

■ 特集－2 心臓血管イメージングと放射線被曝

放射線と被ばく

西谷 弘

徳島大学名誉教授 つるぎ町立半田病院顧問

確定的影響と確率的影響

放射線の人体への影響については、国際放射線防護委員会 (ICRP:International Commission on Radiological Protection) が確定的影響 (組織反応) と確率的影響に分類し提唱している。確定的影響とは、短時間の被ばく線量が一定値 (しきい線量) 以上にな

表 1 皮膚の反応や目の水晶体に及ぼす透視による被ばくの潜在的影響 (ICRP Publication 85 「IVR における放射線傷害の回避」より)

組織反応	しきい値 (Gy)	発症時期
【皮膚】		
早期一過性紅斑	2	2-24 時間後
主紅斑反応	6	約 1.5 週後
一過性脱毛	3	約 3 週後
永久脱毛	7	約 3 週後
乾性落屑	14	約 4 週後
湿性落屑	18	約 4 週後
二次性潰瘍	24	6 週以降
晩期紅斑	15	8-10 週後
虚血性皮膚壊死	18	10 週以降
皮膚萎縮 (第 1 期)	10	52 週以降
毛細血管拡張	10	52 週以降
皮膚壊死 (遅延性)	>12	52 週以降
皮膚がん	?	15 年以降
【眼】		
白内障	>5	5 年以降

図 1 職業被ばくによる放射線皮膚障害例。色素沈着、びらん、潰瘍形成、萎縮、皮膚悪性腫瘍による切断など。



ると影響が発現し、被ばく線量の増加とともに、症状の程度がひどくなり、発症率も 100% に達するまで増加するものをいう。この範疇に入るものとして脱毛、皮膚潰瘍、白内障、不妊、胎内被ばくによる奇形などがある。一方、確率的影響は被ばく線量の増加とともに影響の発生率が増加するもので、悪性腫瘍や遺伝的障害があげられる。確定的影響と確率的影響は完全に独立したものではないが、放射線防護の観点から社会医学的に分類されたものである。放射線防護の目標としては、確定的影響の発生を防止し、確率的影響を容認できるレベルに抑え込むことにある。

この目標に向けて、職業被ばく、医療被ばく、公衆被ばくに分けて管理される。患者が検査のために受ける放射線量のことを医療被ばくと言い、医師、診療放射線技師、看護師らの放射線診療従事者がこれらの診療業務を行っている時に、付随的に受ける放射線量のことを職業被ばくと言う。これら以外の被ばくは公衆被ばくとして分類される。

放射線診療における確定的影響

今までに報告された放射線診断における確定的影響では、皮膚障害や白内障が代表的であるが、本稿では、放射線皮膚障害について述べる。表 1 に放射線による放射線皮膚障害のおおよそのしきい線量と発症までの時間を示す。

職業被ばくにおける放射線皮膚障害

1895 年の X 線発見後短期間のうちに、医療機関等

図 2 放射線皮膚障害例。頭頂部皮膚潰瘍に対して植皮後。なくて七癖にご用心。



へX線装置が普及し利用された。X線の利用に伴い、人類はX線被ばくによる慢性放射線皮膚炎や皮膚がん、再生不良性貧血や白血病、不妊等の多発を経験することとなり、X線利用に伴う職業病（職業被ばくによる）としての放射線障害の発生を初めて認識した。本邦の職業被ばくにおける放射線皮膚障害は、骨折の治療や各種透視検査などでX線束に直接手を入れて長時間繰り返して作業を行った整形外科医、外科医、放射線科医、診療放射線技師などを中心に起こった。また、放射線治療でラジウムなど治療用放射性同位元素の不適切な操作でも発生している。職業被ばくによる慢性放射線皮膚障害症例の写真を供覧する（図1、図2）。

医療被ばくにおける放射線皮膚障害

1994年米国食品医薬品局（FDA: Food and Drug Administration）は、40歳男性に1990年心臓カテーテル検査を行い皮膚に潰瘍を生じた例があることを初めて報告した。推定被ばく線量は20Gy以上と考えられている。その後電極カテーテル焼却法、冠動脈血管形成術、trans-jugular intra-hepatic port-systemic shunt（TIPS）、肝臓のTAE等多数の放射線皮膚障害症例が報告されている。これを受けて日本医学放射線学会放射線防護委員会は1995年にIVRに伴う患者および術者の被ばくに関する警告を出している。しかし、この警告にもかかわらず長時間の透視による放射線皮膚障害について、一番患者をみるであろう皮膚科の領域で注目されるようになったのは1998年になってからであった。その後やっと数多くの症例報告がみられるようになった。2000年までの23例の報告では、次のような特徴がみられた。心臓カテーテル検査によるものが圧倒的に多かった。皮膚障害部位は、右背部あるいは右腋窩が多く、腹側はなかった。初診診断名は固定薬疹、褥瘡、テープかぶれなどが多かった。皮膚病変が発現した後も放射線皮膚障害の診断がつかないまま透視検査を続けている症例が多くみられた。検査から皮膚病変発現までには1～2ヶ月の潜伏期を持つも

のが多かった。皮膚潰瘍は約半数に認められ、多くの潰瘍は難治性であった。カテーテルアブレーション後に右背部ならびに右上腕に放射線潰瘍が生じた症例を供覧する。50歳代男性。初診平成13年6月18日。WPW症候群で4年前から近くの循環器科にかかっていたが、総合病院を紹介され、カテーテルアブレーションの処置を受けた。期間をおいて2回目を受けるも効果なく、平成13年5月8日に3回目を受けた。処置後より、右上腕外側と右肩甲骨下部に疼痛あり、暗紅色のびらんが出現した。7月中旬から悪化し、びらんより潰瘍を形成した。8月下旬より、右上腕皮膚の硬化から萎縮が出現した。ステロイド、リザベン内服を行うも効果を認めなかった。右上腕伸側、肩付根から肘関節上方に及ぶ、辺縁を黒褐色鱗屑に取り囲まれ、びらん・潰瘍が散在する紅色の硬化・萎縮局面を認めた（図2）。なお、2004年には心臓カテーテル治療6年後に放射線皮膚炎より発生した悪性線維性組織球腫の1例が報告されている。2000年には、ICRPも報告書ICRP85「IVRにおける放射線傷害の回避」を発表し注意を喚起した。日本においても東京大学永井良三教授を中心にガイドラインが作成されている。心臓カテーテルを用いた治療は、副作用が出るとしても続行しなければ命に関わることもあるのでやむを得ない場合もあるが、少なくともしっかりと線量を把握し、患者に状況を正確に説明し、同意を得ておく必要がある。放射線皮膚障害はIVRなどの長時間透視・撮影検査だけに起こるかと思われていたが、2009年10月8日付で、FDAが206名の患者にCT脳灌流スキャン中に過剰被ばくがあり、脱毛と紅斑が生じた例を報告した。

放射線診療における確率的影響

確率的影響としては、低線量被ばくによる発がんの可能性についてが注目される。特に今回、東日本大震災により東京電力第一原子力発電所事故が発生し、周辺への放射能汚染の問題とからんで、大きな社会的関心を呼んでいる。100mSvを超える被ばくでは、発がんの可能性が増加することは多くの研究で認められており異論はない。数ミリ～数10ミリシーベルトレベルでの発がんの可能性については不確実であり、科学的根拠が統一されていない。がんで死亡する確率が男性で4人に1人、女性で6人に1人におよぶ日本の現状においては、100mSv未満でがんになるかどうかは実証困難でありわからないというのが常識的見解といえよう。最近心臓領域でも多用されるようになったCT検査も、線量はその微妙な領域にある。あくまでも、放射線被ばくをとる行為が正味でプラスの便益を生むもので（行為の正当化）、合理的に達成できる限り被ばくを低く保つ（放射線防護の最適化）原則で検査を行う必要がある。特に、年齢が若いほど影響を受けやすく、永い余命のため潜伏期間後に発症する確率も高いので注意が必要である。ちりも積もれば山となる可能性も含め、今後も検討が必要である。

図3 カテーテルアブレーション後に右背部ならびに右上腕に生じた皮膚潰瘍例。

