The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	総論
Author(s)	中村, 仁信
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 2002, 62(7), p. 340-342
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/20407
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

総　説

特　集：放射線診療における被曝

総　論

中村　仁信

大阪大学大学院医学系研究科　医用制御工学(放射線医学)講座

Radiation Exposure in Radiological Clinics

General Remarks

Hironobu Nakamura

Radiation exposure has not been a source of major concern since the early days of radiology. However, with recent developments in interventional radiology (IVR), radiation injuries to the patient's skin and lens injuries in interventionists have begun attracting attention. I was elected to the International Commission on Radiological Protection (ICRP) and have been involved together with other members in the preparation of a draft entitled "Avoidance of Radiation Injuries from Medical Interventional Procedures." This document, published in the summer of 2001 as Publication 85, can be summarized in the following three major points:

1) The risk of radiation injury should be explained to the patient prior to IVR (informed consent).

2) Protocols should be prepared to define the number of images to be taken and the fluoroscopy time for each procedure of IVR so that standard radiation doses can be calculated. The radiation dose for each patient can be estimated by referring to these standard doses.

3) If the estimated radiation dose to the patient's skin exceeds 3 Gy (1 Gy for procedures likely to be repeated), the site and dose of radiation given should be recorded in the patient's record. If the dose is more than 3 Gy, the patient should be followed up 10 to 14 days after the procedure.

Research Code No.: 302.1

Key words: *Radiation exposure, Radiological protection, ICRP, IVR*

Recieved Mar. 25, 2002

Department of Radiology, School of Medicine, The University of Osaka

本論文は，日本医学放射線学会誌編集委員会が企画し，執筆依頼した．

別刷請求先
〒565-0871　吹田市山田丘2-2
大阪大学大学院医学系研究科　医用制御工学(放射線医学)講座
中村　仁信

はじめに

放射線科に入局した頃，被曝はまったく気にならないわけではなかったが，暗室の胃透視などでかなりの線量を浴びてこられた諸先輩方をみて，"放射線診療における被曝"は問題にならない量であると思っていた．また，医局研究費という名のささやかなサポートを貰って血管造影での患者，術者の被曝を測定したことがあったが，実際，問題にならない線量であったので安心したのを憶えている．

それから20年以上経って，インターベンショナル・ラジオロジー(IVR)における放射線障害[1]が問題になってきた．患者の皮膚障害だけでなく，術者の眼の障害も話題に上ってきた．私が1997年突然，国際放射線防護委員会(ICRP)委員(第3委員会)に指名されたのは，そんな事情で，IVRの専門家を委員に入れたいということであった．そんな中，1998年の日本血管造影・IVR学会でのHarold Coonsの特別講演は大変印象的であった．Dr. Coonsは胆道系IVRの大家であるが，IVRに熱心なあまり白内障になった人物で，被曝の脅威を切々と訴えた．また，個人的に聞いたのだが，米国の複数のinterventional radiologist が"左"腎癌になっているという話も私を怖がらせた．

ICRP委員になって以来，被曝と防護について情報を集め，勉強に努めたが，大阪大学名誉教授(放射線基礎医学)の近藤宗平先生の著書[2]，講演には大いに感銘を受けた．近藤先生は，微量の放射線でも危険という"直線しきい値なし仮説"に反対で，確率的影響においてもしきい値はあると主張されている．近藤先生の話を聞いてからは，放射線診療においても"放射線を正しく怖がる"ことが重要であると思うようになった．

ICRP委員を4年間勤めた間，さまざまな"放射線診療における被曝"の問題点をみてきたが，これらのまとめと動向を，同じ第3委員会委員で昨年から主委員会に移られた佐々木康人先生にお願いした．この総論では，放射線の人体の影響について概説した後，2001年夏に出版されたICRP Publ. 85「Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures」の要点とそこに書かれている被曝低減

のポイントを述べて私の責を果たしたい．

放射線の人体への影響

人体が放射線に被曝すると細胞の損傷，DNAの損傷が生じ，ある程度以上の細胞が死滅すると，臨床的に観察できる障害が現れる．このような障害はある線量(しきい値)を超えると100％近い確率で発生し，これを確定的影響と呼ぶ．また，DNAの損傷は数年から数十年を経て悪性腫瘍を誘発し得るが，線量に比例して発癌の確率が増減するので，これを確率的影響と呼び，しきい値がないとされている．

1．確定的影響について

確定的影響は，通常，線量の増加によって障害の重篤度が増大する．しきい線量は臓器・組織によって異なり，出現する障害も異なる．また，1回短時間の被曝(急性被曝)か，多年にわたる遷延被曝(慢性被曝)かによっても，しきい線量が異なる．IVRの後遺症として問題になっている患者の皮膚への確定的影響は，障害の程度，しきい線量，障害発現までの時間が明らかになっている(356頁 Table 1参照)．したがって障害の程度から照射された線量を推測できる．

患者への確定的影響は，患者に利益をもたらす医療被曝であり，線量の制限は受けないが，術者への確定的影響については，ICRP勧告から水晶体(150mSv/年)，皮膚，手・足(500mSv/年)に対して線量限度が規定されている．

2．確率的影響

確率的影響には発癌と遺伝的影響があるが，原爆被爆者の子供，アメリカ・ドイツの放射線科医の子，自然放射の高い地域の子などのいずれの調査でも，遺伝的影響は確認されていない．

発癌に関する確かなデータは，広島の原爆被爆者の調査によるもので，200mSv以上の被曝で統計学的に有意な癌の過剰発生をみている．200mSv以下でも固形癌が有意に発生しているという最近の論文[3]があるが，前述の近藤先生によれば線量測定に問題があるという．したがって，200mSv以下の線量では癌の過剰発生の確たる証拠はないと考える．また，被爆者のデータは急性被曝によるものだが，われわれが関心をもっている術者の被曝は微量ずつの慢性被曝であり，DNAの修復がその都度行われ，損傷が蓄積しない可能性が高い．2001年秋の日本放射線影響学会でも「低線量放射線発がん：しきい値とリスク」と題する論争が行われたが，田ノ岡宏氏(国立がんセンター，電力中研)は，慢性照射の動物実験で発癌にしきい値があること，その値は急性照射の100倍になることを述べた．また，前述の近藤宗平先生は，チェルノブイリ事故の汚染地(ゴメリ，ベラルーシ)の調査から，放射線リスクの最も高い小児白血病の発生にしきい値があることを示した．すなわち，ゴメリの40万人の子供は5年間で約60mSvを被曝したが，白血病の発生率は事故前後で差がなかった(しきい値がないのなら倍増せねばならない)．論争の結論は出なかったが，しきい値あり説に利があると私には思われた．

ICRP勧告(Publ. 85)の要点

1997年ICRP第3委員会において，IVRでの放射線障害を防ぐための勧告を出すことが決まり，委員のDr.Chris Sharp(英国)と私が中心になって5名のTask Groupを作り2000年初め頃にTask Groupとしての最終原稿を完成させた．その後，主委員会を経て2001年夏に「Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures」と題して出版された．現状認識(第1章)から始まり，実際の皮膚障害例をカラー写真入りで呈示し(第2章)，皮膚と眼の放射線病理学の解説がある(第3章)．被曝低減のためのあらゆる方策が書かれ(第4章)，患者に必要なこと(第5章)，術者に必要なこと(第6章)が述べられている．当然ながら従来から言われていることの繰り返しも多いが，今回の勧告で特に重要と思われる3つの要点を以下に記す．なお，このPubl. 85は現在翻訳中で，いずれアイソトープ協会より刊行される．

①インフォームド・コンセント

IVRに関するインフォームド・コンセントを得る際，放射線障害のリスクを説明せねばならない．障害は遅れて現れること，短期間に繰り返し行われることより重症化することを含めて述べねばならない．

②プロトコール

IVRの手技ごとにプロトコールを作成し，標準的な撮影部位と回数，透視時間などを記載する．同時にその場合の患者の皮膚線量と部位が分かるようにしておく．これによって術者は各手技の被曝線量を知り，それとの対比で実際のIVRでの患者の皮膚線量を推定できる．

③ 3Gy，追跡調査

1回のIVRでの患者の推定皮膚線量が3Gy(繰り返される手技では1Gy)を超えた場合，皮膚の照射部位と線量をカルテに記載する．3Gy以上の場合，患者および主治医に皮膚障害の可能性を説明し，10～14日後に追跡調査を行わなければならない．

被曝低減のために

ICRP Publ. 85の第4章にPractical actionsとして，IVRにおける被曝低減のためのポイント(13項目)が書かれているので，少し書き直して紹介する．

患者被曝の低減のために(これらの多くは術者被曝も減らす)

・透視時間を必要最小限にせよ----------最も重要なGolden Ruleである．
・体格のいい患者では線量率が高くなり，累積線量も早く増加することを忘れるな．
・管電圧(kVp)をできるだけ高く，管電流をできるだけ低くせよ．
・X線管を可能な限り患者から遠ざけよ．
・I.I.を可能な限り患者に近づけよ．
・拡大透視を使い過ぎるな．
・小さい患者やI.I.を患者に近づけられない時には，グリッドを取り外せ．
・照射野を必要最小限に絞れ．
・手技が長引いた時には，患者の位置，照射野，照射角度を考えて皮膚の同じ部位ばかりが被曝しないよう工夫せよ．
・多くの装置では手技中に線量率は変化し，透視時間は大まかな指標になるだけと心得よ．
患者の体格，管球の位置，照射角度，線量率，患者と線球の距離，撮影枚数などによって同じ透視時間でも被曝は10倍も異なる．

術者被曝の低減のために

・術者は防護エプロンを着用し，シールドを用い，線量をモニターし，どの位置に立てば被曝を最小にできるかを知れ．
・側面透視では術者はI.I.のある側に立て．管球の側に立てば被曝は4倍も多くなる．
・X線管が患者テーブルの下に位置する装置(アンダーチューブ)を用いよ．

文　献

1) Shope TB: Radiation-induced skin injuries from fluoroscopy. RadioGraphics 16: 1195–1199, 1996
2) 近藤宗平：人は放射線になぜ弱いか(第3版)少しの放射線は心配無用，1998，講談社ブルーバックス，東京
3) Pierce DA, Preston DL: Radiation-related cancer risk at low doses among atomic bomb survivors. Radiation Research 154: 178–186, 2000