OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	IVRにおける被曝と対策-診療放射線技師の立場から
Author(s)	山口, 和也; 佐藤, 和彦; 中西, 省三
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 2002, 62(7), p. 352-355
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19257
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

IVRにおける被曝と対策
－診療放射線技師の立場から

山口　和也　　佐藤　和彦　　中西　省三

大阪大学医学部附属病院放射線部

Radiation Exposure in Radiological Clinics

Radiological Technologists View about Dose Reduction Techniques in Interventional radiology

Kazuya Yamaguchi, Kazuhiko Sato, and Shouzou Nakanishi

We classified radiation exposure in interventional radiology into medical exposure and occupational exposure, and examined dose reduction and optimization from the point of view of radiological technologists.

Radiologists and radiological technologists should share knowledge and information about dose reduction for patients and operators, and should maintain good relations and a good environment to further the management of dose reduction in clinical practice.

Research Code No.: 302.3

Key words: *Radiation protection, International Radiology, Radiations, Exposure to patients and personal*

Received Mar, 1, 2002

Department of Radiology, Osaka University Hospital

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2-15
大阪大学医学部附属病院放射線部
山口　和也

はじめに

IVRは術者である医師そして患者にIVR手技，内容に相応する被曝をもたらす．1995年日本医学放射線学会放射線防護委員会はIVRに伴う患者および術者の被曝に関する警告を行っている[1]．

放射線診療に伴う医師の被曝は職業被曝であり，法的に線量限度が定められ，被曝線量を線量限度以下で可能な限り低いレベルに保つため適正な放射線防護を行わねばならない．一方，放射線診療を受けた患者の被曝は医療被曝であり，法的に線量限度を定めず，医療に対して責任をになう医師の判断にゆだねている[2]．

本稿では診療放射線技師の立場からIVRの被曝と対策について述べる．

職業被曝

1．X線診療室の作業環境

IVRを行う血管撮影室，カテ室は法的にX線診療室，室内は常時人が立ち入る区域と規定される．その遮蔽基準はX線診療室の隔壁の外側で実効線量が1週間につき1mSv以下である．透視・撮影中のX線診療室内はX線照射中であり，放射線の場，空間線量が存在する．その放射線レベルは場所により異なる．

IVRでは術者が意図する任意の方向で透視・撮影を行う．そのため室内の空間線量率分布はX線管とImage Intensifier(以下，I.I.)の位置に特有な分布を呈する[3]．例えばX線管がテーブルの上に位置するオーバーチューブ方式では術者の上半身，X線管がテーブルの下に位置するアンダーチューブ方式では術者の下半身で放射線レベルが高くなる．また大きな照射野は小さな照射野よりも術者位置の放射線レベルが高い．空間線量率の測定結果をスタッフ全員に周知させておくことが必要である．空間線量率分布の1例をFig. 1に示す．

2．防護の最適化

放射線防護の3原則は遮蔽，距離，時間である．IVR時

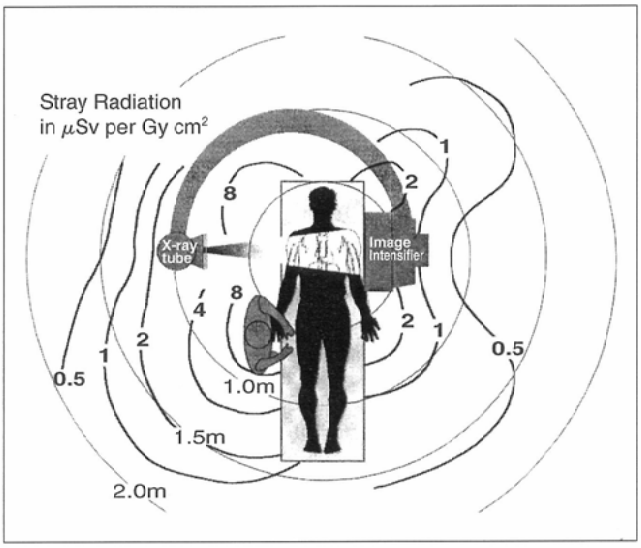


Fig. 1　X線診療室内の空間線量分布(文献16より引用)

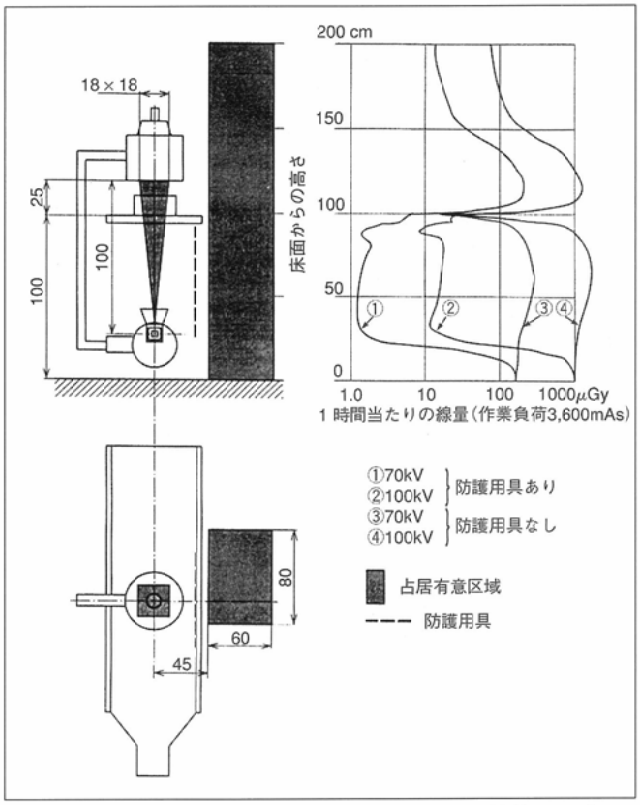


Fig. 2　防護用具の有用性(JIS Z4701-1997 医用X線装置通則より引用)

の術者防護も同様であり，主に患者から発生する散乱線に対する防護である．基本的な被曝低減技術を挙げる．

①遮蔽は，一般的に装置に取り付けたTable mounted radiation shieldと天井吊り下げ型防護ガラスを主に，防護処置を施した腕置き台，術者が着用する防護衣を組み合わせて行われる[4]．防護具の有効性をFig. 2に示す．防護衣は防護能力を確認の上で正しく使用し，定期的な遮蔽性能検査を忘れてはならない[5),6)]．

②距離，点線源では距離の逆自乗則が成り立つ．術者は放射線源とみなされる透視部位からできるだけ離れてカテーテル操作を行うことが重要である．

③時間はIVRではカテーテルを操作している透視時間ではなく，術者と患者がX線を被曝している被曝時間として考え，取り扱ってはいかがであろうか．被曝線量は被曝する時間を短縮することによって低減できる．被曝低減のゴールデンスタンダードである．

④IVRではさらに照射野を必要最小限に絞り込み，I.I.を患者に密着させることで患者からの散乱線被曝を抑えることができる．

3．放射線診療従事者の管理

放射線診療を行う医師，診療放射線技師は法的には放射線診療従事者として規定される．従事者は個人モニタリング，特殊健康診断，教育訓練等の被曝管理の対象となり，義務が生ずる．

IVR時には個人線量計を必ず正しい位置に装着しなければならない．外部被曝に関する実効線量，等価線量のモニタリングは放射線防護衣を着用するため体幹部不均等被曝の扱いとなる．男性は防護衣の内側の胸部，女性は防護衣の内側の腹部と，防護衣外側の襟部などにそれぞれ1個，合計2個の線量計を着用する．

線量限度は，この限度をわずかに超えた実効線量を一生涯にわたって，あるいは全労働期間にわたって被曝し続けた場合に，受け入れることができない名目上の追加リスクが生じる数値としてICRPが選んだ境界値である[7)]．法的な実効線量限度は5年間ごとに区分した各期間につき100mSv，1年間につき50mSv．眼の水晶体の等価線量限度は1年間につき150mSv，皮膚の等価線量限度は1年間につき500mSv等であり，放射線障害の労災補償制度が存在する．

医療被曝

1．医療被曝の特殊性

医療被曝には線量限度を定めず，医療に対して責任をになう医師の判断にゆだねている理由は以下の3点である[2)]．

①放射線の医療利用による利益がはっきりしている．

②線量限度について一律な値を示すことができない．

③医師をはじめとする医療担当者は患者の被曝線量の減少について必要な知識を持ち，常に努力している．

2．防護の最適化

IVRの患者被曝線量は透視被曝と撮影被曝の合算である．透視被曝は透視線量率と総透視時間で，撮影被曝は撮影フレーム数と1フレームあたりの線量で決まる．IVRチームを組む医師と診療放射線技師が連携して行う診療技術の最適化が防護の最適化を可能にする．基本的な被曝低減技術を挙げる．

①ジオメトリの標準化：投影画像であるX線透視撮影系はX線管焦点・皮膚間距離(以下，Focus skin distance: FSD)

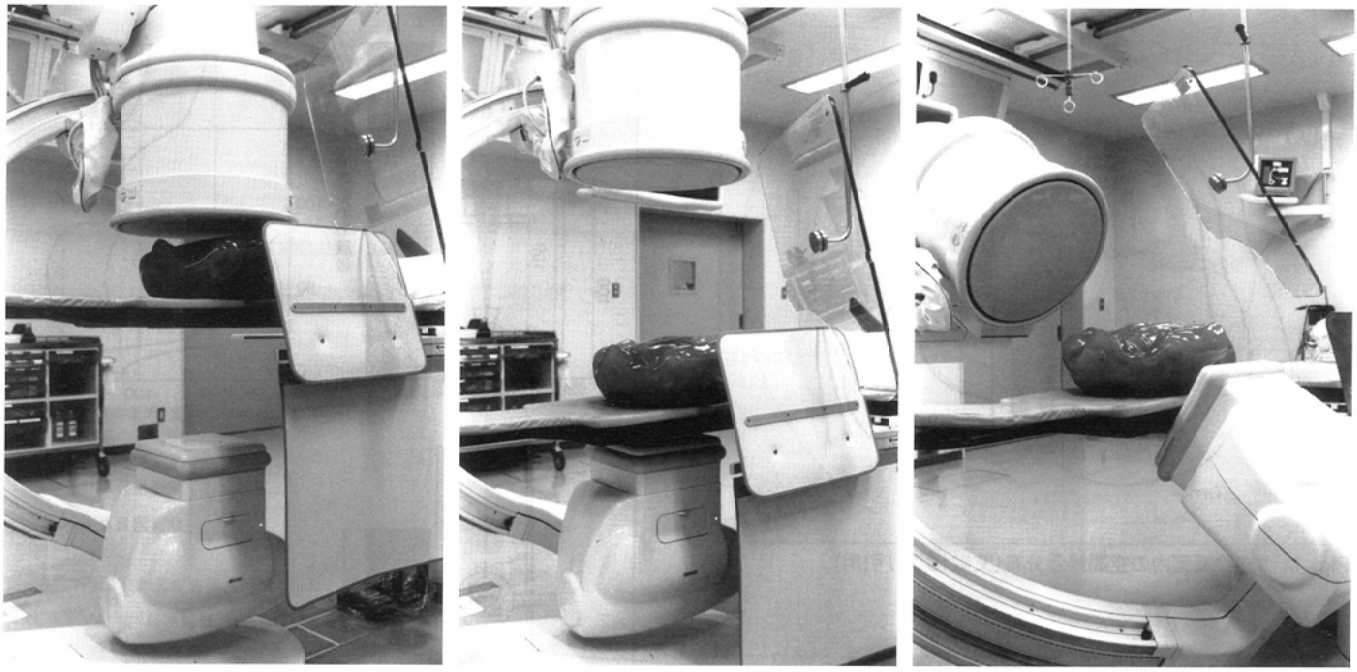


Fig. 3　透視・撮影時のジオメトリ
A：患者被曝が最小になるジオメトリ(正面)
B：患者被曝が最大になるジオメトリ(正面)
C：患者被曝が最大になるジオメトリ(斜位)

を大きくとり，受像系と被写体を密着させることが大原則である．IVRではテーブルをカテーテル操作に支障を来さない範囲で最高位にし，I.I.を患者の安全を担保して可能な限り密着させるジオメトリをとることで画質の向上と透視線量率の低減が可能となる．幾何学的に拡大したジオメトリは画質の低下に加え，術者被曝，患者被曝の増加を招くため避けなければならない．側面や斜位での透視・撮影はX線管とテーブルが近接する傾向がある．FSDが短くなると皮膚線量が急激に増加し危険である(Fig. 3)．

②I.I電気的拡大の適正使用：血管撮影装置ではI.I.の視野が電気的に可変できる．I.I.の特性として視野を拡大すれば解像力は向上するが感度は低下する．そのため画像の明るさを維持するために線量を増加している．視野サイズはデバイスやカテーテル操作の内容に応じて選択されるが，同時にI.I.の感度を決定したことにもなる．

③撮影プログラムと造影剤注入条件の整合：腫瘍性病変では動脈相から静脈相まで，血管性病変では動脈相のみの撮影が行われる．目的とする血管の血流速度，造影剤注入条件に応じたプログラムを設定し，その都度適正な撮影プログラムを選択する．

3．リアルタイムモニタリング

IVRはその手技，内容により長時間の透視と撮影が繰り返される．その結果，患者の入射面の皮膚線量が確定的影響の閾値を超え，皮膚障害を発生した事例が国内でも報告された[8]．患者の被曝線量を推定し，確定的影響の発生の可能性を予測するため，面積線量計に代表されるモニタリングデバイスの導入と測定の品質保証が急がれている．透視線量率とその時点での積算線量がモニタできる機種は防護の最適化の面でも有用である(Fig. 4)．照射録は線量で被曝を記録する時代を迎えた．最大皮膚線量の算出と照射部位の特定が皮膚障害の発生防止，臨床的観察の必要性の判断基準となる．

装置管理

血管撮影装置も経年変化が避けられない．経年変化に伴う特性値の変動は定期的な性能維持管理で改善しているが，検出器であるI.I.の劣化，特に感度低下が非常に大きな問題として存在する．現状の不十分な維持費では高額なI.I.の交換がままならない．装置を10年間使用するものとして，少なくとも設置後5年経過でI.I.を交換する環境整備が望まれる．I.I.の感度低下に伴う術者，患者の被曝の増大はIVRでは絶対避けなければならない．

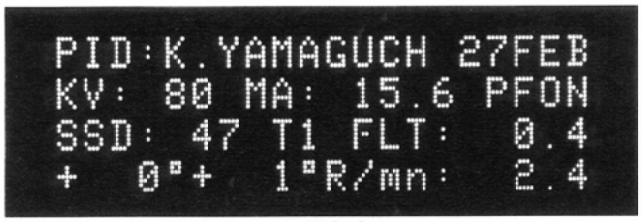
新しい動き

1．IVR等にともなう患者の放射線皮膚障害とその防止対策検討委員会の発足
2．ICRP publication 85「Avoidance of Radiation Injuries from Medical Interventional Procedures」の発行
3．ガイダンスレベル策定

日本放射線技師会が「医療ひばくガイドライン(逓減目標値)」を制定した[9]．

4．法令改正

ICRP．1990年勧告を取り入れた医療法施行規則が平成13



A：透視中

B：撮影中

Fig. 4　モニタリングデバイスの表示例
A：透視中は透視条件と透視時間，透視線量率を表示
B：撮影中は撮影条件と総フレーム数，総被曝線量を表示

年4月から施行された．臨床現場からみて改善された点を記す．

①透視中の患者への入射線量率を規定した．通常の透視は空気カーマ率で50mGy/min以下，高線量率透視は125mGy/min以下．

②FSDを透視は40cm以上，撮影は45cm以上にした．

③X線装置の総ろ過をAl当量2.5mm以上にした．現有装置にも新基準を適合させる必要がある．

5．IEC規格のJIS化

医療用放射線機器の規格に関して国際電気標準会議(IEC)等と国際的整合性を有するJIS規格の作成が進んでいる．購入時の受入試験，使用開始後の不変性試験，装置個別の安全規格等，例えばIVR用X線装置はIVR基準点の線量基準，線量測定の実施等が予定されている．

放射線治療装置同様，IVR用X線装置は定期的にIVR基準点で線量測定をする時代をまもなく迎える．

おわりに

IVR被曝に関する意識向上のためには，日頃からIVR施行医と診療放射線技師の間で被曝および防護に関する知識・情報[10)-20)]を共有し自由な意見の交換を行い，意志の疎通を計っておくことが今まで以上に要求される．

文　献

1)日本医学放射線学会放射線防護委員会(委員長：古賀祐彦)：IVRに伴う患者および術者の被ばくに関する警告．日本医放会誌 55：367–368，1995
2)吉沢康雄：放射線健康管理学．169–170，1984，東京大学出版会，東京
3)粟井一夫，大登邦光，林田昭彦，他：IVR(PTCA)時の空中線量測定班報告．日放技学誌 57(1)：33–48，2001
4)水谷　宏，小林幸雄，才田壽一，他：血管撮影における標準的な術者防護用具検討班報告．日放技学誌 57(12)：1469–1478，2001
5)粟井一夫，青木雄二，伊藤敏夫他：最近のX線診断領域における従事者の被曝の問題点と防護衣のあり方検討班報告．日放技学誌 54(5)：687–696，1998
6)放射線防護分科会報告：診断用X線防護衣の破損事故に関する報告と管理指針．日放技学誌 56(4)：552–557，2000
7)冨樫厚彦：IVRに伴う放射線皮膚障害報告症例から放射線防護を考える．日放技学誌 57(12)：1444–1450，2001
8)ICRP publication 60：国際放射線保護委員会の1990年勧告．日本アイソトープ協会：44–51，1991
9)(社)日本放射線技師会医療ひばくガイドライン委員会：患者さんのための「医療ひばくガイドライン(逓減目標値)」．日放技師会誌 47(10)：1694–1750，2001
10)放射線医療技術学叢書(17)血管撮影領域における放射線被曝と防護．日本放射線技術学会，1999
11)被曝逓減へのアプローチ．東北循環器撮影研究会，1998
12)ICRP publication33：医学において使用される体外線源からの電離放射線に対する防護．日本アイソトープ協会，1983
13)ICRP publication34：X線診断における患者の防護．日本アイソトープ協会，1983
14)ICRP publication73：医学における放射線の防護と安全．日本アイソトープ協会，1997
15)ICRP publication75：作業者の放射線防護に対する一般原則．日本アイソトープ協会，1997
16)ICRP publication85：Avoidance of Radiation Injuries from Medical Interventional Procedures, 2001
17)世界保健機関：インターベンショナルラジオロジー(IVR)の有効性と安全性(1)．日放技師会誌 48(8)：1050–1067，2001
18)世界保健機関：インターベンショナルラジオロジー(IVR)の有効性と安全性(2)．日放技師会誌 48(10)：1444–1456，2001
19)世界保健機関：インターベンショナルラジオロジー(IVR)の有効性と安全性(3)．日放技師会誌 48(11)：1549–1565，2001
20)世界保健機関：インターベンショナルラジオロジー(IVR)の有効性と安全性(4)．日放技師会誌 48(12)：1667–1685，2001