

- 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、しゃへい用具を利用するなど適切な防護措置を講じること。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ので留意すること。
  - 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誘導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誘導を行うこと<sup>iii</sup>。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<sup>iv</sup>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しておく必要がある。

- 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り、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こと。
- 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、健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行うこと。
- 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、新しい診断用エックス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しなければならない。決して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。

以下の項目について確認を行う。

#### 誤認による再撮影の防止

- ①手首バンドなど補助的手法を併用することにより、本人確認を確実にしているか。<sup>v</sup>
- ②部位や左右の間違いを防ぐため、検査内容を被検者に事前に説明しているか。
- ③検査の必要性や内容について、検査担当者が依頼医へ確認を行うための手順が整備されているか。

#### 高感受性臓器への確実な線量低減

- ①生殖腺、眼の水晶体、胸部及び甲状腺のような放射線感受性の高い臓器を、必要に応じてしゃへいするための放射線防護用エプロンや生殖腺のしゃへい用具を備えているか。
- ②しゃへいを行うべき検査について、検査実施マニュアルに記載があるか。

#### 機器の品質管理による過線量照射の防止

- ①放射線診療機器の品質管理についてマニュアルが整備され、実施記録が備えられているか。

#### 検査施行者の技術レベルの一定化

- ①ALARA (As Low As Reasonably Achievable) の原則が遵守され、最適化された撮影条件表が整備されているか。
- ②小児撮影用に特別に考慮された撮影条件表を備えているか。
- ③検査を担当する診療放射線技師等は、医療被ばく低減に関する研修を受けているか。

- ④各放射線検査における部位別の透視線量率、撮影線量等を把握し<sup>vi</sup>、患者から被ばく線量について質問された際、資料を提示できるか。

## 8. 医療被ばく低減目標値

施設長は、通常のエックス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。医療被ばく低減目標値は自施設の 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ため、関連する国内及び欧州の参照レベルも考慮するべきである。医療被ばく低減目標値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、単純エックス線撮影に当てはまるものであり、自施設における部位別の被ばく線量の把握を行う必要がある。被ばく線量の測定は校正された線量計を用いる必要があるが、定期的に調整を行っている機器に関しては、たとえ線量計を用いなくとも入射表面線量を左右するパラメータを入力することで実験的に得たデータから導き出す Numerical Dose Determination (NDD 法)<sup>vii</sup>が広く用いられて被ばく線量の把握を行っている。被ばく線量の把握は施設長の責務であり、医療被ばく低減目標値を上回る線量で撮影が繰り返されないように放射線量の低減策を講じること。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医療被ばく低減目標値となるべきである。同様に、荷重 CT 線量インデックス (CTDI<sub>w</sub>) 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、医療被ばく低減目標値を設定するべきである。この医療被ばく低減目標値は、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医療被ばく低減目標値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。エックス線撮影では入射表面線量(Entrance Surface Dose: ESD)が、透視検査では面積線量値 (Dose-Area Product: DAP)、入射表面線量率が、CT 検査では weighted CT Dose Index (CTDI<sub>w</sub>)や Dose Length Product (DLP)が用いられるであろう<sup>viii</sup>。透視検査において線量測定が不可能な場合には、透視時間並びに入射表面線量率によって医療被ばく低減目標値を設定することとなる。
- 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医療被ばく低減目標値、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 2006 年に改定した医療被ばくガイドライン<sup>ix</sup>、国際的なものとしては International Atomic Energy Agency (IAEA) Basic Safety Standard 115<sup>x</sup>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。多くの施設が現在行っている撮影条件の調査をもとにして、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ことは、現時点での目標とする値として大きな矛盾は生じない<sup>xi</sup>。医療被ばく低減目標値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医療被ばく低減目標値は、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<sup>xii</sup>。しかし、ある種の検査において、頻繁に医療被ばく低減目標値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医療被ばく低減目標値は、日常の診断用エックス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医療被ばく低減目標値の設定やその比較・確認が常に実行可能なように、全ての診断用エックス線装置設置施設は、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なければならない。そのために、放射線の測定法やエックス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各医療被ばく低減目標値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 NDD 方法が普及している。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 2006 (JART) と IAEA ガイダンスレベル 1994

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	0.4	-
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	設定せず	1
Grid(+)		

以下の項目について確認を行う。

#### 機器の品質管理による過線量照射の防止および検査施行者の技術レベルの一定化

- ①国家標準に対しトレーサビリティを持つ測定器により線量の測定が実施されているか。
- ②平均的な体格の成人患者に関する入射表面線量、線量面積値、線量率又は臓器線量の代表的な値が、医療被ばく低減目標値を参考にして決定されているか。
- ③確立された医療被ばく低減目標値を繰り返し、もしくは大幅に超える線量を使用されるとき、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しているか。

## 9. 女性被検者

下腹部にエックス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、胎児に数十ミリグレイ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こと。

- 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うこと。
- 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、手指の通常のエックス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<sup>xiii</sup>。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ミリグレイ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可能性がある。

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<sup>xiv</sup>。

以下の項目について確認を行う。

#### **胚または胎児への線量低減**

- ① 出産年齢の女性患者には、妊娠もしくはその可能性の有無を確認しているか。
- ② 検査依頼医からの情報にない妊娠の事実もしくはその可能性が明らかになった場合に、検査実施について依頼医に確認しているか。
- ③ 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ているか。

#### **患者不安心理の抑制**

- ① 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ミリグレイを超えると予測される検査の適用を行う場合に、説明を行い、同意を得ているか。
- ② 妊娠している患者について、直接照射範囲に胎児が含まれない場合、リスクが極めて低いものであることを、検査実施前に依頼医が患者に説明しているか。

## 10. エックス線撮影

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、エックス線診療室ごとに表示し、特別なエックス線検査を実施するためにエックス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 (検出器) -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。

エックス線照射は、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状態で照射を行い、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、たとえば防護パネルの背後に居ることができない従事者等は、防護衣を着用すること。

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しなければならない。

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、衛生面、鉛毒性を考え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こと。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すること。

- 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、エックス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すること。
- ③被検者介助のために撮影室内にとどまる者は、エックス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こと。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）を積極的に用いること。
- ④診療放射線技師がエックス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を行うこと。
- ⑤全ての場合において、エックス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エックス線照射領域の確認を行い、必要最小限度の照射領域を設定すること。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すること（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エックス線照射領域の一致を定期的な品質管理プログラム<sup>xv</sup>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、体動抑制具を用いること。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、特別な注意を払うこと。
- ⑦エックス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、エックス線装置の設定や被検者体位の設定を行うこと。例えば膝蓋骨軸位方向のスカイラインビュー撮影時にエックス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、被検者上半身がエックス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。
- ⑨AEC 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エックス線フィルム/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エックス線フィルム/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<sup>xvi</sup>が実行されるべきである。
- ⑫エックス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。乳房撮影用エックス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<sup>xvii</sup>。
- ⑭全てのエックス線撮影室には、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、画像生成に必要とする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エックス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)<sup>xviii</sup> 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) を利用した、エックス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。

以下の項目について確認を行う。

#### 機器の品質管理による過線量照射の防止

- ①エックス線装置の出力が定期的に校正されているか。
- ②エックス線フィルム/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しているか。
- ③画像観察機器 (モニター・シャーカステンなど) の定期点検はされているか。
- ④増感紙のキズ汚れなどのチェックを定期的に行っているか。
- ⑤エックス線フィルム・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るか。
- ⑥撮影台天板や撮影用カセットに、低吸収素材が用いられたものを採用しているか。
- ⑦全ての点検記録を責任者がチェックしているか。

#### 検査施行者の技術レベルの一定化

- ①部位ごとの検査・撮影マニュアルが周知徹底され、必要に応じて定期的に更新されているか。
- ②エックス線照射範囲を必要最小限に設定しているか。
- ③小児が患者として訪れる場合、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) が用意されているか。
- ④撮影中の患者体動を防止するために、適切に患者体位を支持する専用器具や体動抑制具が備えてあるか。
- ⑤エックス線管焦点と患者入射面との間の距離は 45cm 以上確保されているか。
- ⑥すべてのエックス線撮影室には、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ているか。
- ⑦すべ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ているか。

## 11. デジタルエックス線撮影

特別なコンピュータエックス線撮影（CR）及び直接デジタルエックス線撮影（FPD）におけるデジタルエックス線撮影は、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エックス線撮影条件がデジタルあるいはコンピュータエックス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 エックス線撮影の項に示した指針は、エックス線フィルム/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エックス線撮影においても適用されるべきである。
- ② デジタルエックス線撮影装置は、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 デジタルエックス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医療被ばく低減目標値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。

以下の項目について確認を行う。

#### 機器の品質管理による過線量照射の防止

- ① エックス線装置の出力が定期的に校正されているか。
- ② 画像観察機器（モニタ・シャーカステンなど）の定期点検はされているか。
- ③ イメージングプレートなど検出器のキズ汚れなどのチェックを定期的に行っているか。
- ④ 部位ごとの撮影マニュアルは周知徹底され定期的に更新されているか。
- ⑤ 全ての点検記録を責任者がチェックしているか。
- ⑥ 撮影台天板や撮影用カセットに、低吸収素材が用いられたものを採用しているか。

#### 検査施行者の技術レベルの一定化

- ① 照射範囲を必要最小限に設定しているか。
- ② 小児が患者として訪れる場合、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）が用意されているか。
- ③ 撮影中の患者体動を防止するために、適切に患者体位を支持する専用器具や体動抑制具が備えてあるか。
- ④ エックス線管焦点と患者入射面との間の距離は 45cm 以上確保されているか。
- ⑤ すべてのエックス線撮影室には、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ているか。
- ⑥ すべ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ているか。



- ⑦線量を合理的に達成可能な限り低く（ALARA）保つという原則のうえに、患者ごとに最適な撮影条件が設定されているか。
- ⑧安易な再撮影や撮影方向の増加が行われていないか。

## 12. 透視

透視は、エックス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、エックス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るべきである。

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、できる限りエックス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るべきである。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。必要なときはエックス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、エックス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<sup>xix</sup>。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エックス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、エックス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。エックス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エックス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<sup>xxx</sup>。
- 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なるべきである。
- ⑫エックス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

ヨ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、エックス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エックス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、デジタルエックス線撮影の項に示した内容も適用されるべきである。

以下の項目について確認を行う。

#### 機器の品質管理による過線量照射の防止

- ①患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 以下となっているか。
- ②画像モニタの輝度調整が適正に行なわれているか。

#### 検査施行者の技術レベルの一定化

- ①焦点-皮膚間距離がいかなる場合にも 45cm 以下になっていないか。
- ②常にイメージインテンシファイアを被検者にできるだけ接近させているか。
- ③不必要に像の拡大が行われていないか。
- ④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ようになっているか。
- ⑤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ているか。
- ⑥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利用しているか。

#### 上部消化管検査のガイドライン (JART2006)

撮影装置方式別	透視線量	撮影線量	1 検査あたりの線量
直接撮影	70mGy	30mGy	100mGy
間接撮影	40mGy	10mGy	50mGy

#### 注腸検査のガイドライン (JART2006)

撮影装置方式別	透視線量	撮影線量	1 検査あたりの線量
直接撮影	150mGy	50mGy	200mGy
DR 撮影	100mGy	20mGy	120mGy
CR 撮影	60mGy	40mGy	100mGy

## 一般的な透視検査のガイドライン (JART2006)

一般的な透視検査	入射表面線量
通常透視	25mGy/min

### 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<sup>xxi</sup>) 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なければならない。インターベンショナル手順の最適化に特別な注意を払いチーム医療の基、高皮膚線量被ばくが起り得るこれらの検査に関連して、放射線防護の専門家の助言を考慮しなければならない。

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、線量評価を実施すること。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経時的に記録すること。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、被検者に対し説明を行うこと。

#### 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を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 被ばく線量の測定

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、不適切なエックス線装置の使用、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。これらの傷害を未然に防ぐために被検者が受ける線量の評価を行うと共に術者や医療スタッフは個人線量計の適切な着用を実行し、定期的な評価を行わなければならない。

#### 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する。
- (2)種々の防護装置と線量監視システムを有する IVR 専用のエックス線装置を使用するとともに、使用に際して装置の品質保証を行う。
- (3)被検者被ばくの低減には次の方法を用いる<sup>xxii</sup>。

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、累積線量も早期に増加することを認識する。
- ③エックス線管電圧(kV)をできるだけ高く、エックス線管電流(mA)をできるだけ低くする。
- ④エックス線管を可能な限り被検者から離す。
- ⑤エックス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、およびエックス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、エックス線管の位置、照射角度、線量率、被検者とエックス線管距離、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、術者はエックス線管側ではなくエックス線受像器側に立つようにする。
- ③アンダーチューブのエックス線装置を使用する。

#### 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行われることにより重症化することを含めて説明しなければならない。

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。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行う。

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する。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載する。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、被検者に説明する。

- 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るほか、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充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。

### 13.6 IVR における医療被ばくガイドライン 2006

日本放射線技師会が平成 18 年に改定した医療被ばくガイドライン 2006 は、医療における正当性を重んじつつ、より実践に用いられ易いように改められた。我が国における医療被ばく低減目標値として参考となる。

IVR のガイドライン (JART2006)

皮膚吸収線量 (1 検査の総量)	2Gy
透視線量率 (基準線量)	25mGy/min

この目標値は装置の透視時の基準線量を管理することによって被ばく低減を目指し、IVR 手技中に最大線量を受ける皮膚部位の吸収線量の被ばく低減目標値を 2Gy としている。

#### 1. チェック項目

- ①患者確認及び患者情報の確認を行っているか。
- ②作業前の安全確認を行っているか (使用機器、器具、測定器等)。
- ③検査の準備・検査中・終了後の安全管理を行っているか。
- ④検査開始時・検査中・終了後の入力データの確認を行っているか。
- ⑤心臓・血管造影検査に関する安全管理規程 (マニュアル) を整備しているか。
- ⑥心臓・血管造影検査に関する安全管理規程 (マニュアル) が実践されているか。
- ⑦異常時の対応、報告等の管理体制の確認を行っているか。
- ⑧装置の受け入れ試験を行っているか。
- ⑨管理上必要な書類の記載を行っているか。
- ⑩放射線被ばく低減技術を駆使しているか。
- ⑪放射線出力測定における安全管理を行っているか。
- ⑫画質評価と被ばく線量の記録を行っているか。
- ⑬定期的に装置の保守点検を行っているか。
- ⑭検査室内の環境 (室温・音楽など) が整備されているか。
- ⑮心臓・血管撮影検査に係わる医師、技師、看護師などの職種間で定期的に業務検討会を行っているか。

#### 2. IVR 施行時に想定される事故と事例

- ①スタッフのコミュニケーション不足や思い込み、安全認識の欠如による患者取り違い事故
- ②使用機器、器具の不具合による検査中断や中止

- ③造影剤アレルギーや不整脈による患者急変の危険や対応の遅れ
- ④患者情報、解析結果等の入力誤りによる診断ミスやデータ消去の事故
- ⑤電氣的、機械的安全性の確保不備による事故
- ⑥患者、術者及びスタッフに対する被ばく
- ⑦装置の故障、異常、調整、修理
- ⑧患者の不快感、状態の悪化
- ⑨チーム医療の欠如により検査・治療の質の低下による種々の事故発生

### 3. 対策方法

- ①患者誘導を含めた業務マニュアルを整備し、見直しも含め管理する。
- ②仕業（始業、終業点検）を実施、記録する。
- ③患者情報入力や解析結果のダブルチェックの徹底と自動化の実現。
- ④安全管理に関する規則（マニュアル）を整備し、実践する。
- ⑤緊急時における対応マニュアルの整備とコードブルー等の訓練の実施。
- ⑥装置・附属機器の導入時に受け入れ試験を行い記録、管理する。
- ⑦エックス線の出入力測定、管理及び記録の保存とスタッフへの被ばく低減教育の実施。
- ⑧メーカーによる定期点検を実施、記録管理する。
- ⑨心臓・血管造影検査を実施するに当たって、十分な説明の上で同意書を取得する。
- ⑩職種間におけるチーム医療の円滑化と検査、治療全般における欠落を防止する。

### 4. 参考解説

#### 【装置の品質管理】

心臓・血管撮影装置は、診断グループの中でも最も信頼性が問われる装置のひとつである。性能も高度のものが要求されており、設備的には大型化から小型化へ、機械的には固定化から、より自由可変型へ、電氣的には、より高精度・デジタル型へと時代とともに変化を遂げている。また、医療を取り巻く社会環境も、QC・QAにみられるように、装置の性能維持活動もより重要となってきた。したがって、心臓・血管撮影装置導入時は、その装置の機能や性能を把握するためにも、また今後の性能維持管理活動を行うためにも、必ず受け入れ試験を行う必要がある。また、日常の管理活動として、仕業点検（始業・終業点検）を必ず行い、さらにはメーカーによる保守点検も必要である。

#### 【マニュアルの整備】

心臓・血管撮影装置の安全管理体制を整備する上で、マニュアルや記録様式を文書化し、組織・責任体制を明確化することが重要である。マニュアルには患者確認をはじめとした業務行動に関するもの、周辺機器も含めた装置の操作に関するもの、仕業点検（始業・終業点検）、定期点検等の保守管理に関するQAマニュアル、異常事態や緊急時の対応、検査方法や撮影技術に関するもの、感染対策、危機管理等が挙げられる。

#### 【電氣的・機械的安全性】

心臓・血管撮影室では、さまざまなME機器（各種トランスデューサー、心電計、除細動器等）を使用しており、患者及びスタッフの電氣的安全確保する必要がある。

マクロショックを防止するには、同一アース同電位システムを導入するとともに、患者に直接触れる入力部を構造上電源系から分離されたフローティング型の機器を用いることが必要である。

また、特に心カテ検査は直接心臓にカテーテルを挿入したり、ペーシング用の電極カテーテル

を挿入したりする検査である。カテラポシステムのアース設置が不良であり、カテラポ側の漏れ電流が多いときは、皮膚を介さず直接心臓に流れることにより心室細動を起こす場合がある。このようなマイクロショックを防止するには、検査室内で使用するすべてのME機器間の最大漏れ電流を10 $\mu$ A以下とし、その電位差も10mV以下とすることが絶対条件である。

また機械的安全性の確保においては、イメージ圧迫防止機構や、アーム接触防止機構の搭載装置の導入と管理が必要である。

### 【患者状態の把握と緊急時の対応】

心臓・血管検査では造影剤を使用するため、アナフィラキシーショックの症状と対応を知っておく必要がある。また、生命が危険にさらされているのか、安定した状態にあるのかを示すバイタルサイン（脈拍、呼吸、血圧、意識レベル、尿量、体温）のチェックをチームの一員として行い、患者状態の把握に協力する必要がある。

### 【被ばく線量低減】

特にインターベンションによる被ばくが問題となるため、患者、術者、スタッフに対して以下のような注意や対策が必要である。

- ①低レートパルス透視（低線量透視）を必要に応じて使い分けている。
- ②必要最小限の撮影レート、撮影フレーム数を実践している。
- ③軟線除去フィルタをエックス線管に付加している。
- ④透視線量、撮影線量を適切に調整している。
- ⑤焦点-皮膚間距離をできるだけ離すように実践している。
- ⑥I. I. およびFPDを皮膚面に、できるだけ近づけるよう実践している。
- ⑦照射野を必要最小限に絞ることを実践している。
- ⑧過度のインチアップを避けることを実践している。
- ⑨継続した装置管理を実践している（施設で日常のQC、QAを実践している）。
- ⑩目的に応じたプロトコル作成をし、それを実践している。

患者に対して以下のような注意が必要である。

- ①線量又は透視時間の記録をしている。
- ②2Gyを超えたと思われた時の対処方法が検討されており、適切にアドバイスできるように心がけている。IVR時の患者被ばく線量を何らかの形で計測・推測しカルテ等に記載する等。

術者、スタッフに対して以下のような注意が必要である。

- ①「無駄な透視をしない」を啓発し続けている。
- ②各種プロテクタ（メガネ、甲状腺、防護衣）の着用。
- ③防護衝立、天井走行式防護具、鉛カーテン等の積極的利用。
- ④スタッフに対し、被ばく低減教育・訓練を定期的に行っている。
- ⑤継続した装置管理を実践している（施設で日常のQC、QAを実践している）。

### 【教育訓練】

ヒューマンエラーを完全に防ぐことは不可能であるが、初心者の不慣れや準備不足などのエラー対策として十分な教育訓練を行い、ベテランに対してはエラーを起こしにくい適切な環境を作ることが重要である。また、過去におきた重大な事故において、操作ミスや情報伝達の不足、装置特性の理解不足などのヒューマンエラーが原因となっている。エラーに対する予測と対策を十分に検討し、不測の事態が起きたときの被害を最小限に留めなければならない。



## 14. 移動装置を備えた予防措置

ポータブル形エックス線装置は、発生装置の小型化、エックス線管の耐高負荷化が進み、据え付け形エックス線装置と遜色ないエックス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、従来のポータブル形エックス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、エックス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形エックス線撮影を行う操作者は、エックス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。ポータブル形エックス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、管理区域としたエックス線診療室での撮影を第一に考えるべきである。

操作者は、少なくとも鉛当量 0.25mm 厚の防護エプロンを装着する。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。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<sup>xxiii</sup>。

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-エックス線管焦点距離は、決して 30cm 以下としてはならない。

外傷救急部門、病棟等でのポータブルエックス線撮影は、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、エックス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。

ポータブルエックス線撮影によっては間仕切りや壁が十分なエックス線のしゃへいできない場合もある。その場合であってもエックス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エックス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。

ポータブル形エックス線装置は、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エックス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しなければならない。
- 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。

### 1. チェック項目

- ①ポータブル撮影装置の保管管理が徹底されているか。
- ②撮影前後の装置（電源部・駆動部）安全確認及び消毒を徹底しているか。
- ③装置移動時の衝突事故防止のための安全対策を行っているか。
- ④患者確認の手順、方法がルール化されているか。
- ⑤撮影前に、患者状態の把握、感染症など患者情報に関する確認ができているか（照射録、電子カルテ、病棟スタッフとの確認等）。
- ⑥医師、看護師等のスタッフと協力した撮影体制が整備されているか（特に集中治療室や新生児室での医師、看護師の協力体制）。
- ⑦感染対策に関するルール、規程が整備され遵守されているか。
- ⑧ルートやドレーン、チューブ等装着患者に対する安全確認及び撮影終了後に、病棟スタッフとともに確認しているか。
- ⑨医師、看護師、同室患者への被ばくに対して配慮しているか。
- ⑩撮影終了後、患者－カセットを確認する方法、手順が整備されているか。
- ⑪患者氏名－フィルム（画像）の確認を行っているか。

### 2. 想定される事故と事例

- ①第三者による無断移動、衝突事故やエックス線発生（被ばく）、緊急時や消火活動の妨げ。
- ②漏電やショートによる停電事故、アームバランス、ロック機構不良による転倒、脱落事故、装置移動時やエレベータ内で突然駆動部が動き出す衝突事故。
- ③装置移動時の衝突事故（病室内やエレベータ内など移動中にスタッフや患者との衝突）。
- ④患者間違え。
- ⑤院内感染の原因、患者体位変換や移動が原因による急変。
- ⑥ルート、チューブ、人工呼吸器等の脱落や挟み込み、患者周辺装置の電源コードのはずれによる事故、患者容体変化の見落とし、対応の遅れ。
- ⑦無用な被ばく、不安感。

### 3. 対策方法

- ① 第三者が無断で移動や曝射出来ないようにキースイッチを適切に管理する。装置の保管場所として通路等に置く場合は、緊急時、消火活動等の妨げにならない場所を確保する。
- ② 使用前、使用後に確認するリスト票などを作成する。
- ③ ロック機構の確認を徹底し、移動時における安全確認を担保する。
- ④患者確認について統一したルールを決め、照射録等に記入（チェック）するなど、後から第三者が確認できるようにする。
- ⑤患者状態や感染症について事前に把握し、病棟スタッフとのコミュニケーションに努める。

- ⑥ 組織として協力体制の整備を図る。
- ⑦ 感染に関する知識と感染対策のルール化。
- ⑧ 病棟、放射線技師部門間で確認方法をルール化。
- ⑨ 被ばくに関する知識を病棟スタッフに啓発し、統一化する。患者本人、同室患者への不安を与えないようインフォームド・コンセントに努める。
- ⑩ 撮影後のカセットと患者が識別できるように照射録、シール等を添付するなどの対策を図る。
- ⑪ フィルム（画像）と患者に間違えがないか確認する。

#### 4. 参考解説

##### 【装置管理】

装置管理は、医療法施行規則第30条の14（医薬発第188号）において、「鍵のかかる等、適切な保管場所を確保するとともに、当該装置のキースイッチ等の管理を適切におこなうこと」と規定されている。第三者が無断で移動やエックス線曝射ができないようにキースイッチを管理しておくことはもちろんであるが、保管室が確保できない場合は、緊急時や消火活動の妨げにならないよう検討し、保管場所を決定することが重要である。

##### 【保守管理】

装置の保守管理は、装置使用前、使用後におこなう。点検部、清掃、消毒など行ったことをチェックするリストを作成し、全スタッフがわかる様に整備しておくことが重要である。また、コンセント部やケーブルの断線、接触不良は、ショートにより停電を招く恐れがあるため定期的な確認を心掛ける。

##### 【移動時の安全管理】

装置移動の際にはロック機構を確認するとともに、前方確認や狭い場所、人混みでは装置のタイヤで足指などを踏まないよう慎重に扱うよう注意をする。特に、エレベータ内では、アームロックが不十分な場合、加速度により突然、アームが動くことがあるため、ポータブル装置の移動時は安全配慮を怠らないようにする。

##### 【病棟スタッフとの連携】

患者間違えや酸素チューブ、ドレーン、点滴ルートなどの挟み込みや外れなど事故、カセット、点滴ボトルなどの落下、点滴棒や周辺機器類の転倒、体位変換による容体悪化などが、病室内の事故としておきやすく、往々にして放射線技師1人で無理して撮影を行うときに発生しやすいと考えられる。最近では、放射線技師2名で病棟撮影業務をおこなう医療機関もあり、事故防止対策の一つである。しかし、ポータブル撮影の殆どが重症患者であり、病棟管理下でしか検査できないという状況を見ると、病棟スタッフとのコミュニケーションは欠かせない。本来であれば、患者確認から、ポジショニング、撮影終了後の確認に至るまで、病棟スタッフとの協力においておこなうことが適切である。しかし、各施設によっては、その作業は様々であると思われる。病棟管理下という状況から、患者体位の変換では無理をせず、病棟スタッフに介助してもらうことや、撮影終了後の確認は、病棟スタッフと一緒ににおこなうこと。これらは、安全を担保する上で必要不可欠であり、組織的に整備すべきである。また、撮影室での検査に比べると、メチシリン耐性黄色ブドウ球菌（MRSA）などの感染症に関する十分な注意が必要である。そのために、事前に感染症の有無を確認できることが適切であるが、事前に把握することが困難な場合は、主治医、病棟スタッフと連携を図ることに努めなければならない。また、感染対策委員会などの一員として、放射線技師が参画することも大切であり、検査順序、消毒方法、感染防護方法など、放射線技師部門だけのルールではなく、病院としての決まり事を作成し、遵守すべきである。病棟撮影は、重症患者の病態把握、術後経過観察、チューブ・ドレーンの位置確認などを目的とした重要な撮影検査であり、感染症などで撮影室に行けないなど重症患者が多いことも一つの特徴である。いずれにしても、主治医、病棟

スタッフとの連携は重要であり、放射線技師が単独でおこなうことは避けるべきで、医療安全対策委員会などで施設として組織的にルール化しておくことが望まれる。

#### 【放射線被ばく】

病棟撮影では、個室を除き同室患者が居る状況や、放射線技師以外のスタッフに介助をお願いする場合が多くある。特に、介助をお願いする立場である以上、放射線被ばくに対する教育は、放射線技師の役割であり、医療スタッフの不安を解消すること、同室患者への配慮（インフォームド・コンセント）に努めなければならない。そのためには、各施設において散乱線分布など、安全を担保するための具体的な測定を実施しておくことが望ましい。これら医療スタッフへの教育や患者へのインフォームド・コンセントについては、日本放射線技術学会、日本放射線技師会、日本放射線公衆安全学会などで積極的に取り上げられているため、各施設で参考としていただきたい。

#### 【患者、カセット、フィルム(画像)の確認事項】

患者氏名の確認、使用カセット、フィルム(画像)に関する患者属性について、一連の確認作業を明確化し、各施設において統一した基準を作成し遵守すべきである。統一した確認作業、確認者の署名などは、全スタッフが共通した認識を持ち、相互に確認できるなど、患者間違い、入力間違いなどの対策となり得る。

### 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 CT 単独利用の部屋以外の場所にも設置され、エックス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口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ない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)または低線量エックス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