

作業者の緊急被曝と事故被曝に
対処するための
諸原則と一般的手順

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

作業者の緊急被曝と事故被曝に
対処するための
諸原則と一般的手順

ICRP Publication 28

国際放射線防護委員会
専門委員会4の報告書

1977年6月に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 Principles and General Procedures for Handling
Emergency and Accidental Exposures of Workers
(Adopted by the Commission in June, 1977), ICRP
Publication 28

の全訳であり、ICRP の了解のもとに、仁科記念財団と日本アイソトープ協会の協力により翻訳し、刊行したものである。

放射線被曝に関する異常事態発生時にとるべき諸措置は、それぞれの国の社会的事情によって異なるはずであり、とくに、緊急医療対策は、医療体系全体の一環として考えなければならない問題を含んでいる。わが国においてとるべき具体的対策が、本書などを参考にして早急にたてられることが期待されるが、本書は一般的な原則を述べているものであり、わが国の現状には必ずしも本書記載のとおりでない面があることに、読者は留意のうえ利用されたい。

翻訳にあたっては、用語等に関してできるだけ既刊のICRP 刊行物との調整をはかるとともに、多数の専門家の協力を得て誤りなきを期した。

Nishina Memorial Foundation || Japan Radioisotope Association

Japanese Translation Series of ICRP Publications
Publication 28

This translation was undertaken with the support of many scientists from relevant fields of radiology and radiological protection.

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	(1)	
A. 報告書の範囲	1	(2)
B. 一般的考察	3	(2)
C. 措置のための指標	6	(3)
体外被曝	8	(4)
体内被曝	12	(5)
体外汚染	13	(5)
D. 被曝の程度算定のための物理的, 臨床的, および生物学的データ	14	(5)
体外被曝の物理的線量計測	14	(5)
体内被曝の物理的線量計測	17	(6)
体外被曝に関する臨床的観察と生物学的検査	19	(7)
臨床的観察	20	(7)
血液学的, 生物学的および生化学的検査	23	(8)
E. 異常被曝の緊急医療処置の原則	29	(9)
初期医療処置の諸問題	29	(9)
全身に異常被曝した作業者の医療処置	30	(9)
身体の一部が異常被曝した作業者の医療処置	34	(10)

(ii)

異常被曝のさい汚染した作業者の医療処置	35	(11)
応急緊急手順	35	(11)
傷のない皮膚の除染	36	(11)
汚染した傷の処置	40	(12)
体内汚染の処置	43	(13)
F. 異常被曝のさいの管理上の措置	48	(14)
G. 異常被曝にそなえる医療サービス組織	56	(16)
異常被曝の現場での応急手当	58	(16)
“地域”医療サービスにおける治療	60	(17)
専門施設での治療	64	(17)
付録 1		(19)
異常被曝したと思われる作業者の予備スクリーニング		(19)
付録 2		(23)
放射線症の症状および臨床的徴候		(23)
付録 3		(28)
透過性放射線に全身が被曝したときにとるべき措置		(28)
透過性放射線に手が被曝したときにとるべき措置		(32)
透過性放射線に顔が被曝したときにとるべき措置		(32)
体内汚染があると疑われたときにとるべき措置		(33)
参考文献		(34)

序

国際放射線防護委員会は1969年のオックスフォードにおける会合で、作業者の緊急被曝と事故被曝に対処するための諸原則と一般的手順に関する報告書を作成するため、専門委員会4の課題グループを設置した。この課題グループの構成員は次のとおりであった。

P. Recht, 委員長

G.A. Andrews

J.A. Auxier

M. Dousset

K.P. Duncan

D.J. Stevens

E. Strambi

N. Wald

(2)

A. 報告書の範囲

(1) 被曝の源が制御されない状態になり、またはその状態が続いているときには、作業者は、作業者の平常作業に関して委員会が勧告した線量当量限度に相当する線量よりも大きい放射線線量を受けることがあろう。そのような制御されない被曝は異常被曝と呼ばれ、緊急被曝（自由意志による）と事故被曝（自由意志によらない）に分けられる。計画特別被曝についても委員会は検討したが、それらはこの報告書の範囲外である。

(2) この報告書は、被曝作業者の管理に関する一般的指針である。これは、緊急被曝と事故被曝のさいとるべき措置の計画の管理面、物理面、および医療面、ならびに、そのような被曝のさいにとるべき初期措置に関するものである。この報告書では、異常被曝した作業者のその後の医療処置にも、被曝をもたらした線源を制御下にもどすため管理者が行わなければならない措置にもふれない。

B. 一般的考察

(3) 異常被曝が発生するかもしれないような施設または企業に責任を持つ管理者はそのような被曝の可能性を算定して、それに対処するのに必要な計画を作成すべきである。その計画は、必要なサービスの準備および責任の割当てを含むべきである。その計画の有効性はまず試験して確かめ、その後適切な訓練によってその有効性を維持すべきである。管理者は、放射線防護チームを設けるか、作る準備をしておくべきである。この防護チームには、作業者の医学

(3)

的監視に責任を持つ医師を含むべきである。このチームは、その施設または企業の中で異常被曝が起こるかもしれないようなすべての状況を前もって検討すべきである。

(4) 異常被曝の算定に役立つ情報は、被曝作業者の臨床経過、生物学的あるいは生化学的調査、物理的線量計測、および実際に被曝した人々あるいは被曝したかもしれない人々の供述から得られるであろう。放射線防護チームのすべての人がこれらのすべての面について詳細な知識を持つ必要はないが、それぞれの面に責任を持つメンバー相互の密接な協力のもとに、チームの全員が、すべての面に関して一般的な理解をしておかなければならない。

(5) 異常被曝が直後に認められた場合でもずっとたってから認められた場合でも、その被曝をもたらした一連の事象と被曝作業者が受けた線量のレベルを明らかにするため、できるだけすみやかに調査を行うべきである。その施設または企業の中で同種の異常被曝の再発を防ぐための措置をとるべきである。定置のモニタリング計器あるいは個人線量計に何らかの予期されない有意の指示値が認められたならば、ただちに調査すべきである。

C. 措置のための指標

(6) 被曝の大きさがその直後にははっきりしないのが、異常被曝の一般的な特徴である。したがって、異常被曝の程度は利用できるすべてのデータを総合して判断し、放射線防護（医療も含めて）および管理上の措置にかかわる決定をしなければならないであろう。種々の措置の優先順位を決めるため異常被曝を多少とも分類すると便利であるが、その分類のために固定した規準をもうけることは実際的ではない。

(7) 被曝を大きく2つに分けて考えるべきである。それらは体外被曝と体

(4)

内汚染である。どちらの場合も体外汚染を伴っている可能性がある。

体外被曝

(8) 体外被曝による線量がどれくらいかの推定ができたならばただちに、その異常状況に対処するのに必要な措置のレベルを大まかに決めることができる。もしその体外被曝が該当する年線量当量限度以上の線量であるがその2倍を超えないと推定されるならば、その措置は主として管理的なものである。その場合、その異常被曝の状況を調査し、必要ならば何らかの確認のための物理的測定を行うべきである。

(9) もし体外被曝が年線量当量限度の2倍を超える線量であるがその5倍以内と推定されたならば、その結果引き起こされる可能性のある生物学的な結果の算定とともにもっと詳細な管理面の調査を行うべきである。異常被曝の詳細を医師に知らせるべきである。医師は、臨床的検査、生物学的検査、あるいは生化学的検査の必要性、範囲および種類を決め、また被曝した作業者に対して必要な助言を与える(54項参照)。

(10) もし体外被曝が、年線量当量限度の5倍を超える線量であったと推定されたときには、9項で記した措置のほかに、医師による被曝作業者の診察を行うべきである。

(11) 推定線量が高ければ高いほど、臨床的、生物学的、生化学的および物理的算定の総合による線量推定値は正確でなければならない必要性が一層重要となる。もし臨床上の徴候と症状があらわれてきたならば、早期の線量推定値よりもこれらの方が初期治療のための重要な指針となろう。線量の早期推定値とその正確さによっては、異常被曝の状況を再現するかどうかに関し決定を下さなければならないであろう。そのような再現はときには簡単であろうが、場合によっては相当な研究的努力を要するであろう。個々の場合はその価値に基づいて考慮がなされるべきである。

体内被曝

(12) もし、年摂取限度以上の体内汚染の疑いがあれば、放射線防護チームはただちに摂取量をできるだけよく評価すべきであり、治療を考慮すべきである。体内に取り込まれた放射性物質の排出を促進する治療法のほとんどは、その治療が早期に行われればその効果は最も大きい。したがって体内汚染の場合の多くは、治療のための初期の指標はほとんど常に定性的である。その指標には、その異常被曝の第一次算定、鼻汁、汚染皮膚、汚染創傷等の簡単なモニタリングの結果、またときには、空気や近傍表面のモニタリングに関する予備的な結果が含まれる。後になってからの算定で、治療のための指標がさらに示されることがあろう。

体外汚染

(13) 体外汚染があると、とるべき手順は次の2つの理由から体外被曝および体内被曝だけの場合の手順とは変わるであろう。その理由は、体外汚染が汚染した作業者にとって危険であるほどひどいかもしれないこと、または、汚染が処置部位から体内へおよび患者の取扱いにあたる人々へ拡がることをさけるため、特殊な手順を必要とすることを示すかもしれないこと、である。このどちらかの状況が存在しないかぎり、作業者の体外汚染のコントロールは、初期に行うべき診察と調査にくらべると二次的なものであるべきである。しつこく残るどんな汚染も医師にまかせるべきである。

D. 被曝の程度算定のための物理的、 臨床的、および生物学的データ

体外被曝の物理的線量計測

(14) 個人線量計は通常、被曝作業者の身体のある一部位のみの線量を示す

(6)

ものである。このような情報は作業者の異常被曝を代表するものではないかもしれない。したがって、異常被曝した作業者が装着していた個人線量計から得られたデータは、被曝の状況に関する情報に照らして注意深く解釈されるべきである。異常被曝を何らかのかたちで再現するときには、体内での吸収線量と平均線質係数が得られるよう、放射線場に関する情報を与えるような方向で再現されるべきである。中性子線被曝の場合には、身体またはその構成成分（たとえば血液または毛）あるいは身体につけていた物品（たとえば金属製品）の中の放射化生成物は、日常行われている方式での個人線量計測を補い、また高レベル（たとえば9項でふれたような）に被曝したであろう人を同定するのに有用であろう。

(15) 予備的な算定によって被曝作業者の線量が高いと示唆された場合には、その被曝作業者が受けた線量の詳細な評価は、必要ならばその調査のための要員を追加して、緊急な調査課題として取り扱うべきである。

(16) 異常体外被曝した作業者の医療処置に役立つものとしての物理的線量計測の重要さは、線量のレベル、および、医師がその他の情報をどれだけ利用できるかに依存するであろう。かなり不均一な照射であったことを示す何らかの初期の指標はどれも、とくに有用である。一般的な順序と優先順位を付録3に示した。

体内被曝の物理的線量計測

(17) 体内汚染の程度、したがって預託線量に関する有益な情報は、傷口プローブ、体外プローブ、臓器スキャナあるいは全身モニタを使って得られよう。そのような直接測定法で得られるデータは、尿または糞、ときには血液試料の放射化分析によって、適宜補足されるべきである。必要な試料を得るための手はずを用意すべきである。その後の試料採取の頻度は、最初の数日中に採取した試料の放射化学分析で得られた結果に基づくべきである。

(18) 放射性核種の体内への侵入によって被曝する器官と組織、および、その結果としてのこれら器官や組織の預託線量は、体内に侵入した放射性核種の放射能、その物理化学的性状、およびその代謝に依存する。ICRP Publication 10と10aは放射性核種の1回短期摂取後の器官と組織の放射線線量の算定に関して有用な情報を提供している。しかし実際には、異常な体内被曝のさいの線量レベルに関する初期の情報は、その異常被曝の本質の予備的な知識と、それを補う被曝作業者の汚染に関する定性的情報、および、空気汚染と表面汚染の測定値に限られるであろう。

体外被曝に関する臨床的観察と生物学的検査

(19) 体外被曝の直後に線量計測データが信頼できることを確かめるのは困難であろうし、この段階ではしばしばそのデータは非常に不完全なので、被曝の程度の初期算定は、多くの場合、臨床的徴候と症状、血液学的データ、および、染色体分析に大きく依存して行われなければならない。したがって、初期の臨床観察と生物学的検査は、患者の予後を判断し医療処置を計画するのに最重要であるので、できるだけすみやかに行われるべきである。予後の重篤度に関するおよその評価は、安心のためだけであれば、できるだけ早く患者とその家族に知らせるべきである。

臨床的観察

(20) 全身急性被曝のさいの臨床像は十分明らかになっており、付録2に要約されている。初期の症状は、被曝の程度を算定するための合理的な指針として使えるであろう。致死範囲の中央値以下あるいはそれに近い線量での主要な症状は、食欲不振、悪心および嘔吐である。被曝してから悪心と嘔吐が現れるまでの間隔が短いほどこれらの症状は重く、かつ長く継続し、その予後は一層不良である。しかし、恐怖心またはひどく被曝した人の苦痛を見たことによっ

(8)

て引き起こされた精神身体的症状が、この病像を複雑なものとするところがある。感情鈍麻、運動失調、あるいはけいれんのような初期の神経学的症状の存在は、全身あるいは中枢神経系の被曝が非常に高線量であったことを示す。

(21) 初期皮膚紅斑と結膜炎とは、線量の空間分布とその大きさの有用な指標である。紅斑の潜伏期間と線量の大きさは反比例関係にあり、したがって皮膚をしばしば検査すべきである。紅斑の進展を追跡するために、皮膚の変化の進みぐあいのカラー写真をとっておくべきである。

(22) 全身の受けた線量が非常に高いと推定されたり、あるいは照射が主に頭部に向いていた場合には、神経学的検査を行うべきであり、できれば脳電図をとるべきである。胸部が高線量を受けたと考えられる場合には、心電図を含めて心臓血管系の検査が必要であろう。

血液学的、生物学的および生化学的検査

(23) 被曝の程度を算定するのに血液学上のデータは重要であり、初期評価のために最も有用なのは顆粒球とリンパ球の数である。

(24) 血液中の顆粒球の数は、被曝第1日目に急激に増加し、続いてその後1～2日でもとの値にまで急激に低下し、その後は日がたつにつれて低下する。最初のピークの大きさは大体被曝の程度と関係し、それを観察するためには血球計数を最初の2日間に数回行うべきである。

(25) リンパ球の数は、被曝後急速に少なくなり、2～3日で最低値に達する。減少が急速であればあるほど、また最低値が低ければ低いほど、その被曝はひどい。

(26) 事故後数時間以内に、染色体異常検査のため特別に血液試料を採取すべきである。この検査によって、全身が受けた吸収線量を迅速に算定しうるかもしれないからである。

(27) 異常被曝後ただちに採取した血液および尿試料は、しばしばその後の

生物学的検査のための有用な基準値を与える。その後血液と尿試料は医師が決める時期まで採取すべきである。血液検査には標準的な血球数測定を含むべきであり、血漿電解質と血糖に関する生化学的分析を含むこともある。尿試料は、尿糖レベル、クレアチンおよび尿中アミノ酸の生化学的分析のために用いられよう。もし体内汚染の疑いがわずかでもあれば、排泄された放射性核種の放射化学分析のために、被曝直後の大量の尿試料、および多分その後の試料も集めることが重要である。

(28) 被曝後数日で精子数が減少したり消失していたら、それは生殖腺の吸収線量が数百 rad 以上であることを示している。骨髄の検査も有用であり、とくに高線量での部分照射の評価に有用であろう。しかしながら、これらの検査は病院の専門部局で行われなければならないので、この報告書ではこれ以上考察しない。

E. 異常被曝の緊急医療処置の原則

初期医療処置の諸問題

(29) 傷害患者の処置は最も重要である。はじめのうちは、重篤な身体的傷害（たとえば外傷、火傷）があればその方が、発生の可能性のある放射線傷害よりも重要なようである。治療の優先順位を付録3の措置一覧表に示す。

全身に異常被曝した作業者の医療処置

(30) 1回の異常被曝で全身に10 rad 以下の吸収線量を受けたと思われる作業者に対して取るべき処置は主に管理上のものであるから、特別な医療処置はない（8項参照）。

(10)

(31) 身体的な傷害がごく軽微にみられるだけで、異常被曝で全身に100 rad未満の吸収線量を受けたと思われる被曝作業者は、ほぼ確実に回復する。弱い鎮静剤を与えるのもよい。初期の段階では、被曝の程度の正確さについては疑わしいことがしばしばあるであろう。これら被曝したと思われる人々を即刻病院に移すことは必ずしも必要でなく、被曝作業者を専門病院に移すかどうかの決定は数日以内にすればよい。しかしながらその間、これらの患者を、吸収線量のレベルが確認されるまで、臨床的な監視下に置くべきである。もし被曝作業者を入院させたときには不当にストレスをかけてはならず、少なくとも週1回、医師との相談が必要であろう。

(32) 100 radを超える全身吸収線量を受けたと思われる作業者は、専門病院に移すべきである。このような患者には移送に先立って鎮静と対症療法が必要であろう。皮膚と粘膜を清潔に保つために特殊な方策をとるべきである。

(33) 明らかに致死的な被曝をした患者の医療処置には必要に応じて対症療法と鎮静がある。このような患者は実行可能ならば専門病院に移すべきである。循環系のショックあるいは神経系のショック状態にある患者の移送は実行不可能なことがある。

身体の一部が異常被曝した作業者の医療処置

(34) 被曝部位に対する特定の初期治療はない。初めに算定された線量から考えられるよりも傷害が重いとわかることがしばしばありうるし、損傷は数か月にわたって増悪することがある。したがって、この時期に患者あるいは家族に予後につき知らせるにあたって慎重であるべきである。被曝部位の感染を回避することは最重要事である。感染が起こったならば局所治療と全身治療とが適応となる。付録3には体表面の組織が異常被曝した作業者の医療処置に関する指針が与えられている。

異常被曝のさい汚染した作業者の医療処置

応急緊急手順

(35) 放射性核種による作業者の汚染があったと疑われる異常被曝では、体外汚染、体内汚染にかかわらずただちに応急手当を行い、汚染の性質と程度とをチェックし、最初の除染処置と体内汚染に対する適切な緊急治療に遅滞なく進むことが肝要である。被曝作業者がそれ以後の治療のため病院に収容される前に、被曝者の除染を可能な限り効果的に実施すべきである。モニタリングの結果もし汚染が残っていることがはっきりしたら、救急車職員および病院職員が必要な予防手段をとることができるよう、そのことを知らせるべきである。

傷のない皮膚の除染

(36) 皮膚汚染が存在するときには、ただちに除染を行わなければならない。基本的で最も重要な手順は石けんと大量の水とで単に洗うことである。この方法は、たいていの場合、作業者自身が行うことができる。除染を進めながら、あらゆる残存汚染についての記録を作成すべきである。皮膚を擦りむかないよう注意すべきであり、この方法による除染は皮膚が擦りむける前にやめなければならない。

(37) もし汚染が取りきれないならば、適切と思われるその後の除染を監督しあるいは実施する医師の処置に作業者をゆだねるべきである。このような患者について、除染はできるだけ完全に行わなければならないが、皮膚に傷をつけないよう留意すべきである。医師が決める除染法は、残存汚染の性質と程度によって変わり、また汚染原物質の放射能毒性にも関係するであろう。

(38) 眼、鼻、口の除染はできるだけ早期に大量の水で洗浄するという方法で行うべきである。水かわりに等張洗浄液を使うのもよい。

(39) 上述の除染作業のすべての場合に、被曝者の体内に汚染が移行することを避けるよう注意すべきである。除染作業を手伝っている人達は、自分達が

(12)

汚染しないよう適切な方策をとるべきである。

汚染した傷の処置

(40) 異常被曝の現場での応急手当は、汚染の疑われるいかなる傷の場合も大量の水によりただちに洗浄することから始めるべきである。創傷からの出血を促すべきである。ある場合、とくにランタニドあるいはアクチニドが関与している例では、キレート剤 DTPA の適当な化学形のものによる傷の治療が勧められる。このような治療はできるだけ早期に、望むらくは受傷後数分以内に、行うべきである。

(41) 最終的な傷の処置としては、通常の外科手術が、無菌操作と創面切除に多少変更を加えて、適用される。ある種の核種、たとえばプルトニウムの場合には、手術中に循環血液の中に入った放射性汚染原物質の沈着を最小にするために、手術前に適当な化学形の DTPA を静注することが望ましいことがある。無菌消毒の途中で放射性汚染原物質が皮膚から傷の中に入ることを防ぐように注意しなければならない。したがって、とくに最初には、適当な仕切りか覆いで傷を隔離することが望ましい。傷の反復洗浄とその後の傷のモニタリングとは、除染ができたかどうか、残存汚染があるかどうかのチェックに必要である。創面切除の間に取り除かれた組織は、放射能検査のため適切なラベルをつけた容器に取っておくべきである。傷のモニタリングの結果、放射能汚染がなくなったことがわかったときには、創面切除に使った手袋と手術器具は、手術の仕上げをするには使わずに、モニタリングと除染のため別にしておくべきである。

(42) 傷のモニタリングのためには、特殊な傷口プローブ付カウンターと検出器が必要である。

体内汚染の処置

(43) 尿、糞便、および、鼻または口のふきとり試料の放射能を測定した結果、あるいは身体の体外測定の結果、被曝作業者の体内の放射性核種の残存身体負荷量が有意であると思われたならば、体内器官および組織への放射性核種の沈着を最小にし、かつ、排泄を増強させる目的で、種々の薬剤による治療を行うことがある。

(44) いくつかの例では、もしその安定物質が毒性を持たなければ、安定同位体を投与して、経口摂取された放射性物質の同位体希釈を行うことが推奨される。放射性ヨウ素が甲状腺に沈着するのを予防するために、ナトリウムまたはカリウムのヨウ化物またはヨウ素酸塩のかたちの安定ヨウ素を早期に経口投与することは非常に有効である。

(45) 呼吸器からの吸収を最小にするために刺激剤と去痰剤を使うのもよい。肺洗浄は現在研究中の段階である。ランタニドとアクチニドに対しては、血液中に移行した部分の沈着を妨げるために、DTPAのエロゾルミストを投与するのもよい。これはまた静注してもよい。

(46) 消化器からの吸収を最小にするための最も単純な処置は、硫酸マグネシウムのような緩下剤で排泄を促進させることである。ストロンチウムの放射性核種で体内汚染したある例では、腸管からの取込みを妨げるための試みとしてアルギン酸ナトリウムが使われた。プルシアンブルーの経口投与は、消化管内に入ったセシウムの放射性核種の腸管からの取込みをおさえ、セシウムの排泄を促進させるために使われた。

(47) 血液から放射性物質を除去し、体内に入った放射性核種の骨への沈着を減らすためには、さまざまな薬剤がある。ランタニドとアクチニドにはキレート剤が有用で、適当な化学形のDTPAを用いることが、知られているものうちで最も効果的である。可溶性ウラン化合物による体内汚染にはアルカリ性の食餌、重炭酸ナトリウムの注入、および、アセタゾールアミドのような利

(14)

尿剤の使用が推奨されている。

F. 異常被曝のさいの管理上の措置

(48) 異常被曝した作業者をその後引き続いて放射線作業につけてよいかどうかに関して取るべき態度については、あらゆる場合にあてはまる一般的勧告をすることは不可能である。作業者に関してなされるべきもろもろの決定、彼の一般健康状態、彼の熟練度、彼の今後の雇用期間は個人個人で異なる性質のものであること、および医師と患者の関係の本質から、一般化は初めから不可能なものである。特定の勧告は任意的になるであろうし、また医師にとっても被曝作業者にとっても受け入れられないかもしれない。

(49) 異常被曝した作業者の将来の雇用に関する勧告を行うさい、医師はかなり大きな裁量の範囲を持つべきである。作業者の個人的事情は医師にしかわからないであろうから、これらのすべてを考慮に入れるべきである。しかしながら類似の異常被曝例における管理上の措置が大きく異ならないことを確実にしようとするだけならば、指針となる原則はあった方が望ましい。以下の解説は、医師向けの行動指針というよりは原則を述べたという性質のものである。

(50) 異常被曝は一般にまれであり、通常は、ある一人の作業者に将来ふたたび異常被曝の起こる可能性が彼の将来の雇用を決める主な要因とはならない。とはいえ、作業者の行動が自身の事故被曝の一因であったとすれば、その種類の仕事に対する彼の適性を考慮すべきである。

(51) 各異常被曝の後には、放射線防護チーム（医師を含む）は異常被曝が起きた区域の監督者と協力して、その区域に将来同様な異常被曝の起こる可能性の有無を決めるために、被曝に関連した諸状況の総括的な検討を行うべきである。

(52) 被曝作業者が異常被曝の結果臨床的に観察できる傷害を示したならば、これらの傷害が仕事によってさらに悪化しないことを確実にするために、被曝者の職務を変える必要があるかもしれない。しかしながら、これらの傷害ないし臨床徴候のすべてが消失するまで作業者を放射線作業からはずすことは、必ずしも必要ではない。そこで、たとえば表面組織の局所放射線傷害があるからといって、将来の仕事でより一般的な被曝をある程度受けるのを禁止することは必ずしも必要でない。

(53) ある人を放射線作業からはずすかどうかを決めるには、その人の社会的、職業的および経済的な責任を考慮に入れるべきである。完成した専門家は自分の専門的職業を変えるのは困難なことに気付くことがあろう。それほど専門化しておらず適応性の高いもっと若い人では、専門的職業を変えることはもっと容易であろう。大きなグループの人々によって行われている仕事、および、社会的または科学的に重要なプロジェクトの完成に、ある上級職員あるいはある高級専門家が与える影響を考慮することも、必要である。このような考慮によって、相当な責任を持っている人は異常被曝したとしてもその職務に留まることを正当化できるかもしれない。このような状況では、その個人の綿密な医学的監視が必要である。

(54) 医師は、被曝作業者の通常の活動に関して助言した方がよい制限があれば何でも、その作業者に説明すべきである。とくに、異常被曝により男性生殖腺の照射が起こったあと数か月以内に起こりうる生殖のリスクについて勧告すべきである。妊娠している作業者の照射後には、胎児の異常発育のリスクについて勧告すべきである。

(55) 異常被曝した作業者一人一人について、保健物理的測定結果のすべておよび長期追跡の記録を含む病歴のすべての記録をとり、保管することは必須である。異常被曝した作業者が放射線作業にもどるのを許可するという勧告を行ったときには、その勧告の詳細な理由を当の作業者の病歴中に記録しておく

(16)

べきである。異常被曝の直後には放射線傷害の徴候も症状も示さなかった作業者に関しても、病歴を保持しつつ定期的な診察を行うことが重要である。

G. 異常被曝にそなえる医療サービス組織

(56) 放射線の発生源を使用している多種多様な施設と企業における作業者の異常被曝の潜在的原因はそれぞれ異なり、またそのような施設と企業内の職員組織および作業者の医療処置のための準備もそれぞれ異なるので、作業者の異常被曝にそなえる医療サービス組織の計画をこの報告の中で詳細に規定することは実際的ではない。しかしながら、そのような施設と企業の管理者が作るべき計画のひながたをここで概説することは望ましいことである。個々の施設または企業については、そこに存在するさまざまな種類の異常被曝のリスクに関して放射線防護チーム（作業者の医療処置に責任を持つ医師を含む）が行う徹底的な評価に基づいて計画が立てられるべきである。

(57) 一般原則として、異常被曝にそなえる医療サービスの計画は、機能上次の3段階のレベルについて与えられているべきである。つまりあらゆる緊急の非放射線傷害を取り扱う即時応急手当と、“地域”医療サービスによる治療と、専門施設での治療とである。

異常被曝の現場での応急手当

(58) いかなる事業所であっても、異常被曝が疑われたらすぐに、応急手当を行うための適切な知識を持った人々を確実に利用できるように、特定の作業者を訓練しておくべきである。これら訓練された人々には、応急手当を行うに当たってとるべき処置に関する詳細な指導書を与えておくべきである。救急用品は頻繁かつ定期的に検査すべきである。

(59) 放射線あるいは放射能のモニタリングのための専門的な用具と技術とを利用できるように、救急サービスと放射線防護サービスとの間に連絡網を確立しておくべきである。

“地域”医療サービスにおける治療

(60) “地域”医療サービスは施設内か企業内に設けられたもの、あるいは施設または企業の近隣にある既存の医療施設（たとえば病院または診療所）の中に設置されたものの、どちらでもよい。後者の医療施設に関しては、施設または企業の管理者が、異常被曝した作業者に対する治療の準備の手配を前もって適切に行っておくべきである。

(61) 適当な施設、要員、設備、備品その他の物は、“地域”医療機関ですぐ使えるようになっているべきであり、また、施設または企業の放射線防護サービスがその“地域”医療機関との共同作業にすぐに使え、かつ装備されていることを確実にするための手はずを整えておくべきである。

(62) ある施設または企業での異常被曝のリスクの一つ一つを考えたとき、その施設または企業の作業者の医療処置に責任を持つ医師は、応急手当の後作業者を“地域”医療機関へ移送することに関する規準も含めた、異常被曝した作業者の医療処置の方針について、明確な計画を用意し、文書にしておくべきである。このような計画には、異常被曝の現場で行われたあらゆる応急手当に関する情報のその医師への通知についても規定しておくべきである。

(63) 医師は、被曝作業に関する包括的な病歴を保管する方法を確立し、被曝作業者の医学的追跡ができるようにすべきである。

専門施設での治療

(64) 体外被曝または体外あるいは体内汚染、またはこの両者を伴ってもっとひどく異常被曝した作業者は、専門医療施設に移送する必要があるであら

(18)

う。そのような施設は、大きな医療センターの援助と、ひどく異常被曝した患者の医療処置を行う専門職員、設備およびサービスが利用できるようになっていくことが期待される。迅速な移送が可能ならば、そのような専門施設一つで広い地域のサービスをすることが可能であろう。したがってそのような専門施設は広い地理学的区域に1つか2つだけで十分と思われる。

(65) そのような専門施設への被曝作業者の移送を容易にするためには、はっきりと規定した手はずをあらかじめ作っておくことが必須である。この手はずには、移送、特定の施設または企業で作業者の医療処置に責任を持っている医師による専門施設との必要な連絡の確立、および、その医師とその施設との合議によって被曝作業者をその専門施設へ移送するかどうかを決めるのに使われる規準の作成、が含まれているべきである。

付 録 1

異常被曝したと思われる作業者の予備スクリーニング

1.1 どのような放射線事故の場合でも、異常被曝した人々を同定することは困難であろう。事故にまきこまれた作業者とその同僚から得られる情報、臨床症状の発現（付録2参照）から得られる情報、および、放射線と放射能の測定によって得られる情報をよりどころとしなければならない。

作業者からの情報

1.2 作業者に異常被曝をもたらしたであろう事象に関するすべての情報を注意深くすみやかに収集し、つき合わせる事が重要である。場合によっては、その情報から何人かの作業者が実際異常被曝したという肯定的結論が導かれるであろう。異常被曝のレベルの算定と被曝した作業者の同定とは、被曝の源と作業者との位置関係、あったといわれる被曝にいたる一連の事象、および被曝の継続時間といった情報を、できるだけ完全に収集することによってよりよいものとなるであろう。これまでの経験によれば、異常状況に関する事実情報の提供にあたって、作業者のうちのある者は他の者より信頼性が高い。したがってできるだけすみやかに確実な証拠をかためる試みをすべきである。多くの場合、事故現場にいたすべての作業者が異常被曝したと仮定し、確定はもとあとで他の方法に頼るのが最良であろう。

汚 染

1.3 異常被曝が体外汚染を伴う可能性があるときには、適切な特性を持ったモニタリング計器を用いて体外汚染をした作業者を容易に同定することがで

(20)

きる。顕著な体内汚染が生じたと思われる状況下では、作業者の身体表面および彼らが着用していた衣類の直接モニタリングはあいまいな答えを与えるであろう(1.4参照)。そのような場合には、作業者自身とその衣類の“スミア試料”を測定することによって、体外汚染に関する確かな答が得られるであろう。

1.4 体内汚染の疑いがあるときには、放射能に関する空気および近傍表面のモニタリングによって汚染が検出されれば、一応はその現場のすべての作業者が体内汚染をしたと予備的に仮定するのが正当であろうが、被曝作業者を同定するには多くの場合もっと詳細な算定を必要とする。体外プローブ、ガンマカメラ、スキャナあるいは全身モニタにより作業者を測定すると、体内に取り込まれた放射性核種からの光子、あるいは、 β 線放出核種の摂取の結果としての制動放射からの光子の放出によって、肯定的な結果の得られることがあろう。しかし、もし作業者に体外汚染が存在したり、あるいは作業者が中性子または高エネルギー光子の照射を受けていたならば、これらの測定値はあいまいなものであろう(1.10~1.11参照)。

1.5 体内被曝に関しもっと信頼できる指標は、起こったと思われる異常被曝の後に採取した尿または糞試料の放射化学分析によって得られるであろう。そのような分析にはかなりの時間を必要としよう。もし適切な測定機器が利用でき、一方、高レベルの体内汚染が存在すれば、前もって尿、および糞試料を化学分析することなしに測定するだけで、肯定的な指標が得られるであろう。

1.6 異常被曝の疑いがあった場合すみやかに鼻孔と口からふきとり試料を採取し、適当なモニタにより放射能をチェックするとよい。これらのふきとり試料が放射能の存在をはっきり示せば、もっと手のこんだ(たとえば尿についての)分析の結果がでるまでは、体内汚染があると仮定すべきである。

体外被曝

1.7 体外被曝のあったことは、予備的には、個人線量計およびエリア線量計から得られた結果によってわかるであろう。しかしながら、細いビーム状か、限られた照射野の場合には、実際には作業者は身体の部分被曝をしたとしても、これらの線量計は何の被曝も示さないであろう。

1.8 β 線および低、中エネルギー光子と異なり、中性子および高エネルギー光子照射による被曝の場合には、作業者の身体内、作業者が身につけあるいは持っていたもの、およびその現場にあった物の中に、検出可能な量の誘導放射能が生成する場合がある。異常被曝した作業者の同定を試みるにあたって、このような潜在的な情報源に頼るべきである。

1.9 作業者の個人線量計にインジウム箔が入っていれば、これを中性子被曝の同定手段として用いるべきである。インジウム箔の予備的な測定は可搬型放射線モニタで行いうるであろう。しかし個人線量計の中のインジウム箔に中性子によって誘導される放射能は、箔が作業者の身体によって中性子照射からどれほど遮蔽されていたかによって相当影響を受けるであろう。この誘導放射能は半減期が短いので、インジウム箔のもっと手のこんだ分析はできるだけすみやかに行うべきである。中性子照射があったという他の確かな証拠(1.10～1.11参照)が存在すれば、インジウム箔の測定から得られたデータは中性子線ビームに対する被曝作業者の向きに関する有用な情報を与えることがある。

1.10 作業者の中性子照射に関してもっと信頼のできる情報は、血液試料中の誘導放射能である ^{24}Na と ^{38}Cl の測定から得ることができよう。半減期が37分の ^{38}Cl を利用するのなら、測定はできるだけすみやかに行うべきである。しかし ^{24}Na の放射能だけを頼りに検査するのなら、この放射性核種の半減期はもっと長い(15時間)から、検査は数時間遅れてもよいであろう。

1.11 中性子照射に関する補足的情報は、作業者が携帯していた金属物品、毛髪または爪試料、羊毛の衣類から採った試料、および現場の物品の検査から

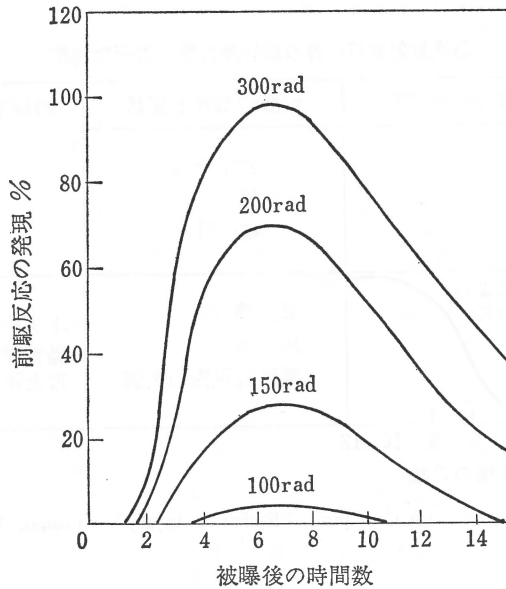
も得られるであろう。得られた情報は中性子照射の空間分布を決定するのに役立つであろう。

付 録 2

放射線症の症状および臨床的徴候

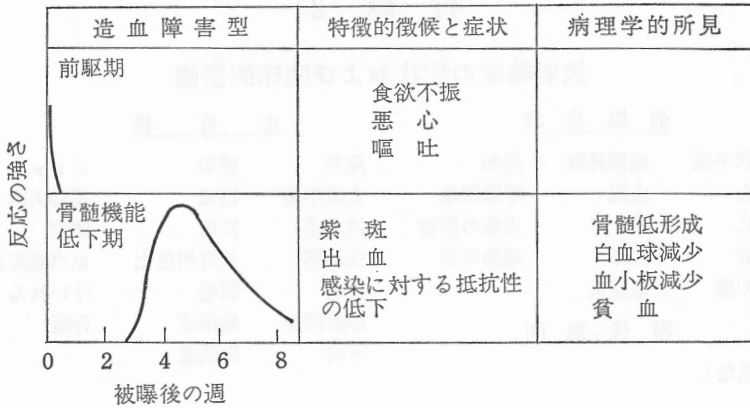
前 駆 症 状			主 症 状		
食欲不振	感情鈍麻	発熱	発熱	感染	ショック
悪心	虚脱	呼吸困難	食欲不振	出血	運動失調
嘔吐	発汗	過度の興奮	倦怠感	紅斑	興奮
下痢	紅斑	運動失調	疲労感	皮膚褐色化	見当識障害
疲労感	結膜炎		衰弱	脱毛	けいれん
	潜 伏 期 間		体重減少	無精症	昏睡
	症状なし		下痢	腸閉塞	

低 LET 放射線照射で吸収線量をかえたときの
人における前駆症状の推定頻度と時間的推移



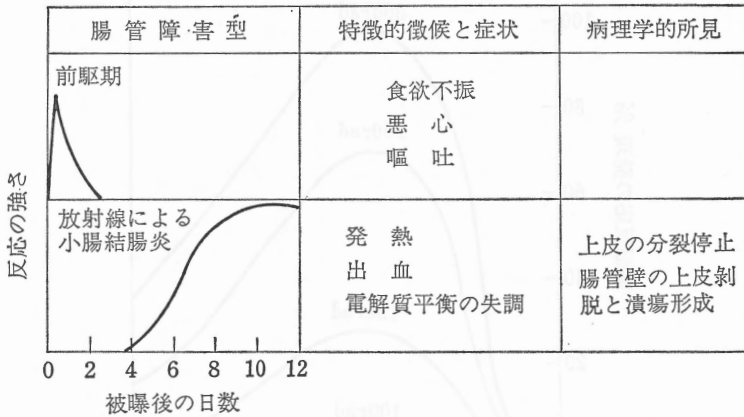
(A.C. Upton, "Radiation Injury", Chicago, 1969より)

人における急性放射線症候群の造血障害型の著明な特徴



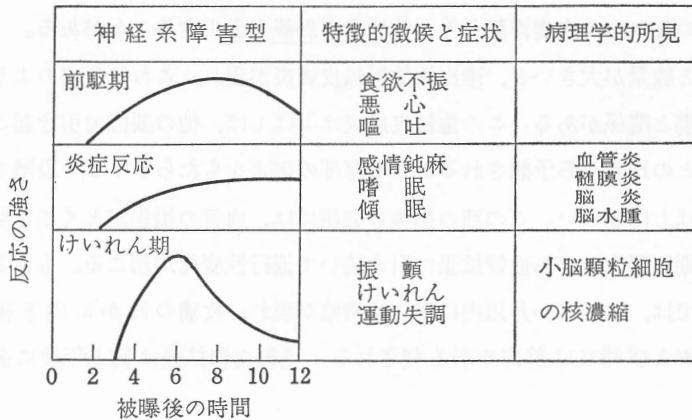
(A.C. Upton, "Radiation Injury", Chicago, 1969より)

急性放射線症候群の腸管障害型の著明な特徴



(A.C. Upton, "Radiation Injury", Chicago, 1969より)

急性放射線症候群の中中枢神経系障害型



(A.C. Upton, "Radiation Injury", Chicago, 1969より)

皮膚に対する影響

放射線に対する皮膚の反応は、単純な発赤から壊死にいたるものまでである；皮膚反応の重要さはいくつかの因子によって変わるすなわち：線量の大きさ、線質、被曝時間、照射野の大きさ、照射された解剖学的部位。初期皮膚反応のレベルは重篤度の順で次のとおりである：紅斑、乾性表皮剝離、滲出性皮膚炎、壊死、慢性潰瘍形成。あまり透過力のない放射線は皮膚とその付属組織にほとんど限定されることの多い影響を生ずる。

初期紅斑は照射ののち数時間で現れるが、その後数時間ないし数日後に消退する。その頻度は高い方から次の順のように思われる：顔、首、胸、腹、腿、背。この紅斑は線量が大きいほど早期に発現する。もう少し線量が大きいと、初期紅斑のあと約8～10日目に第二の真正紅斑が現れる：それは約15日目に最も強くなり、その後減弱して20日目には消える。その発現の時期も線量によって変わるため、この2種類の紅斑の間隔は一定しない。非常に高レベルでの1回被曝ののちには、初期紅斑は数分以内に現れ、ついで消えたり現れたり数回

繰り返すがきまった間隔はない；そして最終的な紅斑はもっと鋭敏な反応を示す。この紅斑には皮膚浮腫を伴う乾性表皮剝離を合併することがある。

もっと線量が大きいと、滲出性放射線皮膚炎が現れ、これは皮膚のより深層部の損傷と関係がある。この急性皮膚炎はしばしば、他の要因で引き起こされる熱傷との比較から予想されるよりも深部の傷害をもたらず；この段階での痛みはしばしばひどい。この種の損傷の発現には、血管の損傷がとくに重要である。初期影響すなわち血管拡張に引き続いて退行性変化が起こる。もっとひどい症例では、2～3か月以内に無痛性潰瘍が現れ、皮膚のほかに皮下組織、血管、および時には筋肉や骨も侵される。毛細血管拡張は約1年後に発現する。

脱毛のないことはほとんどなく、一過性のことも永久のこともある。

重篤度の異なるこれらの症状がみられる線量範囲は広い。脱毛は300 rad 以下では起こらないから、よい指標である。吸収線量が600 rad より低ければ脱毛は一過性で、それ以上だと永久である。初期紅斑は吸収線量約200 rad で現れ、もっと大線量ではもっとひどい傷害となる（たとえば急性滲出性皮膚炎は1,500 rad 以上で）。これらの吸収線量は低 LET 放射線の場合である。

急性全身照射のさい現れる放射線傷害の症状，治療および予後のまとめ

線量の範囲	100—1,000 rad 治療範囲（有効な治療ができる範囲）				1,000 rad 以上 致死範囲	
	0—100 rad	100—200 rad	200—600 rad	600—1,000 rad	1,000—1,500 rad	5,000 rad以上
治療の必要性と可能性	何も必要なし	臨床的観察	治療は効果あり	治療できる可能性あり	姑息的治療	
嘔吐の発現	なし	100rad: 5% 200rad: 50%	300rad: 100%	100%	100%	
悪心+嘔吐が起るまでの時間	—	3時間	2時間	1時間	30分	
主な器官	なし	造血組織			消化管	中枢神経系
特徴的徴候	—	中程度の白血球減少	重い白血球減少，紫斑，出血，感染，300rad 以上で脱毛		下痢，発熱，電解質平衡の失調	けいれん，振顫，運動失調，嗜眠
被曝から最重症期までの期間	—	—	4—6週		5—14日	1—48時間
治療法	精神療法	精神療法，血液学的観察	輸血，抗生物質	骨髄移植の可能性あり，白血球，血小板輸血	電解質平衡の保持	対症療法
予後	きわめてよい	きわめてよい	要注意	要注意	不良	絶望的
回復の時期	—	数週	6—8週 1—12か月	長びく	—	—
致死率	0	0	0—80%	80—100%	90—100%	—
死期	—	—	2か月	2か月	2週	2日
死因	—	—	出血—感染		小腸結腸炎	非可逆的循環系虚脱，脳水腫

国連事務総長から国連総会への報告書からとった。（Document A6858, 1967年10月10日）

付 録 3

チェックリスト A

透過性放射線に全身が被曝したときにとるべき措置

I) 被曝後0～6時間

医療管理：

救命のための合併傷害の治療

ひどい体外汚染のチェックをする。もし汚染があり、かつ患者の臨床状態が許すならば、衣服を脱がして汚染箇所を洗う(35～39項)。

悪心または嘔吐、あるいはその両方に対し弱い鎮静剤を与える。

臨床的観察：

予備的な線量計測の情報を集める。

患者にこの事故について聞き、この情報を線量計測チームに伝える。

線量当量限度の5倍を超える被曝があったのではないかと疑われるときには、臨床的観察を開始する(19～22項)。

臨床症状、初期の血球数検査、事故についての患者の説明、および得られる物理的線量計測に関する予備的信息から、暫定的に予後の判定をする。

生物学的検査：

尿試料を採取して保存する。

事故直後の血球数検査のためおよび生化学的検査のため、血液試料を採取する。

リンパ球培養と染色体分析のため血液を採取する。

線量計測調査：

被曝した者およびそばにいた者からすべての個人線量計を回収し、線量を読む。

この結果から被曝者を選び出す（付録1参照）。

事故現場付近に定置式記録計があればそれらをチェックする。

患者の供述を医師から聞く。

もし中性子被曝の疑いがある場合には、誘導放射能測定のため患者の持っていた貨幣などを回収する（14項）。

推定される放射線の種類と線量分布、および線量のレベルの第1回算定を行い、医師に告げる。

線量が平均値よりもずっと高かったかもしれない患者の身体部位があれば、それを同定する。

そばにいた者に質問する。

医師が許したらただちに ^{24}Na の予備的測定を行う。

管理上の措置：

状況の詳細な調査を行う。

II) 被曝後6～71時間

医療管理：

もし吸収線量が 100 rad を超えると思われたなら、対症治療と鎮静を行い、患者は専門病院に移送する（32項）。

もし吸収線量が 100 rad 未満ならば通院によって医学的監視を実施する（31項）。

(30)

臨床的観察：

きめ手となる症状（紅斑，神経症状，悪心，嘔吐）にとくに注意して，完全かつ系統的な臨床検査（19～22項）を行う。

脳電図（EEG）または心電図（ECG）をとる。

予後を算定しなおす。

生物学的検査：

尿試料を毎日採取する。

血液学的検査，生化学的検査，および染色体検査のため，血液試料を採取する（24時間以内に3回，その後は1日に1回）。

線量計測調査：

医師が許すならば，全身計測も含めてさらに患者のモニタリングを行う。

すべてのデータを検討し，線量レベルと大体の線量分布とをもう一度算定する。

線量が大きいと思われたならば，この事故の再現を考慮する。

管理上の措置：

事故の考えられる経過につき討議する。

Ⅲ) 被曝後72時間以降

医療管理と臨床的観察：

要すれば，1週間またはそれ以上外来通院による医学的監視を行う。

必要がなくなればただちに患者を監視から解放する。

追跡のための医学的監視の措置をとる。

将来の監視に関する医学上の助言をする。

生物学的検査：

染色体検査，物理的線量計測，および臨床経過から，線量と予後とを算定しなおす。

要すれば，血球数計算のため血液試料採取を毎日続け，生化学的分析を繰り返す。

生化学的所見を比較するための尿試料を採取する。

線量計測調査：

物理的線量計測からの平均線量の推定値を，染色体検査，生化学的所見および血球数計算からの線量推定値とくらべる。

事故は初めに想定されたよりも複雑だったかもしれないので，不一致があれば，その意味するところを検討する。

要すれば事故を再現する。

線量レベルと線量分布について最終結果を出す。

将来の雇用につき医師と討議するため，被曝者が今後再び被曝する可能性について検討する。

管理上の措置：

作業者の将来の雇用に関する討議（F章参照）を行う。

事故の医学-法律面の諸問題を考察する。

チェックリスト B

透過性放射線に手が被曝したときにとるべき措置

被曝後の時間	医療管理	臨床的観察	線量計測調査	管理上の措置
0—6時間	—	事故につき作業者に質問 皮膚の注意深い検査(21項 および付録2) カラー写真の撮影	個人線量計の読取り 吸収線量の決定	状況の詳細な聴取
6—71時間	患者を専門医療セ ンターに委託	皮膚検査とカラー撮影の反 復	事故の再現	
72時間以降	—	同上、数か月間	線量の最終推定値を 出す	将来の雇用に関し考察(F章) 事故の医学-法律面の考察

チェックリスト C

透過性放射線に顔が被曝したときにとるべき措置

被曝後の時間	医療管理	臨床的観察	生物学的検査	線量計測調査	管理上の措置
0—6時間	神経症状の対症的処置 大線量の場合専門病院に移送	予備的線量計測情報の 収集 臨床的観察 見当識喪失、運動失 調、灼熱感、ショック (22項参照) 脳電図	チェックリストA参 照	吸収線量の決定(チェ ックリストA参照)	状況の詳細な聴 取
6—71時間	—	臨床的検査の反復 (紅斑、浮腫、結膜炎) (21項および付録2)	適切な生化学的検査 と血液検査のため3 日目または4日目に 尿と血液試料の採取	事故の再現	将来の雇用に関 し考察(F章) 事故の医学-法 律面の考察
72時間以降	—	通院による医学的監視			

チェックリスト D

体内汚染があると疑われたときにとるべき措置

被曝後の時間	医療管理	生物学的検査	線量計測調査	管理上の措置
0—6時間	予備的治療 (40～47項)	鼻または口のふきとり試料 全身モニタ 尿、糞試料の採取 血液試料(染色体検査) (26項)	摂取の確認 予備的算定	状況の聴取
6—48時間	さらに治療を行う かどうかの決定 治療	糞、尿試料 身体の放射能測定	過大な摂取のあった ことの証明 空気試料採取調査	
48時間以降	治療継続	試料採取プログラム継続	残留放射能から受け た器官線量および将 来線量の推定	将来の雇用問題の考察 (F章) 事故の医学-法律面の 考察

参考文献

1. Recommendations of the ICRP (adopted September 17, 1965), *ICRP Publication 9*. Pergamon Press, Oxford (1966).*
2. General principles of monitoring for radiation protection of workers, *ICRP Publication 12*. Pergamon Press, Oxford (1969).
3. Evaluation of radiation doses to body tissues from internal contamination due to occupational exposure, *ICRP Publication 10*. Pergamon Press, Oxford (1968).
4. The assessment of internal contamination resulting from recurrent or prolonged uptakes, *ICRP Publication 10a*. Pergamon Press, Oxford (1971).
5. *Radiation Injury (Effects, Principles and Perspectives)*, Arthur C. Upton, Chicago (1969).
6. *Risk Evaluation for Protection of the Public in Radiation Accidents*, IAEA Safety series nr. 21, Vienna (1967).
7. Radiation Quantities and Units, *ICRU Publication 19*. International Commission on Radiation Units and Measurements, Washington (1971).
8. The evaluation of risks from radiation, *ICRP Publication 8*. Pergamon Press, Oxford (1966).
9. Radiosensitivity and spatial distribution of dose, *ICRP Publication 14*. Pergamon Press, Oxford (1969).
10. Ionizing radiation: levels and effects. A report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, to the General Assembly, United Nations, New York (1972).
11. *Medical Supervision of Radiation Workers*, Safety series nr. 25-WHO-IAEA-ILO, Vienna (1968).

* 新しい ICRP 勧告 (1977年1月採択), *ICRP Publication 26*. Pergamon Press, Oxford (1977) におきかわっている。

作業者の緊急被曝と事故被曝に対
処するための諸原則と一般の手順

定価 500円

昭和54年6月1日 初版第1刷発行

昭和57年9月1日 初版第2刷発行

編集 社団法人 日本アイソトープ協会
および 財団法人 仁科記念財団
発行 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

発売所 丸善株式会社

印刷・製本 富士美術印刷KK (803) 1171~9