

第 2 章

X 線検査・MR 検査・超音波検査の安全管理対策

I. 医療安全確保のためのチェック項目 (50 項目)

A. 単純 X 線撮影

- 1. 増感紙や IP などのキズ、汚れなどのチェックを定期的に行っているか。
- 2. CR 撮影での感度表示(S 値など)や自動濃度補正が定期的に校正されているか。
- 3. CR 撮影後の画像削除が把握されるシステムが有るか。(真の再撮影率把握のため)
- 4. 更衣スペースに衝立などの配慮がされ、撮影用検査着が用意されているか。
- 5. マンモグラフィ撮影時のインプラント確認はされているか。

B. 移動型 X 線撮影

- 6. 移動型 X 線装置の保管管理が徹底されているか。
- 7. 移動型 X 線装置移動の際、エレベータ利用のルールや衝突事故防止などの安全対策に配慮しているか。
- 8. 事前に患者状態や感染症など、放射線部門が患者情報を把握できる体制が整備されているか。
- 9. 医師、看護師などと患者安全の協力体制が整備されているか。
- 10. 病棟、手術室内撮影に関する教育を病室、手術室職員に実施しているか。
- 11. 患者以外にも職員や同室者に対して被ばくに対する配慮をしているか。
- 12. 撮影済みカセットに対する患者間違え防止対策が整備されているか。

C. X 線透視造影検査

- 13. 検査使用薬剤、使用資器材の確認体制が整っているか。
- 14. 検査中、装置動作範囲内の安全対応を行なっているか。
- 15. 点滴ラインや体内チューブの巻き込み防止対策を施しているか。
- 16. 検査ごとに患者支持装置の固定確認を行なっているか。
- 17. 検査室内が適正な清潔度を保っているか。
- 18. 定期的な画像モニタ評価試験、機能維持メンテナンスを行っているか。

D. 心臓・血管 X 線造影検査

- 19. 心臓・血管造影検査申込時の患者の検査適応チェック体制が整っているか。
- 20. 検査前に患者のチェック体制(アレルギーや不整脈の有無)が整っているか。
- 21. 心臓・血管造影検査に係る職員の安全管理に関する教育訓練を行っているか。
- 22. 心臓・血管造影検査への立ち入り制限区域(放射線防護上)を明確にしているか。
- 23. 等電位システムおよび緊急電源を整備しているか。

- 24.検査室内の温度・湿度が適正な範囲であるようにコントロールしているか。
- 25.患者に放射線被ばくによる傷害が発生しないように適切な対策をし、基準値を超える場合は、適切な医療管理を行っているか。
- 26.検査中、患者の羞恥心や恐怖心を取り除く配慮や意思の疎通がよくできる環境を整備しているか。

E. X線 CT 検査

- 27.CT 検査申込時の検査適応チェック体制が整っているか。
- 28.CT 検査申込時の植込み型心臓ペースメーカ・植込み型除細動器 (ICD) のチェック体制が整っているか。
- 29.検査前に患者からのアーチファクト発生元のチェック体制が整っているか。
- 30.検査プロトコルが職員間で周知され、そのとおりに実施されているか。
- 31.造影剤の血管外漏出の対応や遅発性副作用の管理体制が整っているか。

F. MR 検査

- 32.MR 検査申込時の患者の検査適応チェック体制が整っているか。
- 33.検査前に患者のチェック体制(金属性装身具の有無)が整っているか。
- 34.MR 検査に関係する職員の安全管理に関する教育訓練を行っているか。
- 35.MR 検査室への立ち入り制限区域(磁性体等の持込防止上)を明確にしているか。
- 36.造影剤の血管外漏出の対応や遅発性副作用の管理体制が整っているか。
- 37.超伝導装置ではクエンチ時の対応について整備しているか。
- 38.検査時の騒音が 99dB を超える場合は適切な聴力保護対策を行っているか。
- 39.検査室内の温度・湿度が適正な範囲であるようにコントロールしているか。
- 40.通常操作モードの基準値を超える場合は、適切な医療管理を行っているか。
- 41.検査のために脱衣した患者の身の周り品や衣服などのセキュリティーが守られているか。

G. 超音波検査

- 42.検査室の電源系統は個々の装置で独立しているか。
- 43.検査時には調光器により、常に一定の照度が保たれているか。また、検査室内の温度が適正な範囲であるようにコントロールしているか。
- 44.モニタのブライトネス・コントラストは一定に保たれ、簡単に変更されない措置が取られているか。
- 45.プローブの滅菌消毒、感染防止目的の消毒を適切に実施しているか。
- 46.検査目的部位に応じたプローブが確保され、周波数が適切に選択されているか。
- 47.超音波検査法が確立され、職員全員が同一の検査法を実施しているか。
- 48.超音波ゲルは、適切な方法で加温されているか。また、検査終了時、ゲルを拭き取る加温されたタオルを用意しているか。
- 49.検査を担当する職員全員が超音波検査の特殊性(暗い部屋、検査開始から最後まで近距離、

1人対1人、露出部分、接触部分、etc.)を理解し、検査中、患者とコミュニケーションを取りながら検査を実施しているか。

- 50.検査終了後の患者退室時のマニュアルが確立され、担当職員全員が共通の受け答えができているか。

II. 想定される事故と事例およびその対策

A. 単純 X 線撮影

1. 異物混入によるアーチファクトや読影診断ミスが起こる。

対策:週一回程度の点検・清掃を行う。定期的に調整や清掃を行い記録しておく。管理担当者を決め報告する。

2. モニタごとのズレによる照射線量の過剰、過少が起こる。

対策:検像端末を設置し撮影者以外の診療放射線技師によるダブルチェックを行い最終出力画像とする。また、モニタは同じ出力がされるように調整する。

3. 撮影技術が低下し被ばく線量の増加や、むやみな再撮影助長が起こる。

対策:撮影を担当する診療放射線技師が同じ基準で撮影できるよう明確にし、訓練しておくこと。撮影前は患者の観察・病態把握・撮影目的把握を習慣とすること。各所属医療機関にあった工夫を行い真の再撮影の把握をする。

4. ハラスメント疑いや患者への接遇・アメニティ不足による患者離れが起こる。

対策:更衣室があれば必ずそこで着替えをしていただく。無ければ衝立など直接患者が着替えるところが見えない工夫をすること。窓にカーテンを引くだけでは不安感があり逆効果である。検査着は用意しておく方が望ましい。

5. インプラントの破裂やリードの断裂による再手術が必要となる。

対策:マンモのインプラントが埋め込まれていることが、撮影オーダー時必ず診療放射線技師に確実に伝わるシステムと疑義照会できるシステムを構築する。

B. 移動型 X 線撮影

6. 職員以外の無断使用による衝突事故や被ばく事故。火災や緊急活動に対する障害事例。

対策:移動型 X 線装置格納庫を整備する。移動型 X 線装置を通路やホールなどに置く場合は、キースイッチを適切に管理するとともに火災や緊急活動の妨げにならないことを確認する。

7. 接触、衝突事故。足趾を装置のタイヤで踏む傷害事故。

対策:移動型 X 線装置に関する移動時の装置確認やルールをマニュアルとして整備し、安全に配慮した行動に徹する。

8. 患者安全管理欠如による急変や傷害、感染症の拡大事例。

対策:電子診療録、オーダリングの利用や照射録に患者情報が反映されるシステムを構築する。システムの構築が難しい場合などは、関係職員間で患者の情報が共有できるよう連絡体制を整備する。

9. 患者安全管理欠如による急変や傷害、感染症の拡大事例。ルートやチューブ類の挟み込みや抜去などによる事故。周辺機器の誤作動やコンセントの外れなどによる事故。その対応の遅れ。

対策:病棟、手術室を含めた患者安全マニュアルを整備する。

10. 医療職員間の認識相違による連鎖的事故や被ばくに対するトラブル。

対策:病棟、手術室撮影では、とくに関係職員の被ばくに対する不安感をなくすための教育訓練を実施する。また、患者や同室者に対するインフォームド・コンセントや不安を与えないような対応や態度についても共有化できるようにマニュアルを整備する。

11. 職員、同室者などとのトラブル。

対策:介助職員や同室者が居る環境で検査を施行する場合は、適切な防護措置を図るとともに、適切なインフォームド・コンセントに配慮する。

12. 患者間の間違え、画像取り違え。

対策:撮影済みカセットにシールを添付するなど、確実に識別できる方法を整備する。

C. X線透視造影検査

13. 検査適応外薬剤使用による患者急変事例。

対策:医師をはじめ多くの職員との連携を十分に図り、患者情報の共有化を行なう。

14. 過剰圧迫や装置巻き込みによる傷害事故。

対策:装置起倒時やテーブル動作時の危険領域を床面や天井に表示し、危険領域内に物や人が入らないようにする。また検査中は常に患者体位と姿勢保持に注意を払い、少しでも様子がおかしいときには、すぐさま患者状態の把握行動に移行できる緊急時対応行動マニュアルの作成を行なっておく。

15. 点滴ラインや体内チューブの巻き込み抜管事故。

対策:装置の起倒、テーブルの動作時には、付属チューブ類を視野から外さない。

16. 装置動作異常や固定支持不良による転倒転落事故。

対策:装置の正常稼動状態を管理記録簿などで管理するとともに、患者保持用支持器などの固定状態について、一定の外力(検査時に受ける平均的外力)を加えた状態を時系列的に記録し、状態変化を把握する。

17. 穿刺部位などの感染症発症。

対策:検査室、検査装置は常に整理整頓、清潔を維持する。

18. 撮影線量、透視線量の設定不良による画像表示不良事例。

対策:定期的にX線出力測定を行い、X線出力の安定性を確保したうえで、画像表示系モニターテストを行う。そして設定線量における画質を確認し、安定した画像提供ができるように画像調整を進めていく。

D. 心臓・血管 X線造影検査

19. 検査や治療の際に、患者を取り違えて異なる検査を実施する。

対策:検査申込時に依頼医により患者の適応チェックを確実に実施する。安全管理に関する規

則(マニュアル)を整備し実践する。また、必要に応じて現場で見直し、実効性のあるものに改善していく。

20.造影剤や不整脈などによる患者急変の危険や対応の遅れ。

対策:検査実施前に患者のアレルギー、不整脈などの有無を確実にチェックする。心臓・血管造影検査に関わる医療職員に対して造影剤や不整脈による急変時に対する教育訓練を実施する。心臓・血管造影装置や周辺機器の操作や検査実施する医療職員は、訓練を終えた者のみに限定する。

21.患者、術者および職員に対する感染、不要な放射線被ばく、その他安全性の確保不備による事故。

対策:心臓・血管造影検査に関わる医療職員に対しては、安全管理に関する教育訓練を定期的に実施する。

22.患者、術者および職員に対する不要な放射線被ばく。

対策:心臓・血管造影検査に関わる医療職員に対しては、被ばく低減に関する教育訓練を定期的に実施する。

23.電氣的、機械的安全性の確保不備による事故。

対策:IEC や JIS 規格に準拠した制限値にしたがって装置の受け入れ試験を実施する。また、定期的に試験を実施し安全を確認する。

24.環境の不備や変化による体温異常などによる患者の状態悪化。

対策:環境整備を含めた安全管理に関するマニュアルを作成し、検査室の空調設備などの環境管理を実践する。

25.異常な放射線照射による患者、術者および職員に対する放射線被ばくによる放射線障害の発生。

対策:面積線量計などの線量モニタリングシステムにより管理する。また ICRP 勧告に準拠した放射線管理体制を構築する。

26.検査施行時の患者が抱く恐怖心や羞恥心による心身への影響。

対策:患者の心理的影響を考慮したインフォームド・コンセントを行う。また、検査中も患者の心理状態をよく観察し適切に対応する。

E. X 線 CT 検査

27.適応外患者の検査実施により生ずる被ばく、時間、経済的な不利益。

対策:依頼内容のチェック体制を整備する。依頼医師への運用周知を定期的に行う。

28.植込み型心臓ペースメーカ・植込み型除細動器(ICD)のオーバーセンシング。

対策:植込み型心臓ペースメーカ・植込み型除細動器(ICD)に対するプロトコルのチェックやオーバーセンシング時の対応マニュアルの作成を行う。

29.衣服についている金属などからのアーチファクトによる診断能の低下。

対策:検査前チェックを徹底するための教育や位置決め撮影(スキャノグラフィーなど)での確認

を行う。

30. 目的とする画質に達しない場合の診断能低下。過剰な被ばく。複数の診療放射線技師(医師)による検査の再現性の低下。

対策:検査目的に応じた適切なプロトコルを作成する。プロトコルは周知教育を行うとともに、定期的に見直す。

31. 血管外漏出の発見の遅れによる症状悪化。また、血管外漏出時の不適切な初期治療。遅発性副作用対応不備による患者の不利益。

対策:造影剤注入時に注入部位を観察し漏出時の早期発見に努める。漏出した場合のマニュアルを作成し初期治療を速やかに行うとともに依頼科などと連携し治療を進める。また、造影剤遅発性副作用は検査前にインフォームド・コンセントすることは当然であるが、検査終了時にも加えて説明し連絡先、対処方法などを患者とともに再確認する。

F. MR 検査

32. 心臓ペースメーカ装着者の状態悪化、機器の故障。手術による金属材料が体内に留置されている患者、刺青をしている患者などの傷害、発熱による熱傷。

対策:MR 検査適応チェックリストを作成し、検査申込時に依頼医に確実にチェックしてもらう。

33. 金属を含有する化粧品をしている患者の傷害、発熱による熱傷。磁性体が吸引されることによる患者・職員への傷害、持ち込み物品・MR 装置の故障。患者私物の紛失。腕時計、補聴器などの機能破壊。

対策:MR 検査前準備チェックリストを作成し、検査室入室前に専任職員により確実にチェックする。

34. 酸素ボンベなど磁性金属を持ち込むことによる患者・職員への傷害、装置の故障。患者急変時の対応の遅れ。装置異常停止時の患者救出の遅れ。クエンチ時の酸素欠乏による窒息。患者のセットアップ・退出時の手足や点滴ルートの引っ掛け事故。ポジショニング不良による患者の異常発熱・熱傷。

対策:MR 検査に関わる医療職員に対して安全管理に関する教育訓練を実施する。MR 操作や検査に携わる医療職員は、訓練を終えた者のみに限定する。安全管理に関する規則(マニュアル)を整備し実践する。必要に応じて現場で見直し実効性のあるものに改善していく。

35. 磁性金属持ち込みによる患者への傷害や装置の故障。

対策:0.5mT を超える磁場強度にさらされる危険のある領域の、適当な境界(検査室入り口など)を立ち入り制限区域と定め、誰もが容易に近づけないように明確な表示・物的障害を設ける。安全管理に関する規則(マニュアル)を整備し実践する。

36. 血管外漏出、副作用への不適切な対応による症状悪化、急変。

対策:造影剤注入時は注入部位の観察を行う。漏出時の対応をマニュアル化し、実践できる体制を整備する。造影検査終了後の患者への説明、連絡先・対処方法について整備し、常

時対応可能にしておく。

37.クエンチ時の酸素欠乏による窒息。

対策:酸素濃度計・緊急排気設備などの場所・動作を確認しておく。患者救出手順・連絡体制などを確認しておく。安全管理に関する規則(マニュアル)を整備し実践する。

38.騒音による難聴。

対策:患者に対し耳栓やヘッドホンによる聴力保護を行う。

39.電磁波照射による負荷・熱傷,患者の熱感,体温異常時の状態悪化。

対策:検査室内を温度 24℃以下・湿度 60%以下になるように空調設備を制御する。

40.患者の不快感・状態悪化。

対策:IEC や JIS 規格に準拠した制限値にしたがって検査を実施する。通常操作モードの基準値を超える場合は,患者の心拍, ECG, BP, SpO₂ などの生理学的モニタリングを行いながら検査する。

41.患者の私物の紛失。腕時計,補聴器,キャッシュカードなどの機能破壊。

対策:検査着,更衣室,ロッカーなどの環境を整備する。

G. 超音波検査

42.個々の装置の電源を同一系統から供給させると,高周波ノイズが電源ケーブルを通じて干渉しモニタ上にノイズを生じ,画像が劣化する恐れがある。

対策:同一の検査室に超音波診断装置が複数台設置して使用する場合,各装置に対し独立した電源系統を用意する。

43.44.モニタ上の超音波像の認識度に差異が生じ,また出力画像にバラつきを生じるため異常画像の見逃し,しいては誤診などにつながる。

対策:検査中の室内照度は常に一定の照度を保つ。安全管理に関する規則(マニュアル)を整備し,実践する。また,必要に応じて現場で見直し,実効性のあるものに改善していく。

モニタにおけるブライトネス・コントラストの設定は一定とし,画像の輝度変更には gain 調整を行う。

45.プローブの滅菌消毒,感染防止の不徹底による患者の感染症の発症。

対策:漏れ電流測定試験やプローブの滅菌消毒,感染症防止のための消毒処理方法のマニュアルを作成する。

46.47.本来描出可能な異常部位や病変を描出できずに異常画像の見逃しなどが生じる。また術者の技量が影響して異なる検査結果につながり,施設全体の品質の低下を招く。

対策:超音波プローブには特有の周波数帯域があり,深部までのペネトレーションを必要とする腹部領域では 3.5MHz 程度,体表部分の観察だけを目的とした乳腺用では 10MHz 以上が最適とされている。現在,日本乳腺甲状腺超音波診断会議(JABTS)では,乳房検診には 10MHz 以上の周波数帯域をもったプローブの使用が望ましいと規定されている。また目的部位に応じた一定の超音波ルチン走査法を定め,全職員共通の検査法が実施さ

れていることが必要である。

48.患者に不快感を与え、清潔さが保てない。

対策:担当全職員が超音波検査のもつ特殊性を理解して共通の認識を持って検査に臨む。

49.患者に不安感・不信感を抱かすのみならず、コミュニケーション不足から誤解を招き、ハラスメントに発展する恐れも生じる。

対策:担当全職員が超音波検査のもつ特殊性を理解して共通の認識を持って検査に臨む。また患者とのコミュニケーションを取りながら検査を進めること。

50.職員による対応のバラつきにより患者が不信感を持つだけでなく、担当医の治療方針にも弊害を生じる恐れがある。

対策:患者が入室、退室する場合のマニュアルを作成し、それにより患者との接遇を一定の方法で行う。また、患者からの質問に対して共通した受け答え方法を用意する。

Ⅲ. 参考解説

A. 単純 X 線撮影

【機器管理】

日常点検では実際に動作させ軋み音などを確認し記録しておく。X 線管支持装置には落下しないように安全装置が取付けられているが、さまざまな仕様があり、自施設ではどのような仕組みかは確認しておくことが必要である。設置しておよそ 15 年余も経過すると、支持器から X 線管が脱落し思わぬ事故に繋がる可能性がある。

地震などに備え X 線管を最大に下げて電源を切ることは、支持装置の多くがコンストンバネとアルキメデス滑車で構成されていることを考えると、常に伸びた状態で保管されることになり、この点だけで言えば好ましいとはいえない。

撮影系も観察系もしっかりと管理されていることが肝要である。どちらかがおろそかになっても読影診断ミスなど起こりうる事故は同じである。

【CR 撮影】

X 線出力の校正において、CR では出力画像の黒化度が自動補正され S 値などでは誤差が生じても気づきにくい。S 値検出は測定器で行っているためその測定器も定期的に校正が必要になる。S 値の変化が測定器そのものによるものか、X 線出力が表示とおり出力されていないのか判別できるようにすること。

CR 撮影装置には全ての写損データを保存する機能もある。日本放射線技術学会学術調査研究班「放射線業務における安全管理の実態調査」より撮影画像を CR モニタで確認し、ポジショニングなど撮影ミスした画像を削除してしまい、実質再撮影がどの程度行われているのか把握していないことが確認されている。削除された画像をどのようにして、どの程度把握できるかは、所属医療機関に応じて工夫を行う必要がある。近年導入が進んでいる PACS がもたらす恩恵は数多くある。PACS へは転送した順番に表示されるため、医師が読影するとき各診療放射線技師がバラバラの撮影順であっても非常に読影しづらいシリーズとなる可能性がある。ここでも新たなマニュアルの整備が必要と

なる。

【接遇】

一般撮影では半裸に関わらず裸にしないのは当然として、「恥ずかしければ売店で検査着を購入してください」というのはあまりにも患者サイドには立っていないサービスと考えられる。乳房撮影では検査手技上どうしても上半身の脱衣を行わなければならないが、ガウンや半身ずつはだけられる検査着など工夫が必要である。

撮影時は患者と一対一になる可能性が高くハラスメントと疑われないような、患者の視点にたった対応が求められる。

第一印象に二度目はなく最初の 15 秒で決まるといわれている。笑顔・応対・言葉使い・臭い・身だしなみなど接遇マニュアルで自己チェックシートを作成することも効果的である。担当職員全員が意識を持ち続けることが必要であり継続的な教育も必要である。

【マンモグラフィ撮影】

インプラントの埋め込みについては慎重な対応が求められる。依頼医師が確認を行い、前説明用紙にて患者に確認を行い、再々度撮影前に診療放射線技師から確認を行う。インプラントには直接圧迫を行わず、豊胸バッグは7kg(70N)以上の圧はかけない。ペースメーカ装着者では、撮影前後にペースメーカチェックを行いリードの断裂・正常に作動しているかを確認する。

豊胸術は美容上行うものでありバッグは丈夫に作られているが破裂しないとは言えず、医療用具ではないため耐圧の規格が明確ではない。JIS では装置の動力圧迫圧を 200N 以下とするべき事が書かれてはいるが、インプラントがどれ位で破裂するかはわからない。仮に破裂すれば美容上再手術は避けられず膨大な賠償がかかる可能性がある。

インプラントのシリコンが漏れ出す事は報告されており、通常より相当な痛みを感じるといわれている。シリコンの漏れが無くともかなりの痛みを感じる患者もいる。マンモグラム撮影後オートリリース機構で圧迫解除直後に失神することがあり配慮が必要である。

B. 移動型 X 線撮影

【機器管理】

装置の保守管理は、装置使用前・使用後に行う。点検部、清掃、消毒など、実施したことをチェックするリストを作成し、全職員がわかるように整備しておくことが重要である。また、電源系統の断線や接触不良は、ショートなどによる停電を招く恐れがあるため定期的な確認を心がける。

【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趾などを踏まないよう慎重に扱うよう注意をする。とくに、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、移動中の安全配慮も怠らないようにする。

【他部門職員との連携】

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、およびカセット、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、往々にして診療放射線技師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、診療放射線技師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、移動型X線撮影のほとんどが重症な患者であり、病棟管理下でしか検査できないという状況を考えると、病棟職員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、病棟職員の協力のもとに行うことが適切である。しかし、各施設によっては、その作業はさまざまであると思われる。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職員に介助してもらうこと、撮影終了後の確認では病棟職員と一緒にすることが安全を担保するうえで必要不可欠であり、組織的に整備すべきことである。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)などの感染症に対する十分な注意が必要である。そのため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、病棟職員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、診療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、診療放射線技師部門だけのルールではなく、組織としてのマニュアルを作成し、遵守すべきである。病棟撮影は、重症な患者の病態把握、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な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、病棟職員との連携は重要であり、診療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、個室を除き同室者が居る状況や、診療放射線技師以外の職員に介助を依頼する場合が多くある。とくに、介助を依頼する立場である以上、放射線被ばくに対する教育は、診療放射線技師の役割であり、医療職員の不安を解消すること、同室者への配慮(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。これら医療職員への教育や患者や同室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】

患者氏名の確認、使用カセット、フィルム(画像)に関する患者の属性について、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、全職員が共通した認識を持ち、相互に確認できるなど、患者間違えや入力間違えなどの防止対策となり得る。

C. X線透視造影検査

【機器管理】

- ① 日常点検では装置動作や付属機器の状態、モニタ類の輝度、ケーブルの状態をチェックシ

ートなどにより、時系列的な比較を行うことによって、受け入れ試験時からの変化を把握することが重要である。

- ② 定期点検ではX線出力測定や表示装置の信頼性試験、起倒ベルト(チェーン)の緩みなど機械的部分の確認、光学系の試験などの精度管理試験を行い、規格基準値内にあることを確認し、装置全体での機能状態を把握することが重要である。その結果を基にした機器管理目標を作成し、日常管理に役立てるべきである。
- ③ 修理、メンテナンスにおいては、放射線機器のほとんどが特定保守管理医療機器に指定されていることから、薬事法で定められた修理業の許可をうけた事業所に依頼しなければならない。さらに作業実施者についても有資格者であることを確認しなければならない。
- ④ 添付文書には、使用方法、その他使用および取扱い上の必要な注意、保守点検に関する事項など、医療機器の性状、品質および性能の適正を図るため、必要な情報が記載されているものであり、書面内容を理解するとともに文書そのものの保管管理を行わなくてはならない。

【器材管理】

- ① 定期的に在庫管理を行い、カテーテルなど滅菌の使用期限のあるものは期限内使用の徹底を図ることが大切である。また、形状や色の変化、包装状態が不適切になっているものがあれば、使用せず発注先の業者に引き渡し調査させることが重要である。
- ② 使用済みの器材については、再利用するものは院内感染対策マニュアルに沿った内規で対応し、廃棄するものは医療ごみ廃棄分別をしっかりと実践する。できれば、器材は全て使い捨てのディスポ製品を利用するのが望ましい。
- ③ 緊急時に使用する器材については、救急薬品とともに救急カートなどに準備するべきである。

【薬品管理】

- ① 造影剤などの医薬品は、保管条件にあった状態で保管することが必要である。
- ② バリウムなどの調合では、使用量に応じた早見表を用意して調合計算値と必ず照合し、数値が正しいことを確認することで思い込みなどによるエラーを事前に防ぐことができる。
- ③ 救急薬品については、造影剤ショックなどの造影検査独自のものと、それ以外のものがあることから、薬剤検討委員会や安全管理委員会など組織として決定し、救急カートなどに用意しておくべきものである。

【被ばく管理】

- ① 患者の被ばくに関しては、検査ごとに面積線量計などの被ばくモニタによる測定を行うことが望ましいが、設備の無い場合には、NDD法などの計算による評価を行うことが必要となる。この場合、線管理を十分に行い、検査時の出力エネルギーや使用時間、FSDなど計算に必要な因子を把握していることが重要である。
- ② 一検査・一患者ごとに被ばく量の記録を行い、照射録や診療録に記載管理できる体制がと

れることが望ましい。

- ③ 装置の付帯機能(パルス透視機能やブライツ機能など)を十分に働かせ、一検査あたりの照射線量が最も少なくなるよう、検査の目的や評価方法を踏まえて工夫することが必要となる。

D. 心臓・血管 X 線造影検査

【機器管理】

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、電気的にはより高精度・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うえで、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)、定期点検など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、危機管理などがあげられる。

【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、除細動器など)を使用しており、患者および職員の電氣的安全を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、患者に直接接触す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、とくに心カテ検査は直接心臓にカテーテルを挿入したり、ペース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・ラボシステムのアース設置が不良であり、カテ・ラボ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 $10\mu\text{A}$ 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・血管造影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】

とく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、職員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 軟線除去フィルターをX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
- ⑥ I.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 線量または透視時間の記録をしている
- ② 2Gy を超えたと思われるとき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、診療録などに記載するなど。

術者、職員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、鉛カーテンなどの積極的利用。
- ④ 職員に対し、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、操作エラーや情報伝達の不足、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。

E. X線CT検査

【装置操作の習熟】

近年CT検査の進歩により検査適応の拡大や撮影パラメータの複雑化、造影剤注入法の多様化などで習得項目が増えてきている。さらに検査時間の短縮で短時間に多くの業務を遂行しなければ

ならない状況にある。検査の難易度や重要度に応じたトレーニングや、プロトコルマニュアルなどの整備が必要となる。

各施設の装置や検査内容に応じた標準となる教育訓練のシステムを確立する。

【体内植込み型心臓ペースメーカ等に対する運用】

厚生労働省より体内植込み型心臓ペースメーカ等(植込み型心臓ペースメーカおよび植込み型除細動器)に対するX線CTによるX線照射がこれらの機器に対して不適切な動作を引き起こす可能性があることの報告と使用上の注意勧告があった。具体的には心臓ペースメーカに対しては5秒間以上連続照射しないこと。除細動器に対してはX線照射しないこととなっている。各施設でペースメーカに対する運用を周知するとともに植込み型心臓ペースメーカに対しては各施設のCTプロトコルの確認を行い5秒以上のX線照射がされないようにする。

【安全な造影検査体制】

造影剤はいくつかの禁忌事項があり、予測不能なアナフィラキシー様の反応もある。検査依頼医師や検査担当医師、看護師などと情報を共有するとともに造影剤安全使用の体制を確立する。造影検査を安全に運用するため、事前の問診は必須である。問診や同意、禁忌事項など必要情報の伝達の体制も同様に確立する。さらに問診から検査までに状態(容態)が変わっていることもあるので直前の確認も重要である

造影剤は自動注入器で高速注入される検査が増加しており、血管外漏出にも注意する。留置針の採用や注入直前の確認などの体制も確立し、血管外漏出を発見した場合の対処についても体制を整える。

造影剤注入時には、注入条件の確認や注入ルートの確認で血管外漏出のリスクを減らすことと、造影剤による副作用の発現を想定した患者の観察を行う。

検査時に副作用(遅発性も含む)が起きた場合の対処や連絡体制を整える。

【検査内容や検査範囲の確認】

依頼側と検査実施者の間で誤解のない表現を心がける。不明な点があった場合の問い合わせ方法を明確にしておく。検査内容と検査プロトコルの連携をとり、検査の再現性や質を維持する。

検査実施時には患者の誤認防止対策などと同様に複数の項目で確認するなど、うっかりミスに対する対策を講じるとともに、エラーのおきやすい状況分析や検査環境の改善を心がける。

【医師の指示の確認】

医師の指示エラーも想定されるため、診療録記事、患者の状態、主訴などの情報にも気を配り医師の指示との整合を確認する。

F. MR 検査

【MRI 検査の操作モードおよび制限値】

静磁場(吐き気、めまい、口内の金属味)、電磁波(RF)(発熱)、傾斜磁場変動(末梢神経や心臓への刺激)、騒音などに関する事項から患者や医療従事者の安全を保証するために国際的な基準が定められている。現在はIEC(International Electrotechnical Commission)が2002年に発行したIEC

60601-2-33 2nd edition が元となり、日本工業規格(JIS)も 2004 年に JIS Z4951 を国際規格に統一する形で改正、厚生労働省も 2005 年 4 月の磁気共鳴画像診断装置承認基準の改正発令で JIS Z4951 の第一次水準管理操作モードまでを採用するに至った。これらでは MR 装置に関わる安全管理基準を以下のように 3 段階のモードに分けて制限している。

●通常操作モード

患者に生理学的ストレスを起こす可能性のある値を一切出力しない。静磁場強度 2T 以下。傾斜磁場出力(dB/dT)は末梢神経刺激(PNS)がおきる閾値の 80%以下。深部温度の上昇 0.5℃以下。6 分平均の SAR(Specific Absorption Rate)上限値:全身 2W/kg, 身体部分 2~10W/kg, 頭部 3.2W/kg。

●第一次水準管理操作モード

一つまたは複数の出力が患者に医療管理を必要とする生理学的ストレスを引き起こす可能性のある値に達する場合。静磁場強度 2T を越え 4T 以下。傾斜磁場出力は PNS がおきる閾値の 100%以下。深部温度の上昇 1℃以下。6 分平均の SAR 上限値:全身 4W/kg, 身体部分 4~10W/kg, 頭部 3.2W/kg。

●第二次水準管理操作モード

一つまたは複数の出力が患者に重大なリスクを与える可能性のある値に達する場合。制限値は第一次水準を越えるもの。明確な倫理的承認を必要とする。

通常操作モードの基準を超えて検査を行う場合は、それに伴うリスクに対して利益が勝ることの判断を慎重に行い、RFの照射による発熱を許容限度に抑えるために SAR をモニタせねばならない。なお SAR に関する規定は局所空間における温度の限界値、局所における SAR 上限値も定められており、任意の 10 秒間にわたる値が規定値の 3 倍を超えないことや、周囲温度 24℃を超えるときは温度、湿度の上昇にしたがって制限値は低下するなど細かく規定されている。また、通常操作モードでも監視モニタやインターホンなどにより患者のモニタリングをしながら検査を行うのが望ましいが、管理操作モードでは血圧、脈拍、呼吸、血中酸素飽和度など、生理学的情報でモニタリングせねばならない。さらに、操作モードに関わらず以下の制限値も遵守が必要である。

●騒音レベルが 99dB を超えるときは適切な聴力保護が必要。140dB より高いピーク音圧レベルの騒音の禁止。

●0.5mT を超える区域には立ち入り制限区域とし管理規則を定めることが望ましい。

【装置使用者の課題】

規格では装置使用者の課題として具体的な数値制限以外に以下のようなことをあげて勧告している。

- 患者の事前チェック。患者のクラス分けを確実にすること(詳細は次項参照)
- 緊急医療処置の手順、クエンチした場合の緊急処置などを確立しておくこと。またそのための注意と訓練が医療職員に必要
- 安全に関する決定を行う医療職員の資格の限定

- 品質保証について使用者が実施することが望ましい
- 職業的な磁場曝露上限値を定める法律が一部の国に存在することに注意を喚起しなければならない

【MR 検査に入るための事前チェック】

MR 検査は強磁場、密閉された室内、検査中の狭小空間・騒音、RF の照射、傾斜磁場の印加、長い検査時間など、特殊な状況下に患者を拘束するので、その適応について事前に十分なチェックを行わなければならない。

●制限区域への立ち入り禁止(MR 検査禁忌)

ペースメーカ、除細動器、生体刺激装置、輸液ポンプ、シリンジポンプ、鉄製などの磁性体製品全て(古いタイプの動脈瘤クリップ、一部のドレナージシステム)、目などの決定臓器の磁性体(弾丸、鉄片)、まぶたの入れ墨、磁力で装着する義眼、着脱不能な磁性義歯、心臓関連のカテーテルやワイヤー。

●検査は可能だが十分な注意が必要

- ① 検査中取り外せば可能なもの: 金属ベース素材を使ったニトログリセリン浸透絆創膏、ラメなどの金属製品入りの化粧、カラーコンタクトレンズ
- ② 検査後機能回復処置が必要なもの: 圧可変式シャント
- ③ 同意の上慎重を要するもの: 入れ墨、妊婦、乳幼児、体温調節機構障害者、閉所恐怖症、造影剤投与対象者
- ④ 非磁性でない場合もあるもの、非磁性でも術直後は不安定なもの: 整形外科手術用などの体内金属やステント、人工心臓弁、インヒューザポート、血管塞栓用コイル、(ステンレスでも 304 スチールは禁忌、非磁性でも術後 6 週以上経過を待つ)

●検査室には持ち込んではいけないもの

カード(キャッシュカード、クレジットカードなど)、アナログ時計、ライター、小銭入れ、補聴器入れ歯、かつら、携帯電話、ヘアピン、ネックレス、ボールペン、安全ピン、クリップ、ストレッチャー、車椅子、酸素ボンベ、はさみ・鉗子、使い捨てカイロ、砂鉄(砂のう)、など。

【ポジショニング、検査中のモニタリング】

大腿内側、ふくらはぎなど患者の体の一部の接触、手足によるループ形成、人体と装置内壁や ECG ケーブルとの位置関係などにより、その部分がコイルの働きをして異常発熱を起こす危険性があるので、ポジショニングにも注意が必要である。なお、ECG ケーブルなどは専用の MR 適合品を使用し、使用期限の過ぎたものは使用してはならない。聴力保護措置、異常時呼び出しボタンの説明を行い、マグネット内に患者を導入する。この際手足や髪、衣服、点滴ルートなどが挟まれないように監視しながらゆっくりと導入する。

鎮静剤を使用している、意識がない、手足に麻痺があるなどの患者は検査中に発熱や神経刺激といった異常を感じたり訴えたりすることができない。心不全、閉所恐怖症、発熱している患者、乳幼児などは急な状態の変化が起きる可能性が高い。通常のモニタリングに加え、第一次管理水準操作

モードに準じた患者のモニタリングが必要と思われる。

【造影剤による副作用】

ガドリニウム造影剤の副作用発現率は約1%でX線検査に用いられるヨード造影剤に比べると少ないが、重篤な副作用による死亡例も報告されており、造影剤使用の一般的注意事項に留意せねばならない。鉄造影剤の副作用発現率は3%前後とガドリニウム製剤に比べて高く、経口造影剤は重篤な副作用はないが下痢などの発現率が0.3%~17%と幅がある。何れもその使用にあたっては適応を十分に吟味し、各製剤の添付文書に記された禁忌の患者への投与は行ってはならない。喘息などのアレルギー既往のある患者は副作用発現率が有意に高く、現在では原則禁忌となっている。また、投与後数時間たってから発症する遅発性副作用もあり、鉄製剤ではガドリニウム製剤より遅発性の発現率は高い。さらに造影検査では注射時に血管外に漏出するという事態も想定される。いろいろな症状に迅速に対応できるよう体制を整備しておく必要がある。MR検査室内での緊急処置は磁性体持込による二次災害の危険性も考えられるので、まず患者の検査室外への退避が原則である。また、重篤な副作用発現の可能性があることから、患者には十分な説明のうえ同意を得ることが必要で、造影検査に対する同意書を取得する施設が増えている。

【環境・体制整備】

患者の容体急変に対する対応、地震や火災、超伝導装置ではクエンチの対応など、異常事態に対する体制を日頃から準備しておく必要がある。急激なクエンチ(超伝導状態の崩れによる液体ヘリウムの気化)が起きると爆発の危険もある。ヘリウム自体は無害であるが直接接触すると凍傷になるし、検査室内に充満することで酸素欠乏となり窒息の危険もある。この場合もまず検査室からの退避が原則であり、患者の救出に向かう場合も窒息しないように注意せねばならない。酸素濃度モニタなど、装置の構成・役割を熟知しておくことも重要である。

装置の品質管理も重要な安全管理項目である。その性能が維持されていなければ、異常なレベルのRF照射により発熱を起こすといった事態も考えられる。ユーザー自身による簡単な日常点検やメーカーによる定期点検を実施し、評価結果の記録を残しておくのが望ましい。また、使用している装置の特性を理解し、疾患や対象に応じた撮像を実践できる能力を養うことも、必要以上の長時間にわたって患者を拘束する必要がなく、安全性が向上する。

検査オーダーの発生から画像の出力までの作業動線についても、快適な環境により患者の誤認やフィルム紛失などの事故も減り、安全な検査実施へとつながる。患者用更衣室の整備、貴重品保管庫の鍵の非磁性体化、医療職員用ロッカーの整備などで、磁性体持ち込み事故が減らせる。また、定期的な教育訓練(24時間365日磁場は発生しているという事実など)の実施などで職員の意識・注意力の向上を図り、安全な検査の遂行が維持できる。

G. 超音波検査

【超音波検査装置の受け入れ試験】

超音波診断装置は出荷時に各メーカーの工場では調整がなされているが、最終調整は設置時に現場で行われる。機器が据え付けられた時点で、その購入仕様を満たしているか否かの確認試験で、

購入仕様に適合することの確認と、装置の指定した特性が指定した許容範囲内にあることの実証である。一般的に、医療用X線装置ではJISなどで規定されていることが多く、超音波診断装置に関する受け入れ試験の規定は現状ではないが、装置本体および付属機器、周辺機器に関する受け入れ試験は行われるべきであり、その項目や手順を定めたマニュアルが作成されているべきである。また、受け入れ試験はそのマニュアルにより実施されていることが必要で、装置をユーザー側で管理する姿勢が大切である。

【基本性能試験データおよびコントロールデータ】

モニタのビーム距離方向での位置定位表示性能に関しては、設置時に距離試験用ファントムなどを用いて必ず確認し、デジタルデータとして保存する。また、併せて各プローブの方位分解能試験・距離分解能試験・スライス幅方向実効感度領域試験のデータもデジタルデータで保存する。また、各プローブを接続したときの装置構成全体としてのモニタ表示画像を一定の protokol にてデジタル記録として保存し、装置性能の定期試験時や故障時に同様の方法の試験で得られたデータと比較する基データとする。それにより、プローブの感度劣化やモニタの劣化の把握が可能となる。

【始業点検】

一日の初めに電源投入する前、投入した後に、項目ごとに装置の各構成部を確認し、今日一日当該装置を患者に使用しても安全か、正確な検査が実施できるかを見極める点検のこと。この時点で、プローブの破損・音響レンズのハガレなどが発見された場合には、患者に感電などの不具合を生じる可能性があるため、ただちに使用を中止し、修理などのメーカー対応を依頼する。

【終業点検】

一日の終わりに電源遮断する前、遮断した後に、項目ごとに装置の各構成部を確認し、翌日の使用が可能か、また、何か処置が必要な項目がないかを確認する点検のこと。この時点で、不具合があれば、ユーザー側で対応可能か否かを見極めて処置を行う。

【漏れ電流測定試験】

JIS T 1002 で規定されている患者漏れ電流・外装漏れ電流・接地漏れ電流の測定を定期的および適宜に行う。

【プローブの消毒】

通常の超音波検査ではなく、術中・生検・PEIT・RFAなどの目的で使用する場合には、プローブおよびケーブル部分を滅菌消毒する必要がある。プローブの材質や形状により使用可能な薬剤やガス・液体などの選択も重要で、消毒に係る時間もポイントとなるため、消毒方法やプローブとのマッチングなどを把握しておかないと適切な消毒は行えない。また、感染症の患者に使用した後の滅菌消毒の場合にも、対象となる病原菌やウイルスと薬剤とのマッチングの他、使用薬剤とプローブとのマッチングを考慮しないと破損の恐れもあるため注意を要する。

【JABTS】

日本乳腺甲状腺診断会議の略で、日本乳癌検診学会とともに乳腺超音波検査の質の向上と普及を担っている学会。NPO法人マンモグラフィ検診精度管理中央委員会の主だったメンバーが中

心となり、乳腺超音波画像診断の装置面の精度管理と検査者の質的トレーニングを目的として活動している。

【超音波検査の特殊性】

超音波検査の特殊性といえば、

- ・通常、暗い部屋の中で行われる検査
- ・検査開始から最後まで術者と患者が近距離に位置する検査
- ・通常、術者と患者が1人対1人で行われる検査
- ・腹部、下腹部、甲状腺、乳房など、対象部位を露出して行う検査
- ・エコーゲルを塗布し、プローブで接触しながら行われる検査
- ・常に呼吸管理など、コミュニケーションを取りながら行う検査

であるが、術者は常に上記のことを意識しつつ検査を進める必要がある。

また、男性の診療放射線技師が乳腺超音波に携わる場合には、できれば女性看護師を立ち合わせ、誤解を招くような無用な接触をしない走査法を心掛ける必要がある。

【参考文献】

- 1) 天内 廣, 西村健司, 泉 孝吉, 他:平成 17 年度日本放射線技術学会学術調査研究班報告 放射線業務における安全管理の実態調査. 日放技学誌, 63(1), 62-68, (2007).
- 2) 熊谷孝三:医療安全学. 医療科学社. 東京, (2005).
- 3) ヤンカールソン, 堤 猶二(訳):真実の瞬間. ダイヤモンド社, 東京, (1990).
- 4) 熊谷孝三, 折田信一, 田畑信幸, 他:放射線診療におけるリスク・マネジメントの研究. 日本放射線技師会雑誌 46(2), 159-196, (1999).
- 5) 高橋正治(編), 高橋 隆(編):図解 診療放射線技術実践ガイド. 12-16, 文光堂, 東京, (2002).
- 6) Morishita J, Watanabe H, Katsuragawa S, et al.:Investigation of Misfiled Cases in the PACS Environment and a Solution to Prevent Filing Errors for Chest Radiographs. Acad Radiol., 12(1), 97-103, (2005).
- 7) 神奈川県放射線技師会:救急医療における放射線検査のポイント. 13-17, 医療科学社, 東京, (1997).
- 8) 加藤英幸:移動型 X 線装置の放射線管理と防護. 日放技学誌, 57(10), 1191-1198, (2001).
- 9) 海老根精二(編), 西川 孝(編):胃 X 線造影検査 専門技師になるための基礎学習 - 原点を極めて. 永井書店, 大阪, (2004).
- 10) 大垣市民病院看護部:すぐに役に立つ放射線科看護マニュアルー診療科別造影検査法・治療法を中心にー. 医療科学社, 東京, (1995).
- 11) 金森勇雄, 井戸靖司, 幅 浩嗣, 他:(診療画像検査法) X 線造影検査の実践. 医療科学社, 東京, (2002).
- 12) 中村仁信(編):X 線・(造影) X 線検査のマネジメント. 医薬ジャーナル社, 大阪, (2002).

- 13) 日本消化器集団検診学会胃X線撮影法標準化委員会(編):新 胃X線撮影法(間接・直接)ガイドライン. メジカルレビュー社, 大阪, (2005).
- 14) 日本放射線技師会・消化管検査指針委員会(編):消化管検査マニュアル. 医療科学社, 東京, (2002).
- 15) 長谷川光男, 天内 廣, 中澤靖夫:心血管造影技術マニュアルーカテーテルスタッフのための入門書. 三輪書店, 東京, (1996).
- 16) 循環器画像技術研究会(編):カテーテルスタッフのための心血管画像学テキスト. 医歯薬出版, 東京, (2004).
- 17) 日本アイソトープ協会:ICRP Publication 85 IVRにおける放射線傷害の回避. 日本アイソトープ協会, 東京, (2003).
- 18) IVR に伴う放射線皮膚障害の防止に関するガイドラインーQ&A と解説ーブックレット作成ワーキンググループ:IVR に伴う放射線皮膚障害の防止に関するガイドラインーQ&A と解説. 医療放射線防護連絡協議会, (2004).
- 19) 加藤京一:IVRによる放射線被ばくと軽減方法. 循環器画像研究, 18, 81-85, (2000).
- 20) 全国循環器撮影研究会:循環器被ばく低減技術セミナーテキスト. 全循研, (2006).
- 21) 厚生労働省医薬食品局:X線CT装置などが植込み型心臓ペースメーカーなどへ及ぼす影響について. 医薬品・医療機器など安全情報 No.221, (2006).
- 22) 片山 仁, 山口昂一(監):X線造影剤 Safety Review 第二版. 日本シェーリング株式会社, 東京, (2003).
- 23) International Electrotechnical Commission. Medical electrical equipment - Part 2-33: Particular requirements for the safety of magnetic resonance equipment for medical diagnosis. IEC 60601-2-33-Ed.2.0. (2002).
- 24) 磁気共鳴画像診断装置 - 安全. JIS ハンドブック 39 放射線(能). 2226-2286. 日本規格協会, 東京, (2006).
- 25) Shellock FG, Crues JV.:MR procedures; biologic effects, safety, and patient care. Radiology, 232(3), 635-52, (2004).
- 26) 造影剤要覧 第26版. 日本シェーリング, 東京, (2006).
- 27) MRI の安全性に関するホームページ (<http://www.radiology.upmc.edu/MRsafety/>), (<http://www.mrisafety.com/>)
- 28) 日本放射線技師会:放射線安全管理の手引き「放射線関連機器管理責任者」「放射線管理士」認定講習統一テキスト. 医療科学社, 東京, (2002).
- 29) 甲子乃人:超音波の基礎と装置. ベクトル・コア, 東京, (2006).