容濃度での半年間の摂取量と等価な放射性核種の摂取による線量預託を、ICRP Publication 9 の53項および58項に示された加算性およびいくつかの器官の同時照射に関する考慮と一致するように、蓄積してもよい。 $\frac{1}{4}$ 年の割当量に対する勧告値はすぐ上の整数まで切り上げてよい。もし必要なら $\frac{1}{4}$ 年の割当量は1回線量として受けてもよいが、主委員会はこのような線量を短い間隔で繰り返し受けることは望ましくないものとする。

(2) 生殖腺および赤色骨髄が決定器官である全身の被曝に対する最大許容線量には融通性を持たせることが時として必要となるかもしれない。そのような場合(そして主委員会は、このようなことはあまりないものとするが)、年であらわした年齢を N としたとき、18才をこえるどの年齢においても集積された全線量が $5(N-18)\text{rem}$ をこえないならば、その年の $\frac{1}{4}$ 年ごとに $\frac{1}{4}$ 年の割

* 線量限度の詳細な議論については、読者は ICRP Publication 9 (文献9, 本文) を参照されたい。

(70)

当量をくり返し受けることを許してよいものとする。ICRP Publication 9 の 66および67項に論じられている特殊な状況のもとでは、1年当りの限度の2倍までの合計線量を、1回線量としてまたは一連の線量として決定器官にうけることが、ある制約のもとにはあるが許されるであろう。

(3) ¼年あたり 3 rem までの率で線量の集積を許している 勧告 (ICRP Publication 9 の 54 および 56 項からみちびかれる) は、生殖能力のある婦人の腹部被曝をもたらす状況の場合には適用すべきでない。このような婦人は、腹部の被曝が¼年に 1.3 rem に制限するような条件のもとでのみ、放射線作業に雇用されるべきである。これは1年当り 5 rem が一様な率で与えられることに相当する。これらの条件のもとでは、胚が器官発生の決定的な最初の2ヵ月間にうける線量は通常 1 rem より低いであろうが、これは主委員会が容認できると考える線量である。妊娠と診断された時には、残りの妊娠期間中に集積される胎児への線量が 1 rem を確かにこえないように、母体の被曝を制限する方策を講ずるべきである。実際の経験によれば、この期間中の胎児に対する線量は、通常 1 rem よりずっと低い。現実には、このカテゴリーに属する婦人の多くは診断用X線装置を扱う作業に従事している。低電圧で作動しているX線装置からの被曝に対しては、腹部の被曝線量が¼年あたり 1.3 rem に制限されるような状況のもとで、妊娠している婦人が引き続き放射線作業についていても、この勧告は通常満たされるであろう。高電圧で作動しているX線装置からうける被曝の場合には、ふつう胎児の受ける線量を算定する必要がある。

(4) 16才未満の子供の甲状腺に対しては年 1.5 rem。

体外線源からの電離放射線
に対する防護

¥ 390

昭和46年10月1日 発行

昭和51年4月20日 改訂版発行

編 集 者 山 崎 文 男
責 任 者 玉 木 英 彦

発 行 者 社 団 法 人 日 本 ア イ ソ ト ー プ 協 会
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

☎ 東京 (03) 946-7111

印刷・製本 大洋印刷産業(株)