

教 育

適正な医療放射線利用を進めるために

東京大学医学部 草 間 朋 子

1. はじめに

人々は放射線や放射性物質に対して誤解と不安を持っている。放射線の存在を人間の五感で、直接、知ることができないということが、人々が放射線に対する不安をもつ一つの大きな原因になっている。医療の領域では、この放射線を意図的に人体に照射して診断・治療が行われている。放射線は五感に直接感じる訳ではなく、放射線診断に使われる線量では患者に放射線による影響が臨床的に観察されることもないので患者に対する直接的な侵襲はない。したがって、医療従事者が積極的に意識しないと放射線防護や放射線被ばくに対する関心をもつ機会は少ない。一方では、最近になりシネ撮影を伴う検査や、IVRなどが頻度多く行われるようになり、従来の放射線診断に比べて、患者の被ばく線量が高くなる診断等の頻度が増加している。

放射線診断から患者自身が得る便益は計り知れないほど大きく、今後とも放射線を用いた画像診断はますます増加する。患者が自分に対して行われる医療の質等を選択する時代を迎え、放射線診療を今後も順調にすすめて行くためには、患者が放射線診断の有効性を理解し、放射線に対する不安を無くすことが極めて重要である。このためには、放射線医療従事者も、常に、患者の立場にたち不必要な放射線被ばくを避ける努力をしていくことが重要なことである。

2. 放射線診断に対して不安をもっている患者は少ない

わが国の医療に伴う国民線量が、図1に示すように英国の4ないし5倍高いことから明らかなように、日本人の医療被ばくの数、頻度が医療の先進諸国に比べて多い。とくに、わが国では、健常者を対象にした集団検診や人間ドックが定期

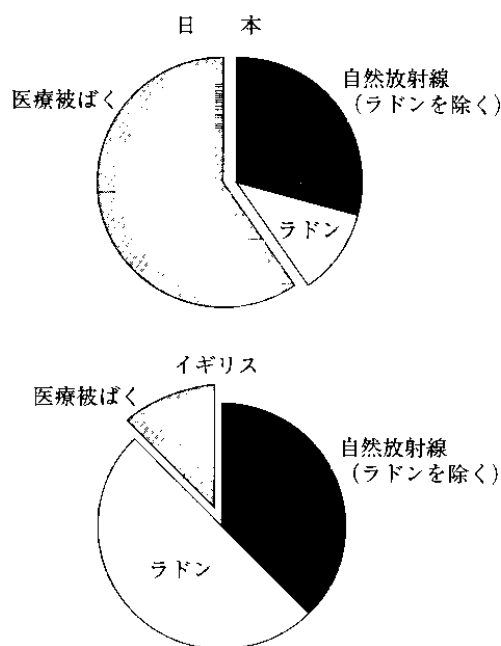


図1 日本とイギリスの国民線量の比較

的に行われていることも、医療被ばくによる国民線量を高くしている理由の一つでもある。

わが国の医療被ばく線量が高いことを反映し、放射線診断を受けた患者からの、放射線影響に対する不安についての相談を受ける機会が多く、最近では、インターネットを利用した相談もある。

患者からの相談でもっとも件数の多いのは、妊娠に気付かずに上部消化管検査を受けてしまったことによる胎児の奇形を心配してのものである。これらの事例に対応して常に思うのは、最初に相談を受けた医療従事者の対応が如何に重要かということである。

インフォームドコンセントが必要な時期を迎え、患者の不安に正確に答えていかなければ放射線診断も順調にすすめることが難しくなる。

集団検診をはじめとした放射線診断行為が一人ひとりの疾病の早期発見に役立ってきたことを疑

う余地はないが、一方では、適用の判断および運用方法等について定期的に見直し、ハード面およびソフト面での改善を図り、被検者の被ばく線量をできるだけ減少させる努力もしていかなければならない。

3. 患者の不安に答えるためには

放射線診断による放射線被ばくに対して不安を持っている患者には次の点を説明して納得してもらうことが重要である。

- ①放射線診断の必要性と、患者の受けたメリット
- ②放射線診断による被ばくでは放射線による影響の発生は心配いらないこと

一旦、放射線の影響に対して不安をもってしまった患者は、自分の受けたメリットについては全く念頭になくなってしまっている。したがって、患者にとって不可欠な検査であることをまず最初に説明しなくてはならない。この場合、普段から不必要な放射線診断が行われていないということが、自信をもって答えられることが前提となる。

放射線被ばくによる影響を心配する必要がないことを自信をもって答えられるためには、患者に対して行われた放射線診断による被ばく線量と心配している影響のしきい線量を理解しておく。

患者から相談の多い、胎児の影響、白血病、遺伝的影響について患者に説明する際の参考になる点を表1にまとめて示す。

透視を伴う診断行為の場合は、患者の被ばく線量は、患者によってかなり異なるので、撮影条件、透視時間などを考慮して、個々の患者の被ばく線量を評価する必要のある場合も少なくない。

患者に放射線診断に対して不安をもたせないようにするためには、検査に先立ち、放射線診断について患者あるいは患者家族に説明しておくことが重要である。放射線診断の前であれば、検査のメリットが分かるし、メリットに比べれば被ばくによる損失が極めて小さいものであることも患者は理解しやすい。

4. 何故、医療被ばく線量を減らす必要があるか

個々の放射線診断による被ばくで患者個人に影響が発生する心配がないのに、何故、医療被ばく

表1 放射線診断と放射線影響

胎児被ばくによる奇形の発生	<ol style="list-style-type: none"> ①奇形に対して敏感な時期は受精後2～8週（生理の開始日から4～10週）である。個々の奇形毎に感受性の高い時期は明らかである（カーネギーステージ）。 ②奇形の発生するしきい線量は100mGyである。 ③通常のX線診断で感受性の高い時期の胎児が100mGy以上の線量を受ける検査は少ない。
胎児の被ばくによる精神発達遅滞	<ol style="list-style-type: none"> ①精神発達遅滞に対して敏感な時期は受精後8～25週（生理の開始日から10～27週）である。 ②精神発達遅滞に関するしきい線量は100mGy以上である。 ③通常のX線診断で感受性の高い時期の胎児が100mGy以上の線量を受ける検査は少ない。
放射線診断と白血病	<ol style="list-style-type: none"> ①赤色骨髄に被ばくした場合以外は問題にならない。 ②赤色骨髄の線量が200mGy以下の場合、有意な白血病の発生は認められていない。 ③通常のX線診断で赤色骨髄の線量が200mGyを超える検査は少ない。
放射線被ばくと遺伝的影響	<ol style="list-style-type: none"> ①生殖可能年齢の人が生殖腺に被ばくした場合以外は問題にならない。 ②人では放射線による遺伝的影響の発生は認められていない。 ③通常のX線診断で生殖腺に有意な線量を受ける検査は少ない。

線量を減少させる必要があるのかと疑問をもつ医療従事者が少なくない。

医療被ばくを減少させる主な理由は次の二つである。

- ①患者個人の生涯線量をできるだけ減少させるため
- ②集団線量を減少させるため

放射線診断で問題になる影響は、確率的影響としてのガンと遺伝的影響である。ガンと遺伝的影響は、放射線によるDNAの損傷がもとになると考えられている。放射線によるDNAの損傷の大部分は、照射後の比較的早い時期に修復されてしまう。しかし、修復されなかったDNAの損傷は、長期間存在し、損傷を受けたDNAの数が放射線の線量の増加とともに蓄積していくと考えられている。このため、発ガン、遺伝的影響の発生確率は、集積線量に比例することになる。したがって、一人ひとりの集積線量をできるだけ少なくするこ

とが、放射線による個人レベルの健康リスクを減少することになるからである。また、ガンや遺伝的影響は、一人ひとりの観察では認められるものではなく、集団を対象にした疫学調査で確認される影響である。集団線量が大きくなれば、集団全体の発ガン率、遺伝的影響の発生確率が高くなる。そこで、集団線量を少なくするために、個々の患者の線量を減少させる必要がある。

医療従事者自身が、個々の患者毎の被ばく線量を減少させる必要性を認識しなければ、日本全体の医療被ばくは何時までたっても減少しない。

5. 医療被ばくを低減する努力は誰が行うか

医療被ばくは、他の二つの被ばく（職業被ばく、および、公衆被ばく）と異なり、意図的な被ばくである。患者に対して意図的な照射ができるのは、医師と診療放射線技師のみである。したがって、患者の被ばく線量を減少させる責任のほぼ全てが医師と診療放射線技師にある。

しかし、わが国の医療被ばくを増加させている原因の一端は患者にもある。わが国の場合は、医療に関する記録のリンケージが完全に行われていないので、一つの病気で患者があちこちの医療機関を訪れるとその度にX線診断が行われる可能性がある。したがって、患者が一つの病気で転院を繰り返すことは国民全体の医療被ばく線量を増加させることにもつながり、そればかりか、これは医療費の増加にも関係する。このための患者教育も必要であろう。

6. 医療被ばくの最適化

医療被ばくには線量限度がないので、医療被ばく全体の線量を減少させるためには、①行為の正当化（適用の判断）、および、②行為の最適化（診断的な価値を低下させない範囲で、患者の被ばく線量をできるだけ少なくする）を徹底させることによって達成しなければならない。

表2に示すように、それぞれの防護方策は、医師、診療放射線技師によって行われる。

正当化の判断は、医師に対する放射線医学や医療倫理等の教育を通して徹底していかなければならない。

最適化は、①透視時間をできるだけ短くすること、②撮影枚数をできるだけ少なくすること、③絞りを適切に使い、照射野をできるだけ狭くすることなどによって達成される。

図2に集団検診の上部消化管X線検査の際の被検者の皮膚線量の分布を示す。集団検診の場合、対象者のほとんどが健常者であるにも拘わらず、被検者によって皮膚線量に最大1桁以上の違いがあり、この大きな原因の一つは透視時間が違うためである。このことは、上部消化管の透視時間を短縮する余地がまだ十分あることが示唆される。

小児のX線撮影の際には照射野にとくに注意する必要がある。照射野を絞ることにより患者の被ばく線量を減少させるだけでなく、散乱線の量が減少することによる画質の向上にもつながる。学術雑誌などに記載されている小児の胸部単純撮影に、照射野を小児の身体ではなく、フィルムに合わせて撮影されたことが明らかな写真を見掛けることが時々ある。小児の場合は、身体が小さく各臓器が接近していること、四肢の骨髄にも赤色

表2 医療被ばくに対する防護の責任

行為の正当化 (適用の判断)	医師 歯科医師	①患者にとって不可欠な検査である。 ②他のリスクの低い代替手段がない ③その他
最適化 (被ばく線量をできるだけ少なく)	診療放射線技師 医師 歯科医師	①撮影枚数（再撮影の防止も） ②透視時間 ③撮影・透視の条件の設定 ④照射野 ⑤その他

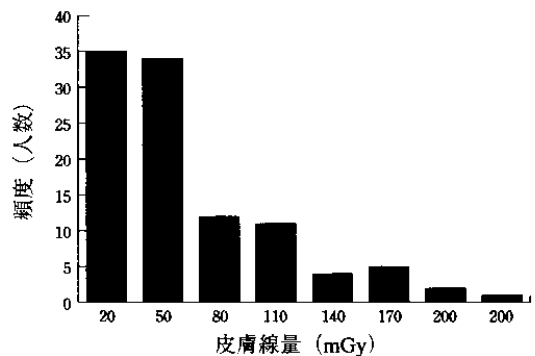


図2 人間ドックの際の被験者の入射面の線量分布

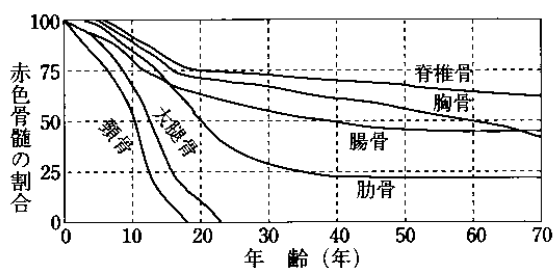


図3 各骨の骨髓中に占める赤色骨髓の割合

骨髓が残っていること(図3)などを考えると、光錐を用いて患者ごとに絞りを設定することが重要である。

前述したように医療被ばくに対しては線量限度を決めることはできないが、同じX線検査による患者ごとの線量の違いをできるだけ少なくするために、IAEA(国際原子力機関)が、1994年に日常的に実施されている典型的なX線検査およびインビボ核医学検査に対して表3および4に示すガイダンスレベルを提示した。ガイダンスレベルは、イギリス等での実態調査の結果を元に各検査毎の患者の線量の分布から75%値を採用したものである。したがって、無理なく実現できる線量である。

7. 過剰な放射線防護

放射線に対する不安は、患者だけではなく、看護婦等の医療従事者の中にもある。

実際の放射線診療の中で行われている過剰な放射線防護方策がこの不安をかえって助長している結果になるのではないと思われる例がある。日常診療の中で、著者が、過剰な放射線防護方策ではないかと思うものの代表的ものとしては、次の3つがある。

- ①胸部のX線単純撮影の際の鉛入りの腰部プロテクタの使用
- ②移動型X線装置での撮影を一般病室で行う場合、同室の患者や家族などを退出させること
- ③妊婦に対して全てのX線検査を避けること

(1) 胸部X線検査の際のプロテクタの使用

集団検診や、病院などで行われる胸部撮影の際に鉛入りの腰巻型のプロテクタを装着している光景をみることもあるが、これは本当に必要である

表3 典型的な放射線診断行為に対するガイダンスレベル(成人患者)

検査		入射面の線量 (1撮影あたりmGy)
腰 椎	AP	10
	LAT	30
	LSJ	40
腹部, IVU, 胆嚢	AP	10
骨 盤	AP	10
股 関 節	AP	10
胸 部	PA	0.4
	LAT	1.5
胸 椎	AP	7
	LAT	20
歯 科	歯根尖	7
頭 部	AP	5
	PA	5
	LAT	3
CTスキャン*	頭 部	50
	腰 椎	35
	腹 部	25
乳 房	グリッドなし	1
	グリッドあり	3
透 視	通 常	25mGy/分
	高レベル	100mGy/分

(IAEA 基本安全基準 1994/9から引用)

*水ファントムの回転軸上の線量

うか。しかも、プロテクタが女性のみ装着される場合が多い。これは、遺伝的影響を考慮し、女性の卵巣が男性に比べて照射野に近いことを考慮してのことと思われる。しかし、胸部撮影の際に、卵巣がX線錘の中に入ることにはありえない。散乱線による被ばくであるとすれば、主な散乱体は、被検者自身の身体であり、鉛入りのプロテクタは、被検者の身体からの散乱線を防ぐことにはならない。表5に胸部X線撮影の際の、生殖腺線量を示す。表5の値からも明らかなように胸部撮影の際の生殖腺線量は無視できるほど低い。

胸部単純撮影の際に鉛入りのプロテクタを装着することにより、放射線と遺伝的影響を結び付けて考えたり、女性が放射線に対する感受性が高い

表4 典型的なインビボ核医学診断の際の成人患者への放射性医薬品の投与量

検査の種類	核種	化合物	検査当たりの最大投与量 (MBq)
骨イメージ	^{99m}Tc	リン酸/リン酸化合物	600
骨イメージ (SPECT)	^{99m}Tc	リン酸/リン酸化合物	800
脳血流	^{99m}Tc	HMDAP	500
脳血流	^{133}Xe	ガス	400
甲状腺イメージ	^{99m}Tc	TcO_4^-	200
甲状腺イメージ	^{123}I	I^-	20
心イメージ	^{201}Tl	Tl^+	100
心イメージ (SPECT)	^{99m}Tc	リン酸/リン酸化合物	800
循環器イメージ	^{99m}Tc	MAA	800
肺灌流イメージ	^{99m}Tc	MAA	100
肺換気量測定	^{133}Xe	ガス	400
胆肝イメージ	^{99m}Tc	HIDA	150
唾液腺イメージ	^{99m}Tc	TcO_4^-	40
腫瘍イメージ	^{67}Ga	クエン酸塩	300

(IAEA 基本安全基準1994/9から引用)

のではないかと誤解を与えることになりかねない。

胸部X線撮影の際の被検者の被ばく線量を減少させるための最も効果的な方法は、被検者の体形に合わせて照射野を絞ることと、できるだけ患者の線量の低くなる画像処理系を選ぶことである。集団検診の場合は、間接撮影法が大部分であるから、II.を使うことにより被ばく線量を大幅に減らすことができる。この場合、II.の感度に対するメンテナンスが大切である。

(2) 一般病室で移動型X線装置を利用する場合の措置

移動型のX線装置は、放射線照射室までの移動が難しい患者に対してX線撮影が必要になった場合に限って、一般病室で使われる。移動型のX線装置による撮影が行われる場合には、X線撮影の対象になる患者以外の同室の患者、家族、診療放射線技師以外の医療従事者などは、病室の外に出る場合が多い。図4に示すように、移動型装置で胸部撮影あるいは腹部撮影をする場合、照射野の中心から2m以上離れば、散乱線の線量は、 $1\mu\text{Sv}$ 以下になり、これは自然放射線の数時間分に相当する線量でしかなく、有意な線量ではな

表5 胸部X線検査の場合の生殖腺の被曝線量 (μSv)

	ICRP, publ. 36		UNSCEAR 1988	
	男性	女性	男性	女性
直接撮影	*	*	1	5
間接撮影	*	*	—	—

*無視できるほど低い。 —記載なし

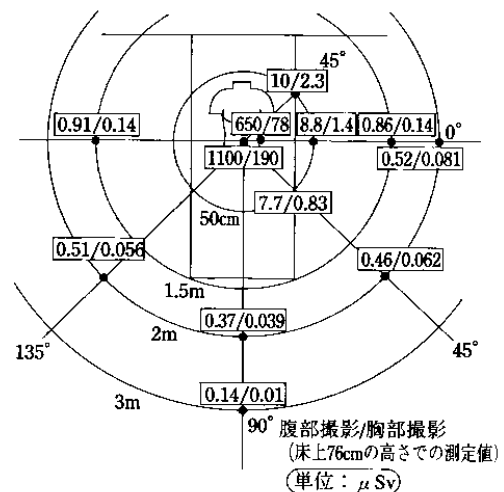


図4 ポータブルX線装置による撮影に伴う病室内の散乱線の分布 (μSv)

い。したがって、患者から2m以上離れていれば放射線防護上は問題なく、わざわざ室外に出る必要はない。

放射線の影響が問題になるのは大量の放射線を受けた場合に限られる。移動型のX線装置による撮影に際して同室者を退出させることが、被ばく線量に関係なく放射線は怖いという意識を人々に植え付けかねない。これからの高齢化社会を考えると、在宅医療の占める割合が増えることにより医療施設以外の場所で携帯型のX線装置での撮影が行われる可能性も大きい。今後の携帯型のX線装置の利用に際しては、放射線防護上、明確にしておかなければならない点はあるが、放射線の影響の発生は被ばく線量が問題であるとの認識を患者にも医療関係者にも知ってもらうことが大切である。

(3) 妊婦に対するX線診断

医療施設や保健所等に貼られている掲示物の中には、妊婦に対しては全ての放射線診断を控えたほうがよいと受け取られるような表現をみかけることがある。このような掲示は、いかなる検査も胎児にとっては有害であるという印象を与えることになる。胎児の影響は、時期特異性があり、妊娠の時期により放射線被ばくにより現れる可能性のある影響は異なるが、通常の放射線診断で胎児の影響が問題になるような線量を受けることはない。とくに、胎児が直接線を受ける可能性の全くない、妊婦の胸部、頭部、四肢などの検査では、胎児の被ばく線量は、問題にならないほど低い。胎児が、成人などに比べて放射線に対する感受性が高いことは事実であるが、これは有意な線量を受けた場合である。

胎児が照射野に入る可能性のない検査は、たとえ妊娠中であっても実施しても差し支え無い。

妊娠に気づかない時期の胎児の放射線被ばくを避けるために、生殖可能年令の女性患者に対する

放射線診断に関しては、いわゆる「10日規則」(下腹部が照射野に入る検査で、とくに急いで行う必要のない検査は、月経の開始した日から10日間の間に行う)を適用することが望ましいといわれている。10日規則は、下腹部が照射野に入る検査に適用されるのであって、胸部や、頭部、四肢の放射線診断は関係ない。妊婦に対する放射線診断を必要以上に制限することは、胎児と聞いただけで、胎児が有意な被ばくをするか否かに関係なく放射線を怖がる風潮を助長することになり好ましくない。

その一方で、「10日規則」は厳しすぎる規定で、現在の放射線影響に関する知見からは不必要であるとの意見を主張する医療関係者もある。患者を含め一般の人々が放射線や放射線影響に対して不安を抱かないためには、放射線防護に関係する人々が常に一貫した姿勢をとることが大切である。

過剰ともいえる放射線防護方策は、一般の人々の放射線に対する誤解を招くことになり好ましくない。

8. おわりに

医療の領域に限らず、放射線や放射性物質の利用はますます盛んになることを期待している。

しかし、放射線や放射性物質あるいは放射線の影響に対する誤解は一向に解けていないように思う。このことが、かえって放射線よりもリスクの高い手段を選択しかねないことになる。その顕著な例がわが国の食品の放射線照射ではないかと思う。

医療放射線は、自然放射線とならんで最も身近な放射線である。医療放射線利用を通して、一般の人々が、放射線や放射線影響に対する理解を深めるきっかけになるように患者との対応をお願いしたいと思う。