

い。そのために検査を依頼する各診療科の医師は、診療上の十分な必要性が認められる場合にのみ放射線検査の適用を決定しなければならない。定型化した手順によつてのみの X 線撮影や、超音波検査など電離放射線を使用しない検査で十分な診断情報が得られる場合には、検査を実施すべきではない。

- ② 診療における放射線の利用においては、ALARP (As Low As Reasonably Practicable) の原則が遵守され、常に最適化が図られなければならない。被ばくを低減する見地からは防護の最適化が特に重要となる。一般的に行うべき技術的な面からの基本となる防護の最適化は、
- 照射領域の制限 (CTにおいては撮像範囲の制限)
 - 適切な X 線入射方向の選択 (CTにおいてはオーバースキャンが発生する位置の考慮)
 - 適切な付加フィルタの挿入による検出器へ透過しない成分の除去
 - X 線管からの一定距離の確保

である。これらはいずれも容易に実行可能な手順である。例えば頸椎の撮影時に眼窩まで含めた照射領域は設定されるべきではないし、通常の頭部前後方向撮影では後頭から前頭部へ向けて入射させるべきである。これらにより水晶体へ照射される線量は大きく減じることが可能になる。

- ③ 被検者の放射線からの防護のためには、高度な専門的教育を受けた医療従事者によつてのみ放射線診療が行われる必要がある。さらに、X 線装置を直接操作して被検者へ放射線を照射する診療放射線技師は、放射線に関する専門能力の他、品質管理プログラムの立案とその実行が適切に行える能力が必要である。
- ④ 小児に対しては、成人に用いられる通常技術と撮影条件がそのまま適用されてはならない。より慎重な照射領域の制限と線量の最小化を図るべきである。さらに、成長に伴う体格変化が大きいため、いくつかの年齢階層に区分して撮影条件をあらかじめ示しておかなければならない。わずかな照射領域の拡大により、全身照射となりうる危険性があることを認識しなくてはならない。
- ⑤ 生殖可能年齢の被検者と全ての小児に対して、生殖腺が照射領域に含まれる場合には、しゃへい具を利用するなど適切な防護措置を講じるべきである。ただし、診断情報の妨げになる防護は被検者に不利益を与えることになる。
- ⑥ 被検者誤認により必要の無い検査が行われた場合、それによる被ばくはまったく無意味なものとなる。このため、被検者の検査室への導入にあたっては確実な本人確認手続きを実施しなければならない。すぐに実行可能な手法として、
- フルネームでの呼び出しを行うこと
 - 被検者本人に名前を名乗ってもらうこと
 - 診療カードや手首バンドなどを確認すること

等があげられるが、複数の確認手段を併用して検査室への被検者導入をおこなうべきであるⁱⁱ⁾。本人氏名での呼び出しにおける個人情報の保護のあり方については、関連ガイドライン等ⁱⁱⁱ⁾に沿って医療機関で慎重な検討を行い、安全を十分に確保できるように、決定されるべきである。

- ⑦ 意識障害などにより本人への確認が困難な場合は、主治医もしくは担当の看護師に確認を依頼する必要がある、これと併せて手首バンドなどの個人識別用具による確認を実施するべきである。
- ⑧ 検査室内においてこれから実施する検査の内容を被検者へ説明することは、本人確認の補助とすることができるほか、依頼医の誤指示を検査実施前に発見することを可能にする。左右のうち患側のみを撮影する場合などには、左右の指示間違いが発生しやすいため慎重な確認をおこなうべきである。
- ⑨ 事前に十分な説明が行われ、書面による同意を得た臨床試験の実施を除いては、新しい診断用 X 線装置や技術の導入のために被検者が検査を受けることがあってはならない。それらは通常専用の QA ツールやファントムを用いて実施されるべきである。トレーニングのために人体へ放射線を照射してはならない。

8. 診断参照レベル

施設長は、通常の X 線検査のための診断参照レベルが制定されていることを確認すべきである。診断参照レベルは自施設の QA プログラム内で測定された代表的被検者線量が基本となるかもしれないが、関連する国内及び欧州の参照レベルも考慮されるべきである。診断参照レベルで使用される線量は、装置と検査の種類に見合うものでなければならない。例えば、入射表面線量は、単純 X 線撮影に当てはまるものであり、標準手順を基本にして決定される。透視の被ばく時間は、線量表示のない装置を使用する透視検査のための適切な診断参照レベルとなるべきである。同様に、荷重 CT 線量インデックス (CTDI_w) と線量-距離積 (DLP) は、CT で使用される。また、ガイドラインレベルを超えるならば、放射線の行為及び技術の更なる範囲の再検討が要求される。

- ① 診療放射線技師など、診療のために放射線を被検者へ照射する専門家は、通常行われる代表的な放射線検査について、診断参照レベルを設定するべきである。この診断参照レベルは、実際の検査実施時に使用する放射線量を拘束するものではないが、使用する放射線量が標準に対してどのようなレベルにあるのかを明確にするものとなる。
- ② 診断参照レベルとして用いられる単位は、それぞれの検査において適切なものが用いられるべきである。X 線撮影では表面入射線量(Entrance Surface Dose: ESD)が、透視検査では面積線量値 (Dose-Area Product: DAP)が、CT 検査では weighted CT Dose Index (CTDI_w)や Dose Length Product (DLP)が用いられるであろう^{iv}。透視検査において線量測定が不可能な場合には、透視時間によって診断参照レベルを設定することとなるであろう。
- ③ 各医療機関において決定される診断参照レベルは、我が国における全国的な診断参照レベル、もしくは国際的な診断参照レベルの値が考慮されていなければならない。我が国においては社団法人日本放射線技師会 (JART) が 2000 年に示した医療被ばくガイドライン^v、国際的なものとしては International Atomic Energy Agency (IAEA) Basic Safety Standard 115^{vi}が実用的な診断参照レベルとして利用可能である。
- ④ 診断参照レベルは最高の技術を用いてのみ到達可能なレベルを示すものではない。調査をもとにして、広く分布するであろう値の 75 パーセント近傍の実用的な値が適用されるべきである。診断参照レベルは関連画像診断機器の技術革新や、求められる画像の質の変化に応じて、適宜見直されるべきである。
- ⑤ 診断参照レベルは実際に検査を実行する診療放射線技師や依頼医の専門的判断に助言を与えるものであり、個々の検査について診断参照レベルとの比較をおこない、その比較が良質な医療かどうかを区分する境界線と考えるものではない^{vii}。しかし、ある種の検査において、頻繁に参照レベルを超える線量を使用されている場合、装置の品質管理や性能レベル、さらには撮影者の技術能力が適切かを再検討する必要がある。
- ⑥ 診断参照レベルは日常の診断用 X 線装置の品質管理プログラムの中で用いられるべきであり、無用な高い線量を被検者へ与えることを防ぐために、放射線防護上の最適化の一つとして利用することができる。
- ⑦ 診断参照レベルの設定やその比較・確認が常に実行可能なように、全ての診断用 X 線装置設置施設は、適切な線量測定機材を備えておくべきである。日常の品質管理プログラム内で放射線量の測定が正しい手順で実施されねばならない。そのために、放射線の測定法や X 線装置の品質管理についての研修を受け、一定の知識を有すると認められた者を責任者としておくべきである。
- ⑧ 各診断参照レベルに応じた臓器線量を把握することは、被検者への説明や事故による被ばくの評価に有用である。適切な線量計を用いる方法やコンピュータのシミュレーションによって簡便に求められる方法^{viii}が普及している。被ばく低減を行うために装置毎に求めるべきである。

X線単純撮影における医療被ばくガイドライン（JART）とIAEAガイダンスレベル

撮影部位	JART ガイドライン (mGy)	IAEA ガイダンスレベル (mGy)
頭部（正面）	3	5
頭部（側面）	2	3
頸椎（正側面）	0.9	-
胸椎（正面）	4	7
胸椎（側面）	8	20
胸部（正面）	0.3	0.4
胸部（側面）	0.8	1.5
腹部（正面）	3	10
腰椎（正面）	5	10
腰椎（側面）	15	30
骨盤（正面）	3	10
股関節（正面）	4	10
大腿部	2	-
膝関節	0.5	-
足関節	0.3	-
前腕部	0.2	-
手指部	0.1	-
Guthmann	9	-
Martius	10	-
0歳胸部	0.2	-
3歳胸部	0.2	-
5歳胸部	0.2	-
0歳腹部	0.3	-
3歳腹部	0.5	-
5歳腹部	0.7	-
乳幼児股関節	0.2	-
乳房撮影	平均乳腺線量 2	3
乳房撮影	入射表面線量 10	1
Grid(+)		

9. 女性被検者

下腹部にX線検査を受ける妊娠可能な女性被検者に対しては、規程を作って検査依頼する医師から妊娠の可能性について質問し、撮影者である診療放射線技師によって再確認することが必要としている。妊娠している可能性のある被検者の検査は、胎児に数十 mGy を超える線量を与えることになる検査をする場合は、「10日則」を必要として検査の延期を促す。

- ① 被検者が妊娠可能な年齢の女性である場合、各診療科の医師による放射線検査の適用決定時と、診療放射線技師による放射線検査実施時の2つの段階において、妊娠の可能性の有無を本人もしくはその家族に確認する必要がある。依頼医は妊娠の可能性があると判断される場合には、必ず診療放射線技師へ通知を行うべきである。妊娠について確認が不可能な場合には、妊娠の可能性のあるものとして正当化と最適化が行われねばならない。

- ② 妊娠している被検者について、直接照射範囲に胎児が含まれない場合、例えば頭部や胸部、手指の通常の X 線撮影などについては、使用する機器が適切な品質管理プログラムに基づき管理されている場合、妊娠の全ての期間にわたって制限されるべきではない^{ix}。しかし、検査実施前にリスクが極めて低いものであることを依頼医師が口頭で被検者に説明するべきである。
- ③ 依頼医から情報がないにもかかわらず、診療放射線技師による検査実施前の質問で妊娠しているか、もしくはその可能性があることが判明した場合や、胎児が直接照射範囲に含まれたり、極近傍に位置すると判断されたりする場合には、診療放射線技師は検査実施前に依頼医師へ検査の必要性について照会を行うべきである。
- ④ 妊娠しているか、もしくはその可能性がある女性で、胎児への線量が数十 mGy を超えると予測される検査の適用を行う場合には、依頼医は検査実施前に胎児に対する放射線影響を根拠に基づき被検者に説明し、同意を得る手続きをとるべきである。造影剤を利用する場合などの繰り返しの骨盤部 CT 撮影や透視時間の長い注腸検査などで、しばしばそのような線量に達する場合がある。

検査実施後に妊娠が判明した被検者から要求があった場合には、診療放射線技師が被検者への照射毎に作成する照射録上に記載されている撮影条件から胎児線量を推定し、被検者へ情報を開示できる体制をとるべきである。ただし、胎児が直接照射領域内に含まれなかったことが明らかである場合、胎児線量の推定は通常不要である。

10. X 線撮影

フォトタイマーなどの自動露出制御装置 (Automatic Exposure Control: AEC) や機能は、被ばくの低減を達成する補助となる場合に使用されるべきである。フォトタイマーは、標準範囲である mAs 値で撮影可能なように調整を行い、被ばく線量を予め認識しなければならない。万が一、装置が故障したとしても、過剰被ばくの可能性を最小限にするように、プログラムしておくと共に、各検査に対して適切な保護 mAs 値がプログラムされているかをチェックすべきである。

放射線検査のプロトコルは、X 線室ごとに表示し、特別な X 線検査を実施するために X 線管を複数使用するときは、装置ごとに対して別々のプロトコルが定義されるべきである。プロトコルには、フィルム-焦点間距離、放射線被ばく係数、及び AEC、各検査の装置オプションの選択に関する情報を含める。

X 線照射は、制御パネルで制御されるべきであり、曝射スイッチは操作者が撮影の間、防護区域を離れられないように位置付けられるべきである。被検者の様子が、操作者に常にはっきりと見えるべきであり、防護鉛ガラスあるいは鉛アクリルしゃへい体は、制御パネルの前に設置されるべきである。そうすることが出来ない場合、防護パネルの背後にいない従事者は、プロテクターを着用すべきである。

画像システムは、被検者線量が合理的に実行可能な限り低く維持され、被検者と従事者への被ばくを低減する器具を積極的に使用するべきである。

乳房撮影は、乳房専用として使用し、常に他の目的に使用しない。総濾過は、0.5mmAl (0.03mmMo) 当量以下であってはならない。最近の装置は、平均乳腺線量あるいは組織コントラストを最適化するために、自動的に因子 (フィルタ、陽極材及び管電圧 kVp) を変化させるシステムを組込んでいる場合があるので、使用者は、(臨床に使用するならば) それらのシステムを理解しているべきである。

被検者の水晶体の防護は、鉛あるいは鉛含有しゃへいを用いれば、頭部血管造影において有効な場合がある。眼のしゃへいは、その目的のために専用に設計されるべきであり、プラスチックなどで覆われているべきである。

- ① 撮影室への被検者導入時には、フルネームでの確認と被検者本人による名乗り、または診察カードや手首バンド等の個人識別用具による本人確認など、複数の手段を併用した確認を実施するべきである。小児や意識障害等により被検者本人の確認が困難な場合には、主治医もしくは担当看護師への確認をおこない被検者誤認を防止しなければならない。

- ② 診療放射線技師は検査を開始する前に、その内容と手順を具体的に被検者へ説明しなければならない。X線撮影時の部位そのもの間違い、もしくは左右の間違いは、検査内容の説明に対する被検者自身の確認により未然に防止できる可能性がある。
- ③ 被検者介助のために撮影室内にとどまる者は、X線防護衣や防護衝立を適切に利用して、可能な限り被検者から距離を置くべきである。また、介助無しに撮影を可能にする専用の器具（小児専用固定撮影台など）が、積極的に導入されるべきである。
- ④ 診療放射線技師がX線発生装置の操作を行う場所から、撮影室内の被検者の様子が明瞭に観察可能な状態で撮影が行われるべきである。
- ⑤ 全ての場合において、X線管前面に取り付けられている可動絞り内から投影される光照射野によってX線照射領域の確認を行い、必要最小限度の照射領域が設定されなければならない。照射領域は検出器（もしくはフィルム）のサイズより内側に設定されなければならない。（乳房撮影時は適用外）これらのために可動絞りの光照射野とX線照射領域の一致を定期的な品質管理プログラム^xの実行により確認することが重要である。
- ⑥ 整位不良による再撮影は、被検者の被ばくを増加させる要因の一つである。根拠に基づく適切な撮影技術が用いられなければならない。撮影中の被検者体動によって不十分な診断情報しか与えない画像が発生することを防止するために、適切に被検者体位を支持する専用器具を用いたり、体動抑制器具を用いたりするべきである。小児や精神疾患被検者など、体動を抑制することが要求不可能な場合には、通常用いる撮影条件ではなく、機器が許容する範囲で最小の撮影時間を選択するなど、特別な注意を払うべきである。
- ⑦ X線管からの直接線束内に、検査目的部位以外が含まれないように、X線装置の設定や被検者体位の設定がなされなければならない。例えば膝蓋骨軸位方向のスカイラインビュー撮影時にX線が被検者足側から入射される場合には、フィルムもしくは検出器の保持に適切な補助具を用いるべきであり、被検者上半身がX線束内に含まれるようなことがあってはならない。
- ⑧ 撮影台や撮影条件などの選択は、検査が実施される前に診療放射線技師によりチェックされるべきである。自動露出制御装置（Automatic Exposure Control: AEC）は、同じ部位の撮影を繰り返す場合などに使用されるべきである。
- ⑨ AECが使用される場合、撮影時間は予測される最大撮影時間よりも大きく設定される。そのため自動露出機構の動作異常や動作設定のミスが生じたときには過剰な被ばくが発生しやすい。撮影装置のプリセットプログラムによって設定される場合にも、個々の撮影時に適切な最大値とするべきであり、撮影者はそれを確認した後に検査を実施するべきである。
- ⑩ X線フィルム・増感紙の組み合わせを使用する場合、診断に必要な情報を与える範囲で可能な限り高い感度のシステムを利用するべきである。
- ⑪ X線フィルム・増感紙の組み合わせを使用する場合、そのフィルム自動現像機は適切に管理が行われていなければならない。最高濃度、かぶり濃度、コントラスト曲線が正常な範囲にあるか、品質管理用ツールを用いるなどして品質管理プログラム^{xii}が実行されるべきである。
- ⑫ X線管焦点と被検者入射面との間の距離は45cm以上確保されていなければならない。
- ⑬ 乳房撮影専用装置はそれ以外の用途に用いられるべきではない。陽極材料・フィルタ材料の特殊性を診療放射線技師は理解していなければならない。乳房撮影用X線装置に必要な総濾過は、0.5mmAl当量以上か0.03mmMo当量以上でなければならない^{xiii}。
- ⑭ 全てのX線撮影室には、当該撮影室で実施される代表的な検査に対する撮影条件表を備えるべきである。これには管電圧・管電流・撮影時間・焦点フィルム間距離・AEC使用の有無・グリッドの有無・使用するフィルム・スクリーンシステムの感度などが含まれるであろう。撮影者は必要に応じて、使用する撮影条件をその表を用いて確認をおこなうべきである。
- ⑮ 炭素繊維材料を使用した天板をもつ撮影台や同素材による撮影用カセット、散乱線除去用グリッドなどの使用は、画像生成に必要な線量を低減させるために有効であることから、それらの利用を進めるべきである。
- ⑯ X線装置の制御機上で設定される撮影条件は、その設定時に人為的な間違いが発生しないよう、例えば放射線部門システム（Radiology Information System: RIS）とDICOM（Digital Imaging and Communications in Medicine）MWM（Modality Work list Management）^{xiii}を利用した検査目的部位の取得からの自動設定を採用するなど、積極的に人為的エラーの発生

防止に努めるべきである。

全ての撮影に使用された撮影条件は、診療放射線技師法に則り照射録内に正確に記録されなければならない。例えば放射線部門システムと DICOM MPPS (Modality Performed Procedure Step)¹⁰ を利用した、X 線装置からの実施情報の自動取得システムの導入などが進められるべきである。

11. デジタル X 線撮影

特別なコンピュータ X 線撮影 (CR) 及び直接デジタル X 線撮影 (FPD) におけるデジタル X 線撮影は、画像毎の幅広い範囲の線量に対し、画像が作成されるのを可能にする。この装置の一般的な QA テストには、画像毎の線量測定が含まれているべきである。操作者は、画像設定毎の線量を認識し、臨床的に適用可能な画像の作成に必要な線量よりも高い画像ごとの線量で操作することが通常可能であるこのタイプの装置に関しては、線量を合理的に実行可能な限り低く保つという、特別な要求を承知しているべきである。

操作者は、フィルム／増感紙システムでの X 線撮影条件がデジタルあるいはコンピュータ X 線撮影に必ずしも適合しないであろうことを知っているべきである。

- ① X 線撮影の項に示した指針は、X 線フィルム・増感紙および自動現像機に関する項目を除いて全てデジタル X 線撮影においても適用されるべきである。
- ② デジタル X 線撮影装置は、過小・過大な線量によって撮影された場合であっても、広い線量範囲にわたって画像が描出可能であるため、診断上の必要性を満たすための画質レベルを与える線量をあらかじめ慎重に決定しておかなければならない。線量を合理的に実行可能な限り低く (ALARP) 保つという原則の上に使用されるべきである。
- ③ デジタル X 線撮影装置では濃度・コントラストの補正処理が存在するため使用者が性能の変化に気づき難い。使用者は放射線発生装置と画像処理装置の動作について、装置が求める品質管理プログラムにもとづき、性能の維持を確認していなければならない。これによって診断情報に寄与しない過大な放射線量を被検者へ与える事を防ぐことができる。また、過小線量による撮影では診断のために必要なレベルの画像情報が得られない可能性がある。品質管理プログラム内での診断参照レベルとの比較が重要である。

フィルム現像処理を経ずに画像が生成されることは、安易な撮影枚数の増加を招く恐れがある。診療放射線技師や検査を依頼する医師は、一画像あたりの放射線量を事前の知識として有すべきであり、安易な再撮影や撮影方向の増加を行うべきではない。

12. 透視

透視は、X 線のみで必要な情報を得る見込みがない場合に通常使用する。透視は、X 線撮影のための被検者位置決め目的として、決して使用されるべきではない。また、透視装置は、適切に訓練された操作者の直接管理の下に置かれなければならない。操作者が透視を何時出すのか何時終わるのかを他の人に、よく分かる方法で伝えるべきである。そうすることで安全な位置に待避することができる。

自動線量率制御システムが取付けられていない透視装置の使用は、具体的に正当化された環境のみでの使用に制限されるべきである。

透視は、連続的に出さずに短間隔で on、off を繰り返して行うべきである。透視線量は、最終画像をストアする機構があれば、シネループ再生機能、低線量率及びそれらが利用可能なパルス透視オプションなどでも有効に被ばく低減できる。また、操作する人が、透視を出したままでモニタを見ていないような状態があってはならない。

Dose Area Product (DAP) モニタの表示あるいはその他の適切な線量表示 (例、皮膚線量) を十分活用して、被検者線量を制限するための被ばく時間が表示されるべきである。操作者は、その検

査の診断参照レベルを確認しておく、そして常に値をモニタすべきである。累積された DAP 値または被ばく時間を、各被検者に対して記録すべきである。

標準被検者（20cm 水）の皮膚吸収線量率は、如何なる透視モード、視野サイズにおいても、100mGy/min を超えてはならない。皮膚入射線量率が標準被検者（20cm 水）に対する最大有効視野に対して 50mGy/min を超える場合、改善処置が要求される。

自動線量率制御システムが使用者選択 kV 対 mA 曲線を表示する場合、最適曲線は、造影剤の使用を含む検査に対するヨウ素またはバリウム曲線のような検査に対し、選択されるべきである。操作者は、自動設定による関連線量率を承知しているべきであり、臨床対象と一致した最低線量率を採用すべきである。視野の拡大、縮小でどの様に被ばく線量に変化するか知っておくことで無用な被ばくを抑えることができる。散乱線除去用のグリッドも同様である。

検査室における間接照明の明るさもほどよい設定を選択することで被ばく低減に結びつけられる。

連続シネ透視は、被ばくが多いため積極的にパルスシネ透視、デジタルシネ透視を用いる。また、デジタルストアされた画像を参照することで被ばくを低減できる。

皮膚-焦点距離を決して 30cm 以下にすべきではなく、固定装置は 45cm 以下では使用しない。

正面位置で被検者に透視をしている間、そこに滞在する医師や、診療放射線技師及び他の特別な人の防護を考えて施行し、防護衣により防護しなければならない。

床に水平で被検者に透視している間、できる限り X 線受像器を被検者に接近することがよい。アンダーチューブ式の装置の使用が推奨される。検査が、オーバーチューブ式あるいは C アームの場合は、注意すべきこととして、操作者の手あるいは頭を一次線へ誤って入れるのを防ぐこと、及び散乱線からの被ばくを避けることの両方が必要であるということが挙げられる。側面ビームを使用する場合、従事者は、管球サイドで作業すべきである。可能なときはリモートコントロールパネルから実施すべきである。例えばカテーテルを含む特別な検査に対して、人が寝台のそばにいる必要がある場合、適切に、鉛エプロン、眼及び甲状腺のしゃへい、可動式あるいは必要に応じて天井吊り下げしゃへいの使用により、散乱線から守るべきである。被検者や従事者へ高い線量を与える検査（例：心臓病、神経放射線学、及びインターベンショナル手順）の間は、可能な限り、従事者は撮影が行われている間、被検者から離れるべきである。必要な場合は、鉛含有眼鏡等を付けるように、放射線防護アドバイザーが勧めるべきである。

透視をしているときに触診をできるだけ避け一次線の中に手を入れては行けない。必要なときは X 線受像器側で被検者を触診する。防護手袋の着用も必要で 150kV に対し少なくとも 0.25mm の厚さの鉛当量で作られているものを用いる。この場合はリングバッジ等で手指の被ばく線量を測定する。

- ① 自動線量率制御機構を利用している場合、X 線受像器の拡大機能を使用して透視の視野を縮小することは、透視の線量率を高めることになる。この場合コリメーションは、広く透視する場合よりもむしろ適切に使用されるべきである。しかし検出部分にまで大幅に絞られた場合、自動機構によって線量率が予想外に増加する可能性があることに注意すべきである。
- ② 焦点-皮膚間距離をいかなる場合にも 45cm 以下にしてはならない。
- ③ 透視装置は十分な研修を行ったものが直接操作にあたり、透視の発生と遮断を室内の他のスタッフに明確に伝えるべきである。
- ④ 透視中に検査室内へとどまる術者や X 線装置の操作者及び他の医療スタッフは、防護エプロン等により防護されていなければならない。
- ⑤ 透視の利用は、X 線撮影のみによっては必要な情報が得られない場合に用いられるべきである。X 線撮影における被検者整位の補助として用いることがあってはならない。
- ⑥ X 線装置が使用されるとき、その画像の輝度は自動調整回路によりある範囲で一定に保たれる。これは撮像システムの劣化が生じたときには、放射線量の増加によって輝度が保たれることを意味する。このことを診療放射線技師と医師は知らなければならない。
- ⑦ 検査室における室内光は、テレビモニタの輝度に考慮したレベルに設定すべきである。また、照明とモニタの位置関係は、モニタ表面の反射や写り込みを避けるように選択されるべきである。
- ⑧ 透視による被ばくの増加は、透視時間に最も影響される。透視像を必要としない、もしくは透

視像の画面を見ていない時間の透視を確実に停止させることは被検者の防護上極めて有用である。使用する装置でパルス透視が利用可能な場合、必要最低限度のパルスレートを選択して使用し、連続透視による診断に寄与しない部分の線量を低減するべきである。

- ⑨ 被検者入射面の利用線錐の中心における空気カーマ率が、通常透視においては 50mGy/min、高線量率透視においては 125mGy/min 以下でなければならない^{xiv}。
- ⑩ 例えば小児など、体厚が薄い被検者の場合、散乱線除去用グリッドを除去することで、画質の低下を招くことなく大きく必要線量を減じることが可能である。
- ⑪ デジタル化された透視装置においては、ラストイメージホールドやシネループ再生機能を積極的に利用することで、一部の透視時間を減じることができるようにするべきである。
- ⑫ X線受像器を被検者にできるだけ接近させることは透視に必要な線量を低減させるために有効である。術者の手あるいは頭を一次ビームへ誤って入れるのを防ぐこと及び散乱線からの被ばくを避けることはともに重要である。可能であれば検査はリモートコントロールパネルから実施されるべきである。術者が寝台のそばにいる必要がある場合、150kV までの管電圧において 0.25mmPb 当量以上のしゃへい能力を持つ防護エプロン、防護眼鏡及び甲状腺防護プロテクタなどを着用するか、あるいは天井吊り下げ型や移動型のしゃへい衝立の使用により、散乱線による被ばくを防ぐべきである。被検者や従事者へ高い線量を与えるとして知られている検査（例：心臓カテーテル検査、脳血管造影検査、及びインターベンショナル手技をともなう透視検査）においては、従事者は可能な限り画像収集が行われている間、被検者から距離を置くべきである。
- ⑬ 透視中の照射領域内へ直接手をいれることは、オーバーテーブル型透視装置においては行うべきではない。そのようなことが必要ならば、X線射出側となるようアンダーテーブル型の透視装置が使用されるべきである。また、そのようなことが必要な場合、含鉛ゴム手袋によって術者の手指を防護する必要があるが、自動調整機構の検出部が手袋でしゃへいされると透視線量の増加を招く。そのためこの検出部の領域外で行われなければならない。
- ⑭ 一定条件下での放射線量の測定や、テストチャートを用いた解像特性の確認など、品質管理プログラムにもとづく適切な管理は、透視条件や全体の透視時間の低減に寄与する可能性があり、被ばくの低減を図る上で有用である。
- ⑮ 透視線量もしくは撮影線量など、一連の手技における放射線量の把握には、撮影枚数や透視時間の管理のほか、面積線量計等を利用した記録と管理が推奨される。
- ⑯ X線撮影の項に示した全ての項目は、透視検査においても適用されなければならない。デジタル化された透視装置については、デジタル X線撮影の項に示した内容も適用されるべきである。

13. インターベンショナルラジオロジー

長時間透視や多くの撮影を伴う複雑なインターベンショナル治療は、放射線で誘発する皮膚傷害（ICRP85 インターベンショナル手順からの放射線傷害の回避 [38]）に対するしきい値を超える皮膚線量となる場合がある。たとえば、高周波心臓カテーテル焼灼術、経皮経管的血管形成、血管塞栓術（特に神経放射線学的）と血管造影、ステント及びフィルタ挿入などである。そのような検査に対して、標準操作手順と臨床プロトコルは、この傷害の可能性を最小限にするために規定されるべきである。インターベンショナル手順の最適化に特別な注意が払われるべきである。高皮膚線量被ばくが起り得るこれらの検査に関連して、放射線防護アドバイザーの助言が考慮されるべきである。

線量評価は、1Gy を超える入射表面（皮膚）線量となり得るいくつかの検査に対し実施されるべきである。多くの検査による累積線量が評価され、必要な医学的処置がなされるように、測定され又は評価された皮膚線量を被検者記録に記録するために、システムが設定されるべきである。潜在的な症候とリスク及び得られた適切な同意に関して、被検者が忠告されるべきである。

13.1 放射線傷害の回避

放射線診断領域における放射線傷害の対象は、インターベンショナルラジオロジー(IVR)に限定

される。IVRは、日常的に大量被ばくが被検者に与えられており、その大量被ばくを与えたという認識がないために被検者の皮膚傷害などが発生する。また、被検者だけでなく、術者、診療放射線技師、看護師も散乱線を受け、その被ばく線量は被検者の被ばく線量に相関する。したがって、被検者および術者等に対して被ばくの危険性を最小限にするための対策が不可欠である。

13.2 放射線傷害と線量

放射線傷害には、被検者への過剰照射によるPTCA後の皮膚潰瘍、TAE後の一過性脱毛、心臓RF ablation後の放射線皮膚炎などがある。また、不適切なX線装置の使用、未熟な技術、不十分な防護による医療スタッフの水晶体傷害などがある。特に、被検者において1回あるいは短期間に複数回の被ばくで発生し得る傷害と線量の関係は、紅斑が2Gy、白内障が2Gy、永久脱毛が7Gy、遅発性皮膚壊死が12Gyである。また、被ばくを続ける術者の傷害は、白内障が3月に4Gy、または3月以上で5.5Gyで発生すると考えられる。

13.3 被検者の被ばく低減方法

- (1) 個々の施設は、それぞれの手技ごとに検査プロトコルを作成し、標準的な撮影部位と撮影回数、透視時間、その場合の被検者の皮膚線量を記載しておく。
- (2) 種々の防護装置と線量監視システムを有するIVR専用のX線装置を使用するとともに、使用に際してそのQAを行う。
- (3) 被検者被ばくの低減には次の方法を用いる。
 - ① 透視時間を最小限に抑制する。
 - ② 体格の良い被検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認識する。
 - ③ X線管電圧(kV)をできるだけ高く、X線管電流(mA)をできるだけ低くする。
 - ④ X線管を可能な限り被検者から離す。
 - ⑤ X線受像器を可能な被検者に近づける。
 - ⑥ 拡大透視は使い過ぎないようにする。
 - ⑦ 小さい被検者の場合、およびX線受像器を被検者に近づけることができない場合には、グリッドを取り外す。
 - ⑧ 照射野を最小限に絞る。
 - ⑨ 手技が長引く場合には、被検者の位置、照射野、照射角度を変え、皮膚の同じ部位が被ばくしないようにする。
 - ⑩ 被検者の体格、X線管の位置、照射角度、線量率、被検者とX線管距離、撮影枚数などによって同じ透視時間でも被ばく線量が異なることを認識する。
- (4) 術者被ばくの低減のためには次の方法を用いる。
 - ① 防護衣、防護衝立を用いるとともに、線量をモニタする。
 - ② 側面からの透視の場合には、術者はX線管側ではなくX線受像器側に立つようにする。
 - ③ アンダーチューブのX線装置を使用する。

13.4 インフォームド・コンセントと追跡調査

IVRに関するインフォームド・コンセントを得る場合には、手技上の合併症および造影剤の有害事象と同様に放射線傷害の危険性を説明しなければならない。その場合には、傷害は遅れて出現することや短期間に繰り返し行われることにより重症化することを含めて述べなければならない。

また、1回のIVRにおいて被検者の推定線量が3Gy（繰り返される手技では1Gy）を超えた場合には、皮膚の照射部位と被ばく線量をカルテに記載する必要がある。3Gy以上の場合、被検者および主治医に皮膚傷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。

13.5 事故後の介入

医療従事者が被ばくする人数や総放射線被ばくを増加させる活動を「行為」と呼ぶのに対して、被ばくを減少させる活動を「介入」という。介入を行う場合には、介入プログラムを提案し、提案された介入が害よりも便益が大きく、また、介入の方法、規模および期間が正当化されたものでなければならない。事故後の介入プログラムによる防護措置はそれによって回避される被ばく線量を

評価し、判断する必要がある。重大な確定的影響または高い確率的影響を引き起こす被ばく線量に対しては、至急に防護措置の検討が必要である。緊急時事故の作業における被ばくは、人命救助を例外として、約0.5Svを超える実効線量とならないようにしなければならない。皮膚の当価線量は、この場合も人命救助を除き、約5Svを超えることがないようにしなければならない。救済作業による被ばくは、行為を伴う職業被ばくの一部として取り扱われる。このような事故が起こった場合は速やかに監督官庁への報告をするべきである。

線量評価は、1Gyを超える入射表面（皮膚）線量となり得るいくつかの検査に対し実施されるべきである。多くの検査による累積線量が評価され、必要な医学的処置がなされるように、測定され又は評価された皮膚線量を被検者記録に記録するために、システムが設定されるべきである。潜在的な症候とリスク及び得られた適切な同意に関して、被検者が忠告されるべきである。

- ① 診療における放射線の利用は、正当化されるものでなければならない。検査を依頼する医師は、診療上の十分な必要性のうえに、放射線検査の適用を決定しなければならない。
- ② 診療に放射線の利用においては、ALARP (As Low As Reasonably Practicable) の原則が遵守され、常に最適化が図られなければならない。
- ③ 被検者誤認により必要の無い検査が行われた場合、それによる被ばくはまったく無意味な被ばくとなる。このため、被検者の検査室への導入時には姓名両方での確認、もしくはそれに代わる本人確認手続きを実施しなければならない。
- ④ 被検者確認において、被検者主訴が放射線検査依頼にある医師による記述と一致しているかを確認することは依頼時の誤記を発見する上で重要である。
- ⑤ 検査室内において検査の内容を被検者へ説明することにより、本人確認の補助とすることができ、依頼記載ミスを発見することが可能になる。
- ⑥ 如何なる場合にも、照射領域は診断に必要な画像情報を十分に与える範囲において、最小限に限定される必要がある。

IVR のガイドライン (JART)

部位	透視線量	撮影線量	総線量
頭部	0.5Gy	1.0Gy	1.5Gy
心臓	0.6Gy	0.7Gy	1.3Gy
胸部・腹部	0.3Gy	0.5Gy	0.8Gy

14. 移動装置を備えた予防措置

ポータブル X 線装置は、発生装置の小型化、X 線管の耐高負荷化が進み、据え付け形 X 線装置と遜色ない X 線出力を有するものも使われるようになった。また、画像出力側の技術革新により、従来のポータブル X 線撮影とは思えないほどの画像が得られる状況になっている。本来、X 線撮影はしゃへいを考慮した管理区域で行うことを前提とするが、医療という特殊性を考慮して、医療上被検者の移動が著しく困難な場合には管理区域ではない病室等での撮影を容認することで行われる行為である。したがって、従来にも増してポータブル X 線撮影を行う操作者は、X 線による自身の被ばくを防護することや被検者周辺に居る人が、一次線と散乱線を極力受けしないよう適切な防護を考える義務がある。ポータブル X 線撮影を行う操作者は、放射線防護に関する特別な教育と訓練を受けた後に扱うべきであり、所有する施設内で組織された放射線安全管理委員会等で承認された者のみ扱うことができるよう規定されるべきである。また、依頼する医師等は安易に移動困難であると判断せずに被検者の便益を最優先し、管理区域とした X 線診療室での撮影を第一に考えるべきである。

操作者は、少なくとも鉛厚 0.25mm 当量の防護エプロンを装着すべきである。何らかの理由で防護エプロンの装着ができない場合は、一次線束を避け被検者から最低 2m の距離をおくべきである^{xv}。また、介助者が居る場合や周りにいる全ての人の放射線防護を適切に行う必要がある。

被検者の被ばく線量低減を常に考え、機器の配置、撮影条件を設定しなければならない。とりわ

け皮膚-X線管焦点距離は、決して30cm以下とすべきではない。

外傷救急部門等、病棟でのポータブルX線撮影は、被検者、操作者及び撮影時に周りにいる全ての人に適切な防護対策を考えなければならない。移動可能な者には撮影する間、X線の影響の無いところまで待避するなど、操作者が指示しなければならない。このことは通常、リスク管理に伴う「ポータブル装置を用いた撮影に関する規程」等、院内規則として扱われるべきである。

ポータブルX線撮影によっては間仕切りや壁が十分なX線のしゃへいができない場合もある。その場合であってもX線線束の方向と照射サイズについては、特別な注意を払い、局所のしゃへいを考慮するなど可能な限り検討が必要である。

放射線防護上水平方向の使用は、可能な限り避けられるべきである。やむを得なく実施する場合であってもX線照射方向に被検者のみが居る状態を考え、他の者が被ばくしないよう行わなければならない。

ポータブルX線装置は、許可された者だけが使用できるよう規定すべきであり、保管場所には施錠できることが必要で、子供等のいたずらで容易にX線が発生しないような「安全」状態にしておくべきである。以上のことを遵守することはもちろんのこと、下記に挙げた項目について管理者の責任の下、放射線の安全な検査を確保するため各施設は機器の品質管理に努め、操作者は最適な放射線量をコントロールしなければならない。

- ① 放射線を利用する診療放射線技師、医師らは代表的な放射線検査において、診断に必要な画像情報を得る上での放射線量の参照レベルを設定するべきである。
- ② この参照レベルは、実際の診療時に使用する放射線量を拘束するものではなく、使用する放射線量が標準に対してどのようなレベルにあるのかを明確にするものでなければならない。
- ③ 診断参照レベルは無用な高線量を被検者へ与えることを防ぐために、放射線防護上の最適化の一つとして日常の医用放射線診断装置の品質管理プログラムの中で用いられるものである。
- ④ 診断参照レベルは診療放射線技師の専門的判断に助言を与えるものであり、良質な医療かどうかを区分する境界線ではない。
- ⑤ 診断参照レベルは最高の技術を用いてのみ到達可能なレベルであってはならない。広範な調査をもとにして、75パーセント近傍の値が適用されるべきである。
- ⑥ 診断参照レベルは関連画像診断機器の技術革新や、求められる画像の質の変化に応じて、適宜見直されるべきである。

診断参照レベルと自らが使用する放射線量の対比が行えるよう、全ての医用放射線診断機器設置施設は適切な線量測定機材を備えるべきであり、日常の品質管理プログラム内で放射線量の測定が正しい手順で実施されねばならない。

15. CT スキャナを備えた予防措置

CT スキャナは血管撮影装置やPET 装置に組み込まれ、高度な医療を行う複合機として大規模な病院では複数台設置されているところがある。従来のCT 単独利用の部屋以外の場所にも設置され、X線管球のウォームアップや検出器のキャリブレーション（以下、「ウォームアップ等」という。）中に、不用意に人がCT 使用室に入室したりすることの無いよう出入りに鍵をかけるなどの措置を行うべきである。ウォームアップ等を施行する操作者はCT 使用室に人が居ないことを確認し、入室できる扉全てに施錠を行い、扉には入室できない旨の標識を掲げるべきである。また、ウォームアップ等中はCT 装置のコントロールパネルがある操作室の操作パネル付近で待機し、予測不能な入室者が居た場合、ウォームアップ等を即座に中止できるよう監視しておく必要がある。この位置から、被検者やCT 使用室への出入り口が全て明確に見えるべきである。

CT 検査を行う操作者は放射線防護に関する特別な教育と訓練を受けた後に扱うべきであり、所有する施設内で組織された放射線安全管理委員会等で承認された者のみ扱うことができるよう規定されるべきである。

CT 検査を行う場合は被検者のみCT 使用室に居ることを確認して検査を開始する。医療上やむ

を得なく介助者等が CT 検査中 CT 使用室に入る場合は、適切な防護衣を着用し、手指等が直接一次線に被ばくしないよう操作者は助言しなければならない。

大量の被ばくの可能性を予想して、CT 検査は、医療放射線被ばく規制を熟知した専門の医師によって各被検者の検査に対し、適切な臨床的正当化がなされた場合のみ実施するべきである。

小児の検査は、成人が受ける被ばくよりリスクが大きいため、成人への検査に対する正当化のレベルとは異なるレベルを要求する。撮影条件は診療情報が最低取得できる程度に予め最適化され、各使用者はその設定根拠を明確にすることができなければならない。特に検査目的部位以外の臓器が不用意に撮像されないよう細心の注意を要する。生殖腺や水晶体など放射線感受性が高い部位の検査が繰り返し行われぬよう被検者個々の検査状況を把握し、依頼医師等の情報の共有を図るべきである。

臨床の指示及び低線量技術の特別な注意を優先することなしに、妊婦の腹部あるいは骨盤の CT 検査を実施してはならない。臨床的に適切ならば、より安全な非電離放射線検査（超音波や MRI）または低線量 X 線技術が考慮されるべきである。

操作者は、要求されている診療情報を得るために必要な CT 画像の最低数が得られているか確認できなければならない。診療情報を得られず再度 CT 検査を施行することがないように十分に依頼医師等との連携を取り、臨床に関する十分なデータを予め把握してスキャン計画を行い、スキャン後は診断に十分な画像を得られているか画像を確認し、再検査にならないよう検査を終了しなければならない。可能かどうか無駄な被ばくをさせてはならない。

スライスインクリメント（軸方向スキャン）又はビームコリメーションと同一のピッチ（ヘリカルスキャン）は、最低実施可能線量が保たれている間、Z-軸感度（イメージスライス幅）及び要求される低コントラスト検出能に関連して選択されるべきである。

被検者の眼球への被ばくを最小限にするために、操作者は注意するべきである。水晶体組織への線量は、頭部検査の間、ガントリに角度を付けることによって一次ビームから眼を外すと多くの場合減少する。この手法は画像再構成を行わない場合、積極的に用いられるべきである。

造影剤を使用して検査をする場合は、事前に非造影による CT 検査を行った後に造影剤を使用して再度スキャンされるのが通常である。この時に再スキャンされる部位数の減少や造影剤使用の必要性を含め検討するべきである。

手術室等で用いられる放射線管理区域ではない部屋で移動可能 CT スキャナの使用は、十分訓練を受けた操作者により施行されることが必要で、操作者の指示に従い、被検者以外は防護壁等の後ろにいるべきである。

検査中、検査室に残る必要がある従事者への防護について、操作者に助言を求めるべきである。このことは CT 透視では特に重要である。自動遠隔注入装置と適切なスペーサは、従事者が被検者から離れて立つことが可能であるようにすべきであり、インターベンション実施者の手が照射ビームの外に来るようにすべきである。

- ① 被検者が妊娠可能な年齢の女性である場合、医師等の放射線検査の適用決定時と、診療放射線技師による放射線検査実施直前の 2 つの段階において、妊娠の可能性の有無を本人もしくはその家族に確認する必要がある。
- ② 確認が不可能な場合には、妊娠の可能性のあるものとして正当化と最適化が行われなければならない。
- ③ 妊娠の可能性がある場合、生殖腺が直接照射範囲に含まれるか、または極近傍に位置すると判断される際には、診療放射線技師は検査実施前に依頼医師へ検査の必要性について照会を行うべきである。
- ④ 妊娠可能な年齢の女性で、生殖腺への線量が数十 mGy を超えると予測される検査を行う場合で緊急性が無い場合には、月経開始から 10 日以内に検査を実施するという 10 日規則に従うべきである。
- ⑤ 検査実施後に妊娠が判明し、被検者から要求があった場合には、検査に用いられた放射線量を撮影条件や診断参照レベルとの対比から推定し、胎児への影響発生確率などと合わせて情報を開示できるような体制をとるべきである。
- ⑥ CT の被ばく線量を把握するため事前に TLD 等測定器を用いた測定を行う必要がある。

あるいはモンテカルロ手法を用いた算定方法も提案されている^{xvixvii}。

X線 CT コンベンショナルスキャンガイドライン (JART)

検査部位	ファントム内の中心線量 (mGy)
頭部	40
腹部	11

アクリル製円筒形ファントム (頭部用は直径 16cm、腹部用は 30cm)

16. CT 透視

CT 透視は短時間に大量の被ばくを起こす手技であるため、十分に訓練された術者によって行うべきであり、CT 透視を使わなければならない正当性を検討した上で行うべきである。CT 透視には放射線防護の全ての一般原則が適用する。操作者は、同一個所を繰り返しスキャンする場合、CT 透視における高い被ばく皮膚線量の可能性を理解していなければならない。入射表面線量は、4mGy/s～9mGy/s の範囲であり、常に線量評価にかかる透視時間であることを忘れるべきではない (例、1Gy)。標準 CT 透視パラメータで CT スキャナを操作する場合の時間制限は、標準 CTDI ファントム周辺での線量が 500mGy を超えてはならないように設定されるべきである。物理的に不可能でなければ、CT 透視に対して選択可能な管電流を随時設定するべきである。CT 透視は複数の従事者によって行い、検査を実施している人がモニタ画面を見ていない場合、どのような状況でも CT 透視を出してはいけない。針操作を実施する場合、スキャン中に術者の手が一次線束の外側に出るような固定器具 (スパーサー) が使用されるべきである。最も被ばくする部位は手指であるので、リングバッジの装着が必要とされるべきである。

CT には継続的に X 線を出すスイッチが通常取付けられていないので、一人は、CT 装置のコントロールパネルがある操作室にいるべきである。この位置から、被検者や CT 室への出入り口が全て明確に見えるべきである。あるいは、不注意な入室を防ぐためにも扉に鍵を掛けておくべきである。

撮影室への被検者導入時には姓名両方を確認し、診療放射線技師は検査の内容を具体的に被検者へ告げる。

X線 CT 透視ガイドライン (JART)

検査部位	ファントム内の中心線量*2 (mGy)
腹部 (胸椎)	3.2

アクリル製円筒形ファントム (腹部用直径 30cm)、透視時間 10 秒

17. 放射線治療シミュレータを備えた予防措置

放射線治療を行う被検者にのみ実施されるべきである。放射線診断に適用可能な全ての一般的な放射線安全予防措置が、放射線治療シミュレータに適用されるべきである。

- ① デジタル X 線撮影装置は、過小・過大線量であっても画像が描出可能であるため、診断上の必要性を満たすための画質レベルをあらかじめ決定しておかなければならない。
- ② 放射線発生装置と画像処理装置の動作は品質管理プログラムに基づいて、最適化されていなければならない。診断情報に寄与しない過大な放射線量を被検者へ与える事を防ぐことができる。
- ③ 過度に減じられた放射線量では、診断のために必要なレベルの画像情報が得られない可能

性がある。 デジタル X 線撮影装置では使用者が性能の変化に気づき難いことから、品質管理プログラムにおける診断参照レベルの利用が重要である。

- ④ フィルム現像処理を経ずに画像が生成されることは、安易な撮影枚数の増加を招く恐れがある。 診療放射線技師や医師は、一画像あたりの放射線量を事前の知識として有すべきである。
- ⑤ X 線撮影の項に示した内容は全てデジタル X 線撮影においても適用されなければならない。

18. 防護衣

手袋、エプロン及び眼のプロテクタは、一次線が被検者を透過した後の散乱線のみを防護する物として設計されている。したがって、一次線を防護するためのものではない。このことを誤解している従事者も多いので施設内で教育の項目に入れるべきである。放射線を防護するものとして鉛が一般的に用いられるが、鉛の含有量を把握し、適切な鉛当量のものを選択する必要がある。放射線防護アドバイザーは使用する目的、術者等が立つ位置と散乱する二次放射線の量を考え、適切な防護衣の着用を指示するべきである。

手の甲及び手のひら全体（指と手首を含む）にわたって、150kV までの X 線に対し、0.25mm より厚い鉛で均一に分布している手袋が用意されているべきである。それらには、CE マークと鉛当量の表示が付いているべきである。我が国には 0.25mmPb の他、0.35mmPb、0.50mmPb のものが規定されている^{xviii}。

身体用のエプロンは、100kV までの X 線使用に対し、0.25mm より多い鉛含有で、100kV を超える X 線使用に対しては 0.35mm より厚い鉛で防護されているべきである。それらは、CE マークと鉛当量の表示が付いているべきである。

特別な防護が要求される場合、一般的に実効線量を減少するためには、より薄い身体エプロンを推進するより、甲状腺のしゃへいを追加する方が有用である。半身体エプロンは、壁等からの散乱線を考え、放射線防護アドバイザーが十分な防護であるとする具体的な適用以外は、使用されるべきではない。

防護用具の範囲は、全ての X 線室及びポータブル X 線装置の使用に提供されるべきである。防護用具は、正しく使用され、保管されるべきである。そして施設長は、防護用具に関連する義務を承知しているべきである。

使用しない場合、鉛エプロンは、適切に収容されるべきである（IRR99 規則 9 (3) [1]）。それらは、損傷を防止するために適切な方法で対応されるべきである。例えば、専用ハンガーや、しわ防止のための十分に大きい直径のレールの使用により、適切な方法で保持されるべきである。エプロンは、決して折り曲げてはいけない。

手袋、甲状腺しゃへい、エプロン及び他の防護衣は、頻繁に視覚的に検査されるべきである。使用者から見つけられた防護衣の欠陥は、直ちに報告されるべきであり、欠陥項目は可能な限り速やかに使用せずに、置き換えられるべきである。防護衣は、防護材料に亀裂がないことを確認するため、少なくとも 1 年に 1 回は十分に検査されるべきである（X 線あるいは透視によって検査する）。防護用具は、場所の移動が頻繁に行われる可能性があるため、点検結果は（例、製造番号により）記録する必要がある。

- ① 透視撮影装置が使用されるとき、その画像の輝度は自動調整回路により一定に保たれる。これは撮像システムの劣化が生じたときには、放射線量の増加によって輝度が保たれることを意味する。このことを診療放射線技師と医師は知らなければならない。
- ② 透視による被ばくの増加は、透視時間によって最も影響される。透視像を必要としない時間の透視の確実な停止は被検者の防護上極めて有用である。
- ③ 一定条件下での放射線量の測定や、テストチャートを用いた解像特性の確認など、品質管理プログラムにもとづく適切な管理は、透視条件や透視時間の低減に寄与する可能性があり、被ばくの低減を図る上で有用である。
- ④ 透視線量もしくは撮影線量など、一連の手技における放射線量の把握には、撮影枚数や透

- 視時間の管理のほか、面積線量計等を利用した記録と管理が推奨される。
- ⑤ パルス透視が利用可能な場合、必要最低限のパルスレートを選択して使用し、連続透視による診断に寄与しない線量を低減するべきである。
 - ⑥ デジタル化された透視装置においては、ラストイメージホールド機能を積極的に利用することで、透視時間を減じるようにするべきである。

-
- i ICRP, ICRP Supporting Guidance 2, Radiation and Your Patient: A guide for medical practitioner (2002)
 - ii 被検者誤認事故予防のための院内管理体制の確立方策に関する検討会, 被検者誤認事故防止方策に関する検討会報告書, http://www1.mhlw.go.jp/houdou/1105/h0512-2_10.html, 1999
 - iii 厚生労働省, 医療・介護関係事業者における 個人情報 の適切な取扱いのためのガイドライン, 2004
 - iv European Commission, Radiation Protection 109, Guidance on Diagnostic Reference Levels for Medical Exposure, 1999
 - v (社)日本放射線技師会医療被ばくガイドライン委員会:医療被ばくガイドライン(低減目標値). 日放技誌 98: 1694-1750, 2000
 - vi IAEA: International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources 「電離放射線に対する防護と放射線源の安全のための国際基本安全基準」. IAEA Safety Series No. 115, IAEA, 1994
 - vii ICRP, ICRP Publication 73: Radiological Protection and Safety in Medicine, 1996
 - viii 山口恭弘:数値シミュレーションを用いた外部被ばく線量計算. 日本原子力学会誌 36: 624-630, 1994
 - ix ICRP, Annals of the ICRP Vol.30 No.1, Pregnancy and Medical Radiation, 2000
 - x JIS Z 4752-2-11, 2005
 - xi JIS Z 4752-2-1, 2005
 - xii 医療法施行規則第三〇条 1
 - xiii National Electrical Manufacturers Association, Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) Part 4 Service Class Specifications, 2004
 - xiv 医療法施行規則第三〇条 2
 - xv 小倉泉他:ポータブルX線撮影における散乱線量分布について. 日本放射線技術学会東京部会雑誌 31: 73-79, 1989
 - xvi Shrimpton, P C, Jones, D G, Hillier, M C, Wall, B F, Le Heron, J C and Faulkner, K. Survey of CT practice in the UK. Part 2: Dosimetric aspects. NRPB-R249, 1991
 - xvii Jones, D G and Shrimpton, P C. Survey of CT Practice in the UK. Part 3: Normalised Organ Doses Calculated using Monte Carlo Techniques. NRPB-R250, 1991
 - xviii JIS Z4831-6-3, 2004

核医学診療における医療被曝の安全確保のためのガイドライン（案）

第1 趣旨

核医学診療においては非密封放射線同位元素で標識された放射性医薬品を患者に投与し、疾病の診断および治療を行う。したがって、核医学診療における医療被曝は、放射線を体外から照射する放射線診断や放射線治療とは根本的な相違点を有する。すなわち、核医学診療では、患者に投与される放射性医薬品の核種と投与量によって患者の受ける被曝量が概ね決定される。投与された放射性医薬品は半減期が長く投与量が大であるほど、また一旦投与された放射性医薬品が患者の体内に長く留まっているほど被曝量は増加する。本ガイドラインにおいては、核医学診療における医療被曝の安全確保のための具体的方策および誤投与発生時の対応方法等について指針を示すことにより、適切な核医学診療の安全管理を推進し、安全な医療の提供に資することを目的とする。

第2 核医学診療における医療被曝の安全確保のための基本的考え方

核医学診療における患者への医療被曝を低減させるため、また不必要な医療被曝を避けるためには、適切な量の放射性医薬品を患者に投与すること、および誤投与をさけることが最も基本的な事項である。したがって、医療行為が行われる前に下記の項目について手順に誤りがなく正確であるか考慮され再確認される必要がある。

- ア 核医学診療による医療行為が疾患の診断・治療のために必要であること
- イ 投与される放射性医薬品が疾患の診断・治療のために適切であること
- ウ 放射性医薬品の投与量が疾患の診断・治療のために適切であること
- エ 被験者または被治療者が当該患者本人であることおよび投与される放射性医薬品がその患者の診断・治療のために用意されたものであること
- オ 当該患者への誤投与を避けること、また投与経路を間違わないこと
- カ 検査対象でない臓器への放射性医薬品の摂取をブロックさせるための薬剤を投与すること、および十分な水分補給を行うことにより腎臓からの放射性医薬品の排泄を促すこと
- キ 画像収集、再構成に関わる器機が適切に管理され正常に動作すること
- ク 放射性医薬品が正しく調整されていること
- ケ 放射性医薬品を投与される当該患者が妊娠中または授乳中でないか確認すること

第3 核医学診療における医療被曝の安全確保のための整備

核医学診療における医療被曝の安全確保のためには、下記の項目について院内で規則を定め明文化し、核医学診療を担当する医師、診療放射線技師、看護師等がその規則に従い安全・正確にその業務を分担することが必要である。

ア 核医学診療の適用範囲

核医学診療は、疾病の診断、治療、または診断技術研究のために非密封放射性同位元素が用いられる場合に適用される。また、臨床診断あるいはインビトロ研究のために非密封放射性同位元素が用いられる場合、さらに密封線源および非密封線源のいずれかまたは両者が診断、研究で使用される装置の点検、校正のために放射性物質が使用される場合にも適用される。

イ 管理原則

患者には診断・治療の目的のため最適な放射性医薬品の最適な量を投与することを原則とする。非密封放射性同位元素が使用されるすべての部屋は、作業過程で医療従事者が受ける被曝が最小となるよう、患者の被曝を制限するよう、一般公衆（訪問者と検査を受けていない患者）の被曝を最小とするよう、さらには放射性物質による汚染を避け、万一汚染した場合拡がりが生じないように管理する。非密封放射性同位元素を用いる作業は、医療行為の有効性が前もって計画され、危険の管理が必ず行われるように明確に文書化された手順の規則によって決定されるべきである。患者に非密封放射性同位元素が投与される手順においては、規則の明確な指示と医療従事者の責任が常に設定されなければならない。

ウ 医療従事者の役割と責任

医療従事者は、核医学担当医、核医学担当放射線技師および看護師等、核医学診療を直接行うものである。核医学担当医は患者に行われる検査が患者にとって適切な診断手順にもとづいているかどうか判断し、患者の医療被曝を正当化することを保証する臨床情報が充分であるかどうか確認しなければならない。核医学担当技師は、被検者の安全に留意し、撮像器機の整備、画像処理を正確に行い、核医学担当医が正確に診断治療を行うことを補助する責任がある。看護師は被検者・被治療者が当該患者本人であるか、当該患者へ投与される放射性医薬品が正しい薬剤であるか、確認し診療行為を補助する。核医学診療に携わるすべての医療従事者は適切に訓練され継続的に教育されなければならない。また、検査の目的、得られる結果、副作用、検査に伴う被曝について患者に対し、説明と同意を行わなければならない。医療従事者は自らが行う核医学診療行為の実践面に対し、直接的に責任がある。

エ 患者の防護

医療従事者は患者、親族、看護スタッフあるいは検査・治療が行われることによって、被曝を受ける可能性のある第3者への放射線防護に関する手順を文書または口頭で伝えなければならない。妊娠中の患者または授乳中の患者に対する検査に関しては、診断による利益が被曝による不利益を明らかに上回る場合以外には決して行われるべきではない。やむを得ず授乳中に核医学検査を行う場合には母乳の摂取を通しての乳児への被曝が最小になるように具体的に文書化された指示書が授乳中の母親に与えられなければならない。検査を実施する前にできるだけ早く母親とこれらについて説明・同意されるべきである。

オ 装置の搬入と保守点検及び品質管理

核医学装置が臨床的に使用される前に、安全な操作が可能で取り扱い説明書の通りに機能するかどうか保証するための適正テストが実施されるべきである。患者にできるだけ少ない放射能を投与した場合においてもこの撮像機器を用いて、最適な品質の画像と診断情報を常に作成することが保証されるような品質管理がなされるべきである。すべての装置は取り扱い説明書通りに、また、製造業者によって推薦される頻度で保守点検されるべきである。

カ 放射線防護等の準備

非密封放射性同位元素を取り扱う作業区域あるいは研究室では、放射線防護のための装置が用いられるべきである。非密封放射性同位元素を取りあつかうものは、その他の区域への汚染を防止するために防護衣および手袋を着用しなければならない。この防護衣は指定された区域を離れる前に汚染の有無を調べ、着脱されるべきである。

キ 放射性医薬品の品質保証

放射性医薬品は医薬品としての品質が保証されていることは勿論のこと、標識キット製剤においては標識の安定性も保証されなければならない。標識が不良であれば、的確な診断を不可能にするばかりではなく患者に対して無用な被曝を与えるからである。

ク 訓練および事故的医療被曝の調査

訓練は診断、治療研究目的のために非密封放射性同位元素を扱うすべての医療従事者が受けなければならない。また放射線防護および安全に関する継続的な教育および訓練プログラムが計画されるべきである。医療機器の不備、放射性医薬品の誤投与あるいは過剰投与によって計画された線量よりも実質的にかなり過剰の

医療被曝をもたらした事故に際しては、その原因を調査し、報告書を提出し、同様の医療過誤が発生しないように安全手順を再評価すべきである。

第4 核医学診療における医療被曝の安全確保のための具体的方策の推進

誤投与を防ぐための具体的方策を徹底することが必要である。以下の項目について、異なる二人の医療従事者（核医学担当医師、看護師、診療放射線技師など）によって診療行為を行う前に手順が正しいかどうか別個に確認されなければならない。二人による確認が困難な場合には、同一人が二回確認することが望ましい。

- ア 投与されようとしている放射性医薬品が診断・治療の目的に合致しているか
- イ 準備された放射性医薬品（院内での製造、配達を含む）が当該患者への投与が予定されている放射性医薬品と合致しているか
- ウ 放射性医薬品を投与される当該患者は患者本人であるか
- エ 放射性医薬品の投与経路が正しいか

第5 誤投与時事故発生時の具体的な対応

誤投与が発生した場合には、患者に誤投与であることを伝え誠意を持って謝罪する。何故、誤投与が発生したか原因を直ちに調査し、報告書を作成し院内および学会におけるリスクマネジメント委員会に文書で報告する。放射性ヨードの誤投与の際には、甲状腺への被曝をできるだけ減少させるようにヨードカリウムを直ちに服用させる。

第6 誤投与事故の評価と安全管理への反映

薬剤の発注、薬剤の投与前準備、当該患者の確認、当該患者への投与のいずれの時点において誤投与の原因となるエラーが発生したかを明らかにする。院内で定められた誤投与予防のための手順が実際に守られていたかどうかを検証する。誤投与の当事者の前日までの勤務状況、心理的状态についても、これらが誤投与を生じる誘因となったか否か検証する。当事者も含め担当者全員で誤投与の発生した背景について話し合い分析し、これらを報告書に記録し保存する。

照射事故防止のための放射線治療手順書案

分担研究者 中川恵一 東京大学大学院医学系研究科放射線治療学

本案の意味と限界

以下は、過去の誤照射事故事例の際にまとめられた再発防止策を治療の手順に沿ってまとめたものである。前提として、治療計画装置と治療装置の品質管理は別途、行われているものと仮定している。また、X線の外照射を対象としている。

この手順書は放射線治療過誤に対応して作成された、最低限必要な事項を記載したものであり、放射線治療を実施する際には、これに加えて必要な品質管理・手順書を作成し実行する必要がある。また、チームでの情報共有はもっとも大切なファクターとなるので各段階でコミュニケーションをとり、誤認のないよう、配慮する必要がある

1. 患者情報の確認と治療方針・日程の決定

放射線治療を行うことが決まった患者に対して、治療担当医師は以下の項目を確認する。

- ・患者属性情報（氏名、性別、生年月日など）
 - ・治療に対する患者および家族の意識（告知・病状説明、治療に関する説明など）
 - ・原病の状態（診断名、病期、病理、治療部位など）
 - ・患者の一般状態、移動手段
- また、治療担当医師は以下の方針・日程を決定する。
- ・治療方針（根治/緩解、外来/入院、併用治療など）
 - ・治療計画日、治療開始日、治療期間
 - ・治療計画 CT など必要な検査の申し込み
 - ・造影剤使用の確認・同意書の取得など

上記の項目は帳票またはデータベースに記録するとともに、カンファランスなどにより、治療チーム（医師、診療放射線技師、看護師など）に周知する。なお、記録に際して、それを行った者の確認サインを残す。

2. 治療計画 CT（または X 線シミュレーション）

治療担当医師または治療担当技師、合計 2 名以上により行う。

- ・治療計画用 CT 撮影時に入力される患者情報については十分な確認を行う。
- ・CT の水平垂直表示レーザのアライメントの精度を確保する。
- ・体位保持のための補助具を使用する場合は、CT 撮影（または X 線シミュレーション）前に補助具を確認し、患者が補助具を使用した状態のデジカメ写真を撮影する。治療計画で用いる補助具は照射時に用いるものと同じタイプでなければならない。
- ・CT や X 線シミュレータの寝台上で治療体位が確保した後、患者の落下防止をはかるために抑制帯などによる寝台への患者固定を励行する。
- ・CT 撮影に先立ち、事前に光学マーカー（皮膚面に油性マジックで書いたものなど）がマーキングされている場合には光学マーカーと CT 用マーカー（カテーテルなど）の一致を確認する。（この確認は撮影後も行い、ずれている場合は再撮影を行う）光学マーカーがない症例については、CT に付帯の治療用外付けレーザによりマーキングを行い、CT 撮影用の X 線不透過マーカー（カテーテルなど）をその上に貼付ける。
- ・X 線シミュレータを動かす際には、寝台のそばで患者との干渉を確認する。
- ・照射時に用いる基準線と照射野のマークは点よりはラインを用い、照射時の患者設定の精度を確保したものとす。シェルを用いない体表マークの症例においては、マークの保持に対