

20000842

厚生科学研究費補助金
医薬安全総合研究事業

医療機関における使用済放射線源及び診療用放射性同位元素
の管理の合理化等のあるり方に関する研究

平成12年度 総括研究報告書

主任研究者 遠藤 啓吾

平成13（2001）年3月

目次

I. 総括研究報告書

医療機関における使用済放射線源及び診療用放射性同位元素 の管理の合理化等のあり方に関する研究	1
---	---

II. 分担研究報告書

1. 立案と総括およびガイドライン等の作成に関する研究 遠藤啓吾	4
2. 使用済放射線源及び診療用放射性同位元素 の合理的な廃棄方策の研究 濱田達二	53
3. 短半減期診療用放射性同位元素由来の 放射性廃棄物の合理的管理に関する研究 小西淳二	116
4. 短半減期放射性薬剤製造用サイクロトロン等 による放射化物の廃棄に関する研究 棚田修二	120
5. 歯科領域における放射線源の保守管理 の現状と在り方の研究 佐々木武仁	124
6. 新しい放射線治療装置の開発と 放射線管理に関する研究 青木幸昌	131
7. 医療用放射性物質の線源保管状況 調査と安全管理基準の研究 菊地 透	134

厚生科学研究費補助金（医薬安全総合研究事業）
（総括）研究報告書

医療機関における使用済放射線源及び診療用放射性同位元素の管理の
合理化等のあり方に関する研究

主任研究者 遠藤啓吾 群馬大学医学部 教授

放射線を利用した病気の診断、治療は脳、心臓、癌患者を中心に数多く行われているが、放射線の医学利用に伴った放射性廃棄物の排出、放射線利用による被ばくは避けられない。そこで医療機関における小型サイクロトロンや密封小線源など使用済放射線源および診療用放射性同位元素の廃棄物の処理、処分について現状を調査した。さらに医科および歯科領域において放射線を安全に、かつ有効に医学利用するための放射線管理について研究を行うとともに、Evidence Based Medicine (EBM)に基づいた放射線診断のガイドライン作成を開始した。

分担研究者

濱田達二・日本アイソトープ協会顧問
小西淳二・京都大学医学部核医学科教授
棚田修二・放射線医学総合研究所
総合研究官
佐々木武仁・東京医科歯科大学
歯科放射線学教授
青木幸昌・東京大学医学部放射線医学
助教授
菊地 透・自治医科大学RIセンター
管理主任

イクロトロン装置をモデルとして、医療用放射線源の廃棄方法のまず現状を調査する。

新しい医療用放射線機器の開発は目覚ましい。C-arm式ライナックや、移動式術中照射装置など、従来にないタイプの新しい放射線治療装置が開発され、臨床応用が開始されつつあるが、これに対応した独自の遮蔽法、運用、放射線管理の在り方を確立するための、放射線量の測定を行う。また歯科領域の放射線源の日常的な保守管理の現状と在り方について調査研究することにより、歯科医療における合理的な管理方法を確立する。

一方、我が国では高価で高性能の放射線医療機器が設置されているが、その使用にあたってのガイドライン等はまだ整備されていない。そこで我が国の放射線診療の標準化に向けて、放射線診療ガイドラインの作成を行う。

A. 研究目的

原子力施設からの放射性個体廃棄物については、すでに一部のカテゴリーの廃棄物について処分が始まっており、また、その他のカテゴリーの廃棄物の処分方法ならびに極低レベル廃棄物のクリアランス（規制免除）の検討もすすんでいる。

医療用放射線源及び診療用放射性同位元素には現在のところ処分の道が開かれておらず、保管量は年々増加している。近い将来、処分が法制化されることを考慮し、処分を前提とした廃棄物の処理・処分の合理的な方策を検討し、新しい方法を提案する事により、法制化に備える必要がある。

短半減期診療用放射性同位元素が、一定レベルまで減衰後、廃棄可能となるよう法令が整備されれば、放射性廃棄物が減少し、社会状況、環境問題の面だけでなく、核医学診断・治療の医療経済効果の向上にも繋がると思われる。ポジトロン放出短寿命RI標識放射性薬剤を製造する小型サイクロトロン装置は、我が国で30数台稼働しているが、小型サイクロトロン装置の処理、処分については、廃棄方法が確立していない。そこで小型サ

B. 研究方法

専門家によるふたつのワーキンググループを編成し、ひとつは放射線管理の現実的な対応策の検討、ひとつは放射線診療ガイドラインの作成を行った。医療機関における使用済みの密封小線源、小型サイクロトロンの処理、処分の現状を調査した。さらに超短半減期核種、歯科診療における放射線管理の現状を調査した。

C. 研究結果

1. 放射線診療ガイドラインに関する研究（遠藤啓吾）

我が国では放射線診療についてガイドラインは作成されておらず、放射線診療の標準化も理想にほど遠い現状である。そこで脳神経と頭頸部、肺・縦隔、心・大血管、肝・胆・膵、泌尿器・生殖器、

骨・軟部、乳腺、小児の9つの領域について、我が国の放射線診療の第一人者にワーキンググループを作ってもらい、ガイドラインの作成を行った。

2. 使用済放射線源及び診療用放射性同位元素の合理的な廃棄方法の研究（濱田達二）

医療機関における放射性物質管理の合理化の一環として、放射性廃棄物（使用済線源を含む）の処理・処分に係る合理的規制方法の策定に資するため、12名の研究協力者からなるワーキンググループを設け、国内及び国際的な動向も考慮しつつ、研究を実施した。

3. 短半減期診療用放射性同位元素由来の放射性廃棄物の合理的管理に関する研究（小西淳二）

[¹⁸F]FDGを合成するためのターゲット水（[¹⁸O]H₂O）は、高価で入手が困難なため、再利用が望まれる。新たに開発された（[¹⁸O]H₂O）精製装置を試用し、回収率も99.3±0.5%と非常に良好であった。本装置で精製した（[¹⁸O]H₂O）を試用し、[¹⁸F]FDGを合成したところ、臨床試用に十分な収量が得られることが確認された。

4. 短半減期放射性薬剤製造用サイクロトロンへの廃棄に関する研究（棚田修二）

ポジトロン断層撮影（PET）に不可欠な短半減期用電子放出核種を製造する設備として、短半減期放射性医薬品製造用サイクロトロンが設置されてきたが、設置状況とその廃棄・更新状況について検討を行った。

5. 歯科領域における放射線源の保守管理の現状と在り方（佐々木武仁）

一般歯科医療機関で実施可能な郵送法による質的保証プログラムを試験的に作成し、その有用性を検討した結果、口内方X線写真のX線曝射と写真処理過程が適切に行われているかについて、簡便で、しかも的確な判断材料を提供することが明らかにされた。我が国の一般歯科診療所における口内法X線写真撮影の質的保証には、X線装置の保守管理と写真処理過程の質的管理が密接に関係し、不適切な写真処理や過剰なX線曝射が、かなりの頻度で行われていることを示唆するデータが得られた。

6. 新しい放射線治療装置の開発と放射線管理（青木幸昌）

ガントリーヘッドをCアームにマウンドすることで円錐状にビームを入射させ

る機構と、マルチリーフコリメータの運動を連動させることで、歳差集光原体照射法を開発した。歳差集光原体照射法では、従来のライナックとは異なり、機械室と反対側の壁、天井は広く照射されることになる。歳差集光原体照射法の概要を報告し、その漏洩線量を測定した。

7. 医療用放射性物質の線源保管状況調査と安全管理基準の研究（菊地透）

医療機関では、約500施設において密封された放射性同位元素の線源が保管されている。医療用密封線源の保管状況を調査し、密封線源の利用施設における線源核種と数量及び安全管理について解析した。この解析結果を参考に医療機関の線源保管状況に関するアンケート調査を検討し、密封線源の保管管理と使用済線源の合理的な安全管理基準を研究した。

D. 考察

医療放射性廃棄物の処理と処分の合理的規制方法を近い将来において策定するに当たり、先行する原子炉廃棄物の例、国際基準及び諸外国の例を参考にしつつ、我が国における医療放射性廃棄物（使用済線源を含む）の将来の処分方法を検討した。

医療放射性廃棄物は、現在埋設が実施されている原子炉廃棄物とは核種、数量、性状などで異なる点はあるが、処分基本的な考え方を変える必要はないと思われる。とくに医療廃棄物の場合は、使用核種の多くが短半減期でかつガンマ放射体であるため、核種・数量の決定が容易であるという利点がある。この性質はクリアランスにも有利である。

我が国は患者などへの医療被ばくが世界で最も多いなどの問題をかかえている。また国際放射線防護委員会（ICRP）の1990年勧告や国際原子力機関（IAEA）の基本安全基準（BSS）に示される「適正利用」について、我が国の医療現場への導入が求められている。

そこで本年度より我が国の医療制度、米国ではACRが中心となり「放射線診療の標準化」のガイドラインが示されており、昨年その日本語訳を出版した。しかし我が国と米国では病期の種類、医療制度、保険制度が異なる。保険制度の実情に適した「放射線診療ガイドライン」の作成を開始した。

いぜんから指摘されたことであるが、放射線の医学利用は医療法、放射線障害防止法の二重規制されており、そのために医療現場での混乱も多い。速やかに放

射線の一元的管理が望まれる。

E. 結論

医療機関における使用済み放射線源および診療用放射性同位元素の廃棄物の処理、処分について調査し、新しい合理的な方策について検討した。さらに医科および歯科領域において放射線を安全に、かつ有効に医学利用するための放射線管理について研究した。放射線診療の標準化に向けて放射線診療ガイドラインを作成中である。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

遠藤啓吾. 「センチネルリンパ節の核医学的検出法ガイドライン」について. 医療放射線防護 28:41-44, 2000.

遠藤啓吾. 核医学からみたSentinel node navigation surgeryの将来像 —安全な普及のためのガイドライン—. 臨床外科 55:329-332, 2000.

遠藤啓吾. 核医学治療 —RI内用療法—. 臨床放射線 45:573-574, 2000.

N. Watanabe, N. Oriuchi, K. Endo, T. Inoue, et al. CaNa_2EDTA for improvement of radioimmunodetection and radioimmunotherapy with ^{111}In and ^{90}Y -DT PA-antiCEA MAbs in nude mice bearing human colorectal cancer. J Nucl Med 41:337-344, 2000.

濱田達二 他: ICRP Publication 81, 長寿命放射性固体廃棄物の処分に対する放射線防護勧告の適用、日本アイソトープ協会 2000.

Magata Y, Kitano H, Shiozaki T, Iida Y, Nishizawa S, Saji H, Konishi J. Effect of chronic (-)-nicotine treatment on rat cerebral benzodiazepine receptors. Nucl Med Biol 2000 27: 57-60

Nakamoto Y, Higashi T, Sakahara H, Tamaki N, Kogire M, Doi R, Hosotani R, Imamura M, Konishi J. Delayed (18)F-fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography scan for differentiation between malignant and benign lesions in the pancreas. Cancer 2000 89: 2547-2554

Takami A, Yoshida K, Tadokoro H, Kitakawa S, Shimada K, Sato M, Suzuki K, Masuda Y, Tanada S: Uptakes and Images of ^{38}K in rabbit heart, kidney, and brain. J Nucl Med 2000, 41: 763-769

Shinotoh H, Namba H, Fukushi K, Nagatsuka S, Tanaka N, Aotsuka A, Tanada S, Irie T: Brain acetylcholinesterase activity in Alzheimer disease measured by positron emission tomography. Alzheimer Disease and Associated Disorders 2000, 14 (suppl 1): S114-S118

Sasaki T: Recent reappraisal on the effect of radiation in the low dose domain. In "Oral and Maxillofacial Radiology Today", H. Fuchihata ed., Elsevier Science B.V., Amsterdam, 2000, pp. 3-8.

Miura M, Watanabe H, Okochi K, Sasaki T, Shibuya H: Biological response to ionizing radiation in mouse embryo fibroblasts with a targeted disruption of the DNA polymerase β gene. Radiat. Res. 153: 773-780, 2000.

菊地 透. 医療機関における密封線源利用の防護上の問題 医療放射線防護 NEWSLETTER 2000, 29:22-31.

菊地 透. 医療廃棄物から放射性物質混入対策について 医療放射線防護 NEWSLETTER 2000, 29:43-45.

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

厚生科学研究費補助金（医薬安全総合研究事業）
（分担）研究報告書

放射線診療ガイドラインに関する研究

（分担）研究者 遠藤啓吾 群馬大学医学部 教授

我が国では放射線診療についてガイドラインは作成されておらず、放射線診療の標準化も理想にほど遠い現状である。そこで脳神経と頭頸部、肺・縦隔、心・大血管、肝・胆・膵、泌尿器・生殖器、骨・軟部、乳腺、小児の9つの領域について、我が国の放射線診療の第一人者にワーキンググループを作ってもらい、ガイドラインの作成を行った。

A. 研究目的

現時点においてもっとも合理的と思われる画像診断の適応や適応順序を明確にし、放射線医の日常業務を援助する。このため2～3年ごとに定期的改定・見直しを行う。上記を通じて、国民の医療被ばくの低減、放射線診療レベルの地域差の解消、標準化と医療の質の確保を目指し、国民の福祉に寄与する。

B. 研究方法

画像診断を以下の9つの領域に分類し、それぞれの領域代表者が、Evidence Based Medicine (EBM) に基づいた放射線診療ガイドラインを作成する。

1) 脳神経と頭頸部（熊本大学助教授 興栢征典） 2) 肺・縦隔（聖マリアンナ医科大学教授 中島康雄） 3) 心・大血管（山口大学教授 松永尚文） 4) 消化管（筑波大学助教授 齋田幸久） 5) 肝・胆・膵（広島大学教授 伊藤勝陽） 6) 泌尿器・生殖器（神戸大学教授 杉村和朗） 7) 骨・軟部（慈恵医大教授 福田国彦） 8) 乳腺（国立名古屋病院医長 遠藤登喜子） 9) 小児（慶応大学講師 甲田英一）

ガイドラインの作成は2年間の予定で実施するが、できたものからホームページで公開し、広く意見を聞く。修正を重ねた後に、ホームページに掲載するとともに、製本印刷し、無料で配布する。

ガイドライン作成にあたっての作り方

・文章はある程度必要であるが、なるべく簡潔にするように心がける。

大見出し、中見出し、小見出しなどをつけて読みやすくする。また箇条書きを積極的に取り入れる。

・あくまでガイドラインであり画像診断の総説ではないので、疾患の画像所見に関する解説は不要である。

・チャートや表をなるべく入れる。文章とチャート・表は相補的であるが、領域によってはチャート・表が主になってもよい。

・各検査法の適応について必ず触れる。
・検査法の選択、具体的な撮影法についても記載する。CTのスライス厚など撮影条件、技術的な側面もある程度取り上げる。望ましい装置の性能などについて各領域ごとに記載する。

・例えば自動注入器がない施設、ECG同期のMRIができない施設もあるが、「原則として・・・使用する」あるいは「・・・行うことが望ましい」という記載でよい。

・例えば側頭骨領域といったように、領域ごとに書く場合には、原則としてまず検査法から入り症候学（または代表的疾患）別の解説、の順に書く。

・症候学（または代表的疾患）別では、臨床的な蛍雪を必要最小限度書いた後、各種検査の適応・進め方を説明する。

・文献は重要なものを厳選し、記載を統一する。具体的にはACR Standardを参考に、基本的に過去10年間、著者は3名までABC順に記載。具体的なデータを引用しているところは本文中に文献番号を明示する。それ以外では、必ずしも文献番号を引用しなくてもよい。

放射線診療ガイドライン：総目次と担当者名（2001・2・22 現在）

I. 各グループの代表者名

- 脳神経と頭頸部：興梠征典(熊本大)
- 胸部：中島康雄（聖マリアンナ医大）
- 心大血管：松永尚文（山口大）
- 消化管：齋田幸久(筑波大)
- 肝胆膵：伊藤勝陽（広島大）
- 泌尿生殖器：杉村和朗(神戸大)
- 骨軟部：福田国彦（慈恵医大）
- 小児：甲田英一(慶応大)
- 乳腺：遠藤登喜子（国立名古屋）

II. 脳神経と頭頸部

総論-中枢神経領域の画像診断（熊本大学 興梠征典）

各検査法とその適応

1. 単純 X線撮影
2. MRI か CT かの選択
3. MR アンジオグラフィーと CT アンジオグラフィー
4. 血管撮影

MRI

1. 磁場強度について
2. MR 撮像法
 - a. T 1、T 2 強調画像
 - b. FLAIR 法
 - c. ガドリニウム製剤投与の適応
 - d. ガドリニウム製剤使用時の注意点
 - e. エコープラナー法

各論-代表的な症候または疾患における画像診断

A. てんかん（福岡大学 宇都宮英綱）

1. てんかんの定義
2. 画像診断の意義
3. 症候性てんかんの原疾患
4. てんかんの画像診断の進め方
 - a. MRI 撮像法
 - b. 造影 MRI
 - c. CT
 - d. 血管撮影
 - e. SPECT/PET

B. 側頭骨領域（宮崎医科大学 小玉 隆男）

1. 各種検査法
 - a. 単純・断層撮影
 - b. 高分解能 CT (high-resolution CT; HRCT)
 - c. MRI
 - d. 血管造影
2. 各種病態における検査の進め方.
 - a. 先天性外耳奇形

- b. 先天性難聴，内耳奇形
- c. 急性中耳炎
- d. 慢性中耳炎・真珠腫
- e. 難聴
- f. 耳鳴
- g. 青色あるいは赤色鼓膜
- h. めまい
- i. 外傷（頭部外傷の項を参照のこ）
- j. 顔面神経麻痺
- k. 腫瘍性病変

C. 頸部(久留米大学 小島和行)

症候学別画像診断

1. 頸部腫瘍

A. 前頸部腫瘍

a. 甲状腺疾患が疑われる場合

1). びまん性病変

2). 結節性病変

b. 甲状腺以外が疑われる場合

B. 側頸部腫瘍

a. 良性腫瘍

b. 悪性腫瘍

c. 腫瘍類似疾患

2. 舌の異常

3. 咽頭違和感

4. 嚥声

D. 脳神経症状(九州大三原)

E. 外傷(久留米大安陪)

F. 頭痛

1) 頭部 MRI

2) 頭部 CT

3) 頸椎単純X線撮影，頸椎 MRI

4) 頭蓋単純X線撮影

5) 脳血管撮影

III. 胸部

中島康雄、酒井文彦、荒川浩明、櫛橋民生、佐藤雅史

IV. 心大血管

松永尚文、吉岡邦浩（岩手医大放射線科）、坂本一郎（長崎大学放射線科）

V. 消化管

齋田幸久、川元健二（九大）、石川勉（栃木がんセンター）

I. 総論-消化管疾患の画像診断

A. 各検査法とその適応

1. 単純 X 線撮影

2. 超音波検査：
3. 消化管造影検査：
4. CT検査：
5. MRI検査：
6. 血管造影検査：
7. 核医学検査：

B. 消化管造影

1. 適応
2. 検査の説明と留意事項
3. 職員の資格
4. 造影検査の前後の処置
5. 造影剤の選択と投与
6. 透視と造影検査法
7. 機器の性能

II. 各論-代表的な症候における画像診断

A. 消化管穿孔

1. 原因と病態
2. 画像診断の進め方

B. 消化管閉塞（イレウス）

1. 原因と病態
2. 画像診断の進め方

C. 消化管出血

1. 原因と病態
2. 画像診断の進め方

III. 各論-代表的な疾患における画像診断

A. 虫垂炎, 大腸憩室炎

1. 原因と病態
2. 画像診断の進め方

B. 感染性腸疾患

1. 原因と病態
2. 画像診断の進め方

C. クロウン病、潰瘍性大腸炎

1. 原因と病態
2. 画像診断の進め方

D. 虚血性腸疾患

1. 原因と病態
2. 画像診断の進め方

E. 膠原病とその類縁疾患などの消化管病変

1. 原因と病態
2. 画像診断の進め方

F. 消化管悪性リンパ腫と粘膜下腫瘍

1. 原因と病態
2. 画像診断の進め方

G. 消化管の癌

1. 原因と病態
2. 画像診断の進め方

VI. 肝胆膵

・ 総論－肝胆膵の画像診断（広島大 伊藤 勝陽，河野 敦）

A. 各検査法とその適応

1. 超音波検査(US)
2. 腹部 CT 検査
3. 腹部 MRI 検査
4. 腹部血管造影
5. 核医学検査

・ 各論

－肝－（順天堂浦安 住 幸治）

検査法

1. 超音波検査（Ultrasound: US）
2. 超音波ドプラ法（カラドプラ、パワードプラ法）
3. CT 検査（Computed Tomography）
4. MRI 検査（magnetic resonance imaging）
5. 血管撮影法
6. 核医学検査

代表的な病態に対する画像診断検査

びまん性肝疾患

- A. 急性肝炎、劇症肝炎
- B. 肝硬変
- C. 脂肪肝

腫瘤性病変

- A. 肝細胞癌
- B. 肝転移
- C. 胆管細胞癌
- D. 海綿状血管腫
- E. 限局性結節性過形成（focal nodular hyperplasia: FNH）

－胆嚢－（済生会宇都宮 本多 正徳）

急性腹症・炎症性疾患

1. 胆石（胆嚢結石）

急性胆嚢炎

外傷性疾患

1. 胆嚢損傷

腫瘍性疾患

1. 胆嚢癌

2. 胆嚢腺筋症

－胆管（山形県立日本海病院 内村 文昭）

検査法

超音波検査

CT 検査

MRI 検査

○MRCP

血管撮影法

5. 内視鏡的逆行性胆管造影
6. 経皮経肝的胆管造影

胆管疾患

- 1) 胆管結石・胆管炎
- 2) 胆管癌
- 3) 原発性硬化性胆管炎
- 4) 膵管胆道合流異常症
- 5) 外傷

膵臓 (日本膵管病院 小川)

VII. 泌尿生殖器

泌尿器：鳴海善文(大阪大学、津田 恭(市立堺病院、高橋 哲(大阪中央病院)
後閑武彦(昭和大学)

・婦人科

杉村和朗：神戸大学、楫 靖：神戸大学、赤坂好宣：神戸大学
北村ゆり：神戸大学、今岡いずみ：天理よろず相談所病院、山岡利成：京都大学

VIII. 骨軟部

青木 純 群馬大学、江原 茂 岩手医大、大橋健二郎 聖マリアンナ医大
杉本英治 昭和医大、原澤有美 帝京医大、福田国彦 慈恵医大、大和 実 獨協医大

画像検査法と適応：単純 X 線撮影 江原 茂

1. はじめに
2. 検査適応
3. 撮影法
4. 品質管理
5. 放射線防護
6. 記録管理
7. デジタル X 線撮影(コンピュータ・ラジオグラフィ、CR)

画像検査法と適応：CT 福田国彦

1. はじめに
2. 適応と禁忌
3. CT 装置
4. CT 装置の性能管理
4. 画像表示

画像検査法と適応：MRI 杉本英治

1. はじめに
2. 撮像法
3. 検査適応
4. 造影剤投与の適応
5. 禁忌

画像検査法と適応：超音波検査 原澤 有美

1. はじめに
2. 使用装置
3. 手技
4. 維持管理
5. 適応
6. 今後の展望

画像検査法と適応：核医学検査 大橋健二郎

1. はじめに
2. 適応
2. 検査装置
3. 検査方法
4. 品質管理
5. 被曝

各論：軟部腫瘍 有沢有美

1. はじめに
2. 臨床所見の重要性
3. 単純X線撮影の意義
4. 超音波検査の意義
5. MRIの意義
6. CTの意義

各論：原発性骨腫瘍の疑い 青木 純

1. はじめに
2. 単純X線写真
3. CT
4. MRI
5. 血管造影
6. 核医学
7. 超音波

各論：原発性悪性骨腫瘍、化学療法の治療効果判定 福田国彦

1. はじめに
2. 単純X線写真とCT
3. 血管造影
4. 超音波検査
5. 核医学検査
6. MRスペクトロスコピー
7. MRI
8. まとめ

各論：骨転移における骨シンチグラムの適応 江原 茂

1. はじめに
2. 発生部位
3. 無症状の転移の検索
4. 骨転移の種類
5. 腫瘍の原発

7. 経過観察

各論：大腿骨頭壊死 大和 実

1. はじめに
2. 無腐性壊死の診断法
3. 無腐性壊死診断の重要性
4. 単純 X 線写真
5. CT
6. 骨シンチグラムと MRI
7. 無症状のハイリスク患者のスクリーニング
8. 大腿骨頸部骨折患者のスクリーニング

各論：Insufficiency 骨折の疑い、高齢者の骨盤痛で単純 X 線検査が正常 杉本英治

1. はじめに
2. 検査法

各論：ストレス骨折、スポーツ選手の下腿痛 大橋健二郎

1. はじめに
2. 単純 X 線写真
3. 骨シンチグラフィ
4. MRI
5. X線断層撮影と CT

IX. 小児

相田典子、相原敏則、甲田英一

小児上部消化管造影検査

1. はじめに
2. 適応
3. 検査法
 - A. 前処置および前投薬
 - B. 検査室、患児の管理、固定
 - C. 造影剤の選択
 - D. 手技
4. 報告
5. 機器、その他
6. 品質管理と改善、安全、感染のコントロール、患者教育の問題

小児の小腸造影検査

1. はじめに
2. 適応
3. 検査法
 - A. 前処置および前投薬
 - B. 検査室、患児の管理、固定
 - C. 造影剤の選択
 - D. 手技

4. 報告
5. 機器、その他
6. 品質管理と改善、安全、感染のコントロール、患者教育の問題

小児注腸造影検査

1. はじめに
2. 適応
3. 検査法
 - A. 前処置および前投薬
 - B. 検査室、患児の管理、固定
 - C. 造影剤の選択
 - D. 手技
4. 報告
5. 機器、その他
6. 品質管理と改善、安全、感染のコントロール、患者教育の問題

小児腹部腫瘍の画像検査

1. はじめに
2. 画像診断の意義
3. 検査法の選択

X. 乳腺

1. はじめに
2. 代表的な検査法の装置と適応

X線マンモグラフィ

適応

装置と撮影法

撮影装置

増感紙・フィルムシステム

その他の受光系

画像処理

撮影法

被曝線量

超音波検査

MRI

CT

3. 代表的な病態に対する画像診断検査
 - 乳房腫瘍・硬結
 - 異常乳頭分泌

放射線診療ガイドライン作成ワーキンググループ 骨軟部グループ

メンバー構成

青木 純	群馬大学
江原 茂	岩手医大
大橋健二郎	聖マリアンナ医大
杉本英治	昭和医大
原澤有美	帝京医大
福田国彦	慈恵医大
大和 実	獨協医大

あいうえお順

内容

画像検査法と適応

単純 X 線写真	江原 茂
CT	福田国彦
MRI	杉本英治
超音波断層	原澤有美
核医学検査	大橋健二郎

各論

軟部腫瘍	CT、MRI における造影剤の適応	原澤有美
原発性骨腫瘍	単純 X 線写真で所見のある症例	青木 純
原発性悪性骨腫瘍	化学療法の治療効果判定	福田国彦
転移性骨腫瘍	骨シンチグラムの適応	江原 茂
大腿骨頭壊死	ハイリスクグループの取り扱い	大和 実
Insufficiency 骨折疑い	高齢者の骨盤痛で単純 X 線写真が正常	杉本英治
ストレス骨折	スポーツ選手の下腿痛	大橋健二郎

放射線診断のガイドライン：単純 X 線撮影

1. はじめに

骨関節の X 線撮影は、もともと日常的に用いられている検査である。その適応は広く、骨・関節に関連するほとんどの問題が含まれてくる。このガイドラインは、現在行なわれている骨・関節の単純 X 線撮影の施行法や適応の変更を目指したものではなく、他の画像診断法の発展に伴って、画像診断全般のなかでより合理的な役割を担わせることを推進することに役立てることを目的としたものである。

2. 検査適応

単純 X 線検査の適応には、骨・関節のほとんどあらゆる病態が含まれる。ただし、スクリーニング目的で用いられる単純 X 線検査は多用されすぎる傾向にあり、適応の限定が報告されているはずの頭部外傷における頭蓋の単純 X 線撮影も、いまだ多く施行されている(1)。腰痛症や足関節外傷などでも単純 X 線撮影は多用されすぎる傾向にあるが、Ottawa knee rule や Ottawa ankle rule(注)などにみられるように、個々の施設の特徴や専門性を勘案して適応を限定する努力をはらうことが望ましい(2,3)。

(注)カナダの Stiell らによって報告された救急部門での単純 X 線撮影の適応基準であり、Ottawa knee rule では 55 歳より年長、腓骨頭の圧痛、膝蓋骨の圧痛、90 度以上の屈曲制限、外傷直後の荷重不能、救急室での 4 歩以上の歩行困難のうち 1 項目以上の症例について膝関節の単純 X 線を撮影するとするもの、Ottawa ankle rule は 55 歳より年長、内・外果部の圧痛、荷重不能のいずれかを満たすものについて足関節の単純 X 線撮影を行うとするものである。彼らによれば、このような単純な基準を用いるだけで、診断の見逃しを起こすこと無く、救急室の単純 X 線検査を有効に減少させることができたとしている。

3. 撮影法

単純 X 線撮影は骨・関節のほとんどの問題におけるスクリーニングとしての役割を果たしている。しかしながら、症状の部位と原因となる病変の部位とは必ずしも一致しないことがあり、X 線撮影を病歴聴取や理学所見の採取に先行させることは望ましいことではない。

撮影条件は X 線発生装置の性能、焦点・フィルム間距離、フィルム・増感紙の選択、現像の条件などで変わりうるので、統一的な基準は設定するのが困難である。ただし、同一条件で撮影することにより、検査所見の比較検討に役立つだけでなく、システムの故障や劣化を早期に検出できるので、各施設ごとに標準的な撮影条件を設定することは必要である。

撮影にあたっては十分なコリメーションにより、問題となる部位の質の高い検査に努めることが重要であり、また散乱線除去は体幹や体幹部に近い大関節では必要である。検査にあたっては、目的部位の質の高い検査を得ることが重要であり、“babygram”のように広い範囲を含める検査は原則的には推奨できない。

撮影手技と撮影法のルーチンは施設によって多様であり、統一的な標準を設定することは困難である。しかし、各施設で検査部位別、適応別に標準的撮影のセットを定めておくことは、画質管理と所見の比較検討に有用である。ただし、撮影にあたっては、被検者に応じて個別化されることが望ましい。

骨・関節の撮影では、できるだけ直交する2方向以上の撮影を含めることが原則である。ただし、鎖骨などのように十分に角度を変えた多方向撮影が困難な部位がある。解剖学的に複雑な部位では、さらに多方向の撮影が行われる。また複雑な位置決めが必要な特殊撮影や、痛みの部位と相関させなければならない場合には、透視下でのスポット撮影が有用なことがある。これらの選択は、再撮影を繰り返すことなく、なされなければならない。さらにまた、臨床的に異常の疑いが強い場合には、単純X線撮影に時間を費やすことなく、コンピュータ断層撮影とその3次元再構成を行うことも選択の一つに含まれる。

画像には適正な濃度とコントラストが得られてることが不可欠であり、骨とその周囲の軟部組織とが十分に認識できる必要がある。しかし、肩のように急激に厚みの変わる部位の撮影にあたっては、肩関節と鎖骨外側のように同時には観察しにくい部位が含まれるのはやむを得ない。そのため、条件を変えて撮影しなおす必要が生じることがある。

幼児・小児や協調のえられない患者では適切な方法により固定を行うことが重要である。このような患者を多く撮影する施設では固定のための装置や装具を用意しておくことが望ましい。

骨折の転位や屈曲の程度は2方向でも過少評価することが多く、必要に応じて適切な斜位像が必要となる(4)。ただし、ルーチンに多方向を撮影するのではなく、個別に方向を設定することが望ましい。

頸椎の側面像はスクリーニングにはもっとも重要であり、できるだけ正確な側面像が必要である。なお、頸椎側面の前後屈像の撮影で、不安定性の存在や不安定骨折や靭帯損傷が疑われる場合には、臥位あるいは立位中間位でのX線撮影像を適応を検討した上で、医師の直接監視下で行なわれなければならない。

腰椎の X 線撮影は、腰痛症に典型的にみられるように、多用されすぎる傾向にある。CT や MRI でより正確な検査が行える現状を勘案して、斜位撮影のような被曝量の多い撮影をできるだけ行わないですむようにし、また撮影枚数を減少させる工夫が必要である。また解像をいくぶん犠牲にしても、被曝量の少ないフィルム・増感紙のシステムの採用が推奨される。

対側比較撮影は骨端線閉鎖前の小児の骨外傷で施行される。観察者の経験が十分であれば対側撮影が必要なことはほとんどないといつてよいが、救急医療の現場では、経験の十分な医師が常に得られるわけではないので、対側撮影を適宜行うことも容認されるべきである。ただし、ルーチン化することは望ましくない。原則として、医師が異常側を評価して必要を認めた時のみに特定すべきである。

ストレス撮影は、その施行方法を標準化することには困難が伴う。職業被曝の低減に留意しながら、診断にあたる医師によって行なわれるか、監視される必要がある。

4. 品質管理

X 線撮影装置、カセットや増感紙、自動現像機の維持管理は重要であり、問題が生じた場合には可及的に改善する必要がある。再撮影率や撮影されたフィルムの画質評価により品質改善をはかる必要がある。

撮影装置や撮影システムの作動状況は使用毎あるいは定期的に検討して、不具合があれば直ちに改善する必要がある(5)。

5. 放射線防護

妊娠可能な年齢の女性の検査においては、妊娠の可能性を常に確認することが必要である。

生殖腺防護は可能な限り行い、適切な遮蔽を行う必要がある。たとえば、股関節では初回撮影のみ(2方向以上であれば、正面のみ)の撮影を原則として生殖腺遮蔽なしで撮影し、それ以降の経過観察では生殖腺の遮蔽を加えるようにするとよい。

6. 記録管理

フィルムには、次の情報が消去したり変更されたりしない方法で含まれていなければなら

ない。それには、患者氏名、ID 番号ないし生年月日など患者の同定に役立つ情報、検査年月日、検査施設、そしてできれば撮影者を特定できるもの(撮影技師、医師の ID 番号やイニシアル)が含まれる。画像には患者の左右が明示されていなければならない。また、脊椎や下肢の荷重関節で、立位、臥位を併用している場合には、フィルム上に明示されることが望ましい。

フィルムの管理は法律で定められた基準を満たしていなければならないが、臨床的には 5 年程度さかのぼって比較を行うことは十分な利益を患者にもたらすことを念頭において、フィルムの管理を計画すべきである。

7. CR(コンピュータ・ラジオグラフィ、デジタル X 線像)

CR の利用とその限界については、十分な検討がなされているわけではないが、通常の単純 X 線撮影をあえて CR に変更する利点は今までのところ指摘されていない(6,7)。利点としては、ダイナミックレンジが広いので、濃度の急激に変わる部位(肩など)を一回の撮影で含まれる点が挙げられる。問題点としては、解像度の限界から転位の軽度な骨折では見えなくなる可能性、そしてエッジ処理方式により、骨膜反応の見え方が変わったり、見えなくなったりする可能性が挙げられる。また骨膜下骨吸収のみえかたも変化する可能性がある。骨塩量の推定を行う場合にも、通常の単純 X 線撮影とは異なる見方が必要となる可能性がある。

文献

1. Masters SJ, McClean PM, Arcarese JS, et al. Skull X-ray examination after head trauma. *New Engl J Med* 1987;316:84-91
2. Stiell IG, Greenberg GH, McKnight RD, et al. A study to develop clinical decision rules for the use of radiography in acute ankle injuries. *Ann Emerg Med* 1992;21:384-390
3. Stiell IG, Greenberg GH, Wells GA, et al. Prospective validation of a decision rule for the use of radiography in acute ankle injuries. *JAMA* 1996;275:611-615
4. Green SA, Green HD. The influence of radiographic projection on the appearance of deformity. *Orthcp Clin North Am* 1994;25:467-475
5. 一般撮影と透視装置の性能モニターについての一般物理に関する ACR standard. *ACR Standards* 1998 (放射線科専門医会訳)
6. Buckwalter KA, Braunstein EM. Digital skeletal radiography. *AJR* 1992;158:1071-1080
7. Piriano DW, Davos WJ, Lieber M, et al. Selenium-based digital radiography versus conventional film-screen radiography of the hands and feet. *AJR* 1999;172:177-184

(江原茂)

骨転移における骨シンチグラムの適応

1. はじめに

このガイドラインは、現在の検査方法や適応の標準を明示することを目指したものではなく、今日多様化された画像診断法の中で、骨転移の評価のために骨シンチグラムを有効に利用するための手引きとなることを目的としている。

Tc-99m のリン酸化合物による骨シンチグラムは骨病変の検出に有用な検査である。特に転移性骨腫瘍の検出能においては、単純 X 線撮影の感度より優れていることが一般的に知られている。悪性腫瘍の既往のある患者における骨転移の検索は、次のような点で患者のケアに有用である。

1. 原発巣の治療に際してのステージング
2. 症状のない潜在的骨転移の検索
3. 悪性腫瘍の既往のある患者で単発性骨病変を発見した際の鑑別診断

骨シンチグラムによる治療後の経過観察については、一部で行なわれているが、議論の余地がある。この点については後述する。

2. 発生部位

悪性腫瘍の骨への転移の好発部位は脊椎、骨盤、胸郭、それに頭蓋を中心とした体幹部、および上腕骨と大腿骨の近位部である。体幹部の異常の検出には単純 X 線撮影は必ずしも十分には鋭敏ではないため、骨シンチグラムがほとんどの場合に適応となる。

脊椎は転移の好発部位であるが、単純 X 線撮影の感度の低い部位であり、骨シンチグラムは有用である。ただし、変形性脊椎症との鑑別が問題となることが多いため、特異度は必ずしも高くない。今日 MRI で脊椎を広範囲にカバーすることが可能であり、脊椎に限定した場合、どちらでスクリーニングするかは議論の余地がある。

骨盤および胸郭も転移の好発部位であるが、骨盤骨も肋骨も扁平なため単純 X 線撮影は必ずしも鋭敏ではなく、また MRI も十分な解像がえられないため、骨シンチグラムが特に有用な部位である。CT はこのような部位の評価に適しているが、多チャンネル検出器 CT が普及することによって、体幹部が容易に広範囲にカバーできるようになると、スクリーニングの方法としてどちらが優れているかはやがて問題となるかもしれない。

四肢末梢の骨への転移の頻度は低く転移全体の 13%程度とされているが、肺ガンのみ例外