

The Manual for Radiological Protection in Medicine

放射線防護

マニュアル

第**3**版

安全・安心な放射線診断・治療を求めて

草間 朋子 (東京医療保健大学副学長)

小野 孝二 (東京医療保健大学准教授)

日本医事新報社

1

医療領域における放射線被曝と放射線防護

▶ 医療領域の放射線利用は、医療被曝、職業被曝、公衆被曝を伴う。

1. 放射線被曝の区分

人体に放射線を受けることを「放射線被曝」あるいは「被曝」という。

医療、工業、農業、エネルギー領域等における放射線利用に伴い、人々には放射線被曝がもたらされ、さらに環境に様々な負荷をかける可能性がある。

しかし、人類は、放射線利用に伴うメリットを受けているので、放射線利用は今後も続き、特に医療領域での放射線利用は、今後ますます加速するであろう。

放射線利用に伴うすべての人々の被曝線量および環境への負荷をできるだけ軽減し、安全に安心して放射線・放射性物質を使い続けるために、様々な方策が採られており、これを放射線防護という。放射線防護の目標を以下に示す。

放射線防護の目標

放射線利用に伴う

- 確定的影響の発生を防止する
- 確定的影響の発生を制限する

上記の放射線防護の目標を効果的・効率的に達成していくために、放射線被曝を、被曝する人々に着目して表1に示す3つに区分し、具体的な放射線防護方策が採られる。

表1に示した3つの被曝区分のすべてが存在するのは、医療領域の放射線利用だけである。医療以外の領域においては、① 職業被曝と② 公衆被曝しかない。

表1 ▶放射線利用に伴う放射線被曝の区分

職業被曝	業務の過程で職業人（医療従事者など）として受ける放射線
医療被曝	放射線診断や放射線治療の過程で患者として受ける放射線 放射線診断や治療を受けた患者の介助者（業務上関わる職業人を除く）の受ける放射線 新しい技術などの研究開発に伴い被検者の受ける放射線
公衆被曝	職業人および患者以外の一般の人々の被曝で、放射線施設の近傍の住民など一般の人々（公衆）が受ける放射線

2. 医療領域の放射線利用と医療被曝

医療被曝（患者等の被曝）を伴う放射線利用は、次のように大別される。

- ① 放射線診断
- ② 放射線治療
- ③ インビボ核医学診断
- ④ インビボ核医学治療
- ⑤ 新技術の研究・開発

医療被曝を伴わない医療領域の放射線利用としては次のものがある。

- ① インビトロ核医学診断
- ② 医療器材の放射線照射 (31参照)
- ③ 輸血用血液の放射線照射 (31参照) など

線源別の日本国民1人当たりの放射線量の中で医療放射線利用に伴う被曝の割合を図1および表2に示す。

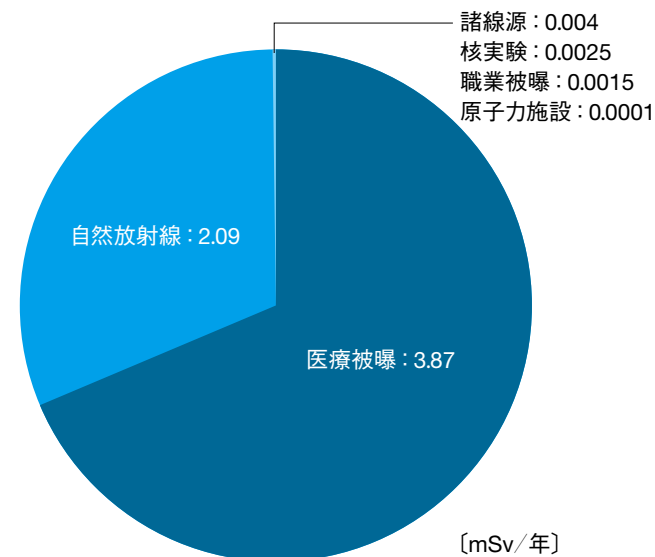


図1 ▶線源別の日本国民1人当たりの線量 (平成23年12月)
〔新版 生活環境放射線 (国民線量の算定) ．原子力安全協会、2011より〕

表2 ▶日本における国民1人当たりの被曝線量

	実効線量 (mSv/年)
自然放射線	2.09
核実験による放射性降下物	0.0025
職業被曝	0.0015
医療被曝	3.87
諸線源による被曝*1	0.004
原子力・RI関連施設による公衆被曝*2	0.0001
合計	5.97

*1：航空機乗客の線量が主体

*2：地球規模クリプトン85 (⁸⁵Kr) が主体

8 上部消化管X線検査

- ▶ 人間ドックや職場の健康診断等も含めてスクリーニング検査としての上部消化管のX線検査の実施頻度は依然として高い(人口1,000人当たり118件/年)。
- ▶ 上部消化管のX線検査は透視を伴う検査であるために、透視の時間が患者(あるいは被検者)によって異なり、それぞれの患者の被曝線量が、1桁以上違う場合もある。上部消化管X線検査に伴う健康影響(ガンリスク)はわずかである。上部消化管の異常を早期に発見し、早期治療に結びつけることのほうが患者や社会全体にとってのメリットが大きい。

1. 上部消化管X線検査の際の患者の被曝線量

透視を伴う検査であり、透視時間によって患者の線量は1桁以上違う可能性がある。上部消化管検査の際の患者の被曝線量の1例を表1に示す。

患者の被曝線量は、照射野の大きさ、透視の時間、撮影枚数によって異なる。

患者の体表面の皮膚の被曝線量は、透視で10mGy/分、撮影で1~2mGy/撮影程度であり、臓器線量を推定する際に参考になる。臓器線量は、皮膚線量よりも低くなる。

2. 上部消化管X線検査に伴う健康影響

上部消化管X線検査による患者の被曝線量は低く、患者に確定的影響が発

表1 ▶ 上部消化管検査時の患者の被曝線量 (mGy)

甲状腺	赤色骨髄		肺		生殖腺		乳腺	胎児
	男性	女性	男性	女性	男性	女性		
0.07	1.17	1.14	5.32	4.76	0.004	0.45	0.53	1.1

(ICRP Publ. 34および84)

生する可能性はない。

上部消化管X線検査で有意な被曝をする臓器・組織は、肺、赤色骨髄、乳腺、消化管(食道、胃、十二指腸)、甲状腺などである。これらの臓器・組織の放射線被曝に伴う健康影響(生涯ガンリスク)を表2に示す。

疫学調査の結果では、50~100mGy以下の被曝では、白血病、固形ガンについて統計的に有意な増加は認められていない。

上部消化管X線検査による患者個人の放射線影響のリスクは、検査により患者が受ける便益に比べて小さい。

3. 検査に際しての注意事項

白血病をはじめとしたガンは、積算線量が問題になる。したがって、生涯の積算線量が増加しないように、他の検査と同様に1回1回の検査の被曝線量を減らす努力が必要である。このためには、照射野をできるだけ絞ることと、透視時間をできるだけ短くすることが大切である。

著者らの調査では、健常者を対象にした人間ドックでの上部消化管X線検査の透視時間は、50秒から約10分までの間に分布していた。患者の被曝線量は透視時間に比例するので、透視時間をできるだけ短くすることが大切である。フットスイッチをこまめに切るようにすることにより透視時間が短縮

表2 ▶ 放射線被曝に伴うガンのリスク(生涯リスク)

	男性	女性
食道ガン	$14 \times 10^{-7} / \text{mGy}$	$16 \times 10^{-7} / \text{mGy}$
胃ガン	$51 \times 10^{-7} / \text{mGy}$	$70 \times 10^{-7} / \text{mGy}$
肺ガン	$84 \times 10^{-7} / \text{mGy}$	$174 \times 10^{-7} / \text{mGy}$
乳腺ガン		$116 \times 10^{-7} / \text{mGy}$
甲状腺ガン	$4 \times 10^{-7} / \text{mGy}$	$20 \times 10^{-7} / \text{mGy}$
白血病	$24 \times 10^{-7} / \text{mGy}$	$22 \times 10^{-7} / \text{mGy}$

(ICRP Publ. 103)

解説

線量限度 (dose limit) と診断参考レベル (diagnostic reference level)

放射線防護の目標は、放射線・放射性物質の利用に伴う確定的影響の発生を防止し、確率的影響の発生を容認できるレベルに制限することである。

確定的影響の発生は、放射線利用に伴うすべての人々の被曝線量を「しきい線量」以下にすることによって防止(発生をゼロにする)することができる。

一方、確率的影響のリスクについては、しきい線量の存在しない直線関係(LNT: Linear Non-Threshold)を仮定しているため、リスクをどの程度まで容認できるかについては被曝する人々の価値観が入り、判断が難しい。しかし、正当化された放射線被曝を伴う行為を実施していくためには、リスクを容認できると判断される基準となるレベルを設定し、その基準レベルを遵守していく必要がある。そこで、国際機関(ICRP, IAEAなど)では、生活環境中の様々なリスク等を総合的に勘案して、放射線利用に伴う放射線防護の目的を達成するための基準を提案(勧告)している。

放射線防護基準としては「線量限度」「線量拘束値」「参考レベル」が提案されている。

線量限度は、それぞれの被曝のカテゴリー(職業被曝、公衆被曝)に含まれるすべての人々の被曝線量がこの基準を超えるべきではないとされる上限値である。日本では、ICRPが勧告する線量限度を、放射線防護関係法令(放射線障害防止法、医療法など)の中で「線量限度」として設定している。

一方、「線量拘束値」と「参考レベル」は、防護の最適化を検討する際に、それぞれの被曝のカテゴリーの中で、個々の線源あるいは行為(診断行為など)ごとに、個人の被曝線量が「線量拘束値」「参考レベル」を超えないように、防護計画・方策を検討するために用いられる線量の上限であり、個人の被曝線量がこのレベルを超える防護方策は適切ではないとされる。

診断参考レベルは、放射線診断の条件(装置、撮影条件などの選定)を適切に設定し、高い線量を受ける患者であっても、そのレベルを超えないようにするために提案されている値である。各医療施設では、個々の放射線診断や核医学検査の際に使用する放射線診断装置や撮影条件などを適切に選択し、すべての患者がこの値を超えないように品質管理(QC: Quality Control)を行っていく必要がある。診断参考レベルを超える放射線診断は、不適切であると判断すべきである。

診断参考レベルが適用される高い線量を受ける個人とは、「代表的個人(representative person)」(比較的高い線量を受ける小集団の平均値)であり、極端に線量の高い個人は除かれる。

CT検査、核医学検査(放射性医薬品の投与量)、日常的なX線検査に対する参考レベルがICRP, IAEA, 日本放射線技師会等から提示されている。