資 料

シネ撮影系の実態調査

鍋 倉 良 三・増 田 和 浩・高 野 修 彰*
萩 原 充 人**・木 村 幹 郎***・天 内 廣***
佐 藤 次 男****・中 澤 靖 夫*****・小美濃 直 人*****
長谷川 光 男*****・若 松 修*****
埼玉県立小児医療センター
東京通信病院*
横浜労災病院**
横浜市立大学医学部附属病院***
千葉県立鶴舞病院****
昭和大学病院*****
心臓血管研究所付属病院*****
関東通信病院*****

（論文受理 1994年8月8日）

（最終論文受理 1994年8月19日）

（Code No. 290）

Key words : Questionnaire, Cineradiography, Digital cineradiography, Cardiac angiography, X-ray protection

A FACT-FINDING STUDY OF CINERADIOGRAPHY

RYOUZOU NABEKURA, KAZUHIRO MASUDA, NOBUAKI TAKANO
YOSHIHITO HAGIWARA, MIKIO KIMURA, HIROSHI AMAUCHI
TSUGIO SATOU, YASUO NAKAZAWA, NAOTO OMINO
MITSUO HASEGAWA, OSAMU WAKAMATSU

Department of Radiology, Saitama Children's Medical Center

Department of Radiology, Tokyo Teishin Hospital*

Department of Radiology, Yokohama Rousai Hospital**

Department of Radiology, Yokohama City University Hospital***

Department of Radiology, Chiba Prefectural Tsurumai Hospital****

Department of Radiology, Shouwa University Hospital*****

Department of Radiology, Cardio Vascular Institute Hospital*****

Department of Radiology, Kantoh Teishin Hospital*****

1. はじめに

近年、心臓病の増加に伴い心臓カテーテル検査はますます増加

してきている。現在では、PTCA (percutaneous transluminal coronary angioplasty), PTMC (percutaneous transvenous mitral commissurotomy), Ablation 等の治療分野へも手法が拡

大され、さらに欠くことの出来ないものとなってきた。また、デジタルシネ装置の開発と進歩によって心臓カテーテル検査室の作業環境も様変わりしつつあり、今やシネフィルムレス化の問題へと発展してきている²⁾。今回、われわれシネ撮影研究会は、5年前(S62年調査、以下前回と略)に中沢らが心臓カテーテル検査に関する全国的アンケート調査³⁾をしたものの追跡調査を行い、新たにデジタルシネ撮影に関する設問と小児シネ撮影の設問を追加して、その実態を集計したので報告する。

2. 調査方法について

アンケート調査は、平成4年10月にシネ撮影装置を保有すると思われる全国シネ撮影技術研究会の会員と無作為に抽出した施設、あわせて500施設に送付した。調査方法は設問によるアンケート調査とし、調査期間は過去3ヶ月間に行われた心臓カテーテル検査を対象とした。また、集計方法は、単純加算および単純比率で行った。

2.1 調査項目

2.1.1 作業環境

作業環境の主な設問は、イ)心カテ検査に携わるスタッフ数、ロ)カテーテル・アプローチ、ハ)撮影室の清潔度、ニ)時間外・休日の対応、ホ)定期点検の実施、ヘ)シネ管理用ファントムの保有等である。

2.1.2 被曝の防護

被曝の防護の主な設問は、イ)被検者の年齢分布、ロ)検査中に撮影室の中に入っているスタッフ、ハ)防護具の使用状況、ニ)被検者の生殖腺防護の実施状況等である。

2.1.3 デジタルシネ撮影

デジタルシネ撮影の主な設問は、イ)デジタルシネの導入状況、ロ)デジタルシネの使用方法、ハ)デジタルデータの保存記録用メディア、ニ)成人冠動脈造影時の画像収集実態(デジタルシネ導入施設)、ホ)小児左心室造影時の画像収集実態(デジタルシネ導入施設)等である。

2.1.4 撮影・透視条件

撮影・透視条件の主な設問は、イ)自動露出の使用状況、ロ)撮影条件(胸厚20 cm位の成人左心室と冠動脈造影時)、ニ)透視条件(成人)等である。

2.1.5 小児シネ撮影

小児シネ撮影の主な設問は、イ)撮影条件(胸厚12 cm～14 cm位の小児左心室造影時)、ロ)透視条件(小児)、ハ)シーンタイム(小児)等である。

2.1.6 現像処理

現像処理の主な設問は、イ)自家現像している施設数、ロ)シネフィルムの使用量、ハ)現像温度、ニ)平均階調度等である。

3. 結果および考察

アンケート調査に対し何らかの回答があった施設は、232施設で回収率は46.4%であった。

3.1 作業環境

3.1.1 心カテ検査に携わるスタッフ数について (Fig. 1)

前回と比較すると、カテ室業務に臨床検査技師と臨床工学士の参加施設数が増加している。これは、心カテ検査の多様化と臨床工学士の医療機器への取扱いが法的に制度化されたことが要因

Fig. 1 The result of the inquiry for the number of personnel attending each examination. Dr.: Doctor, Rt.: Radiological technologist, Mt.: Medical technologist, Ns.: Nurse, Ce.: Clinical engineer.

になっていると思われる。

3.1.2 カテーテル・アプローチについて

穿刺法のカテーテル手技が215施設中199施設(約93%)であり、ほとんどが穿刺法の傾向を示していた。

3.1.3 撮影室の清潔度について

215施設中191施設(約89%)がクリーンルームか準クリーンルームであった。これは、一般の検査室と区別する傾向が表われてきたといえる。施設によっては、手術室同様の清潔度を保っていると回答していた。

3.1.4 時間外・休日の対応について (Fig. 2)

半数以上の施設が当直技師だけで対応できずに心カテ担当者によるオンコール体制をとっている。この意識としては、装置の取り扱いや心カテ検査が熟練を要する検査であり、緊急時の対応にもそれ相当の知識が要求されることが原因と考えられる。

3.1.5 定期点検の実施について (Fig. 3)

定期点検は、前回の調査に比べて10%ほど増えてきており、年2回の点検が約半数であった。平日に定期点検を行っている施設は54%であった。昨今は週休2日制導入のため、平日に行っている施設が多いが、休日でも定期点検が出来る体制をメーカー側に望みたい。これは、今後の課題であろう。

3.1.6 シネ管理用ファントム等の保有について

216施設中62施設(29%)しか持っていないと回答した。これは、機器管理の手法が統一されていないこととその煩わしさが影響していると思われる。

3.2 被曝の防護

Fig. 2 About the emergency cardiac examination system at night and on holidays.
(a) Number of hospitals in which emergency examinations are performed.
(b) Those who took care of the emergency cineradiographies in 1992.

Fig. 3 About periodic inspections of the cineradiographic units.
(a) Number of hospitals that made contracts for periodic inspections.
(b) How often the inspections were performed in a year.

Fig. 4 Patient's age.

Table 1 Number of hospitals in which someone, other than physicians were in the cardiac examining room while X-rays were being carried out.
158 responses were valid in 1987 and 220 in 1992.

	Doctor	Radiological technologist	Medical technologist	Nurse	Clinical engineer
Cineradiography in 1987 (%)	158 (100)	86 (54.4)	39 (24.7)	100 (63.3)	No questions
Cineradiography in 1992 (%)	215 (97.7)	77 (35)	45 (20.5)	128 (51.2)	17 (7.7)
Fluoroscopy in 1992 (%)	220 (100)	122 (55.5)	60 (27.3)	189 (85.9)	28 (12.7)

3.2.1 被検者の年齢分布について (Fig. 4)

被検者の年齢分布は50才代までは前回の方が多かったが、60才代以上は今回の調査の方が多くなった。これは、心臓疾患の高齢者患者の増加と高齢者への IVR (interventional radiology) 適応拡大による増加が原因と思われる。

3.2.2 検査中に撮影室に入っているスタッフについて

検査中に撮影室に入っているスタッフの状況を前回と比較すれば、撮影時に撮影室に入っている頻度は減少傾向にあった (Table 1)。これは被曝低減のために、必要以外は撮影室内から出るように心掛けたためと考える。

3.2.3 防護具の使用状況 (複数回答) について

プロテクター、ネックプロテクター、防護衝立、含鉛メガネの4つの防護具が多く使用され、特に術者の医師が前回と比較して多く使用していた。中でも含鉛メガネは、58施設 (36.7%) から128施設 (58.2%) に、ネックプロテクターは47施設 (29.7%) から185施設 (84.1%) へと約3倍にも増えたことが特徴的である。これは、IVRの普及とともに放射線に対する防護意識が強く表われてきた結果であり、職業人の意識としては好ましい方向にあるといえる。

3.2.4 被検者の生殖腺防護の実施状況について

実施している施設は、12施設 (7.6%) から20施設 (9.3%) と前回よりやや増加したもののほとんど変化がなかった。これは、その使用が検査手技に影響したり、清潔管理の煩わしさに原因があるものと考えられる。

3.3 デジタルシネ撮影

3.3.1 デジタルシネ装置の導入状況について

アンケートの有効回答数217施設中、92施設 (42%) でデジタルシネ装置を導入していた。また、未導入施設 (102施設) に「デジタルシネ装置は有用としますか？」と質問した結果、93施設 (約91%) が有用と回答した。

3.3.2 デジタルシネ装置の使用方法について (Fig. 5)

シネフィルム撮影とデジタルシネを併用しているという施設が全体の75% (69施設) と一番多く、限られた患者に対してのみデジタルシネを併用している施設が21% (19施設)、全患者に対してデジタルシネを使用し、限られた患者に対してのみシネフィルム撮影を併用しているが1% (1施設)、そしてシネフィルム撮影を全く行わない施設が3% (3施設) であった。

3.3.3 デジタルデータの保存記録用メディアについて

92施設のうち78施設の複数回答の結果、約46%の施設でS-

- ☐ :All patients were examined with a cinecamera and digital cineradiographic system
- ☒ :Most patients were examined with only a cinecamera
- ☐ :Most patients are examined with the digital cineradiographic system
- ☐ :Digital cineradiographic system only

Fig. 5 Regarding application of the digital cineradiographic system.

Valid responses were obtained from 92 hospitals.

VHS テープを使用し、MT (磁気テープ) が約12%、SMPTE-D2 テープと FD (フロッピーディスク) がそれぞれ約10%、OD (光ディスク) が約6%、その他が約15%使用されていた。各X線装置メーカーにより多種多様の記録メディアが使用されている実態が明らかとなった。

3.3.4 成人冠動脈造影時の画像収集実態 (デジタル装置導入施設) について (Fig. 6)

デジタルシネ装置導入92施設のうち有効回答数84施設の集計結果では、ほとんどの施設 (76施設 約90%) が512マトリクス、秒間30フレーム以下で収集していた。512マトリクス、秒間60フレームでの施設は、3施設 (約4%) であった。また、1024マトリクス、秒間30フレームは、5施設 (約6%) であった。これは、IVRの増加に伴い30フレーム、15フレームの低速レート収集でも可能であるということを示唆しているものと考えられる。グラフの破線部分は、装置性能上、512マトリクスでそれぞれの収集レートが

可能である施設数を表わしているが、収集実態は必ずしも現有装置の性能分布を示していないものと考えられる。

3.3.5 小児左心室造影時の画像収集実態(デジタルシネ装置導入施設)について (Fig. 7)

小児では全て512マトリクスでの収集となっていた。高速の収集レートが必要とされる小児領域で、60フレームで行われている施設はバイプレーンで7施設(約21%)、シングルプレーンでは9施設(約27%)にすぎなかった。小児の心疾患を目的とするデジタルシネ装置での画像収集は⁹⁾、少量のシャントの同定、心拍数、シャントの血流速度、腎機能等より考えると、出来るだけ濃度分解能、空間分解能、時間分解能のよいバイプレーン収集が必要であると考えられる。しかし、現状では画質や装置の性能等より、濃度分解能は満たされるとしても空間分解能と時間分解能は満足できる

Fig. 6 About how many images per second were obtained regarding digital coronary cineangiographies of adults. 82 responses were valid.

性能であるとはいえず、臨牀的に可能な範囲で今後検討を重ねて行く必要があるだろうといわれている⁹⁾。今回のデジタルシネ装置のアンケート結果より、今後のデジタルシネ装置による画像収集は、成人においてはIVRの増加とともに症例によっては画質のよい1024マトリクスや被曝を考慮した低速レートに移行して行く可能性があると考えられる。また小児では、バイプレーンによる高速度収集が必要であり装置の性能上、可能な限り高いものが望まれると考える。

3.4 撮影・透視条件

3.4.1 自動露出の使用状況について

前回の92.2%から98.6%へと増加し、ほとんどの施設が自動露出を使用していた。

3.4.2 撮影条件(胸厚20 cm位の成人左心室と冠動脈造影時)について

管電圧、パルス幅、I.I. サイズ、撮影時間については前回と同様の傾向であったが、管電流は、前回よりも高い電流を使用する施設が増加した(Fig. 8)。またフレームレートは、前回よりも低速レートを使用する施設の増加をみた。

3.4.3 透視条件(成人)について

透視時の管電圧と透視時間については前回と同様の傾向を示したが、透視時の管電流は前回よりも大きくなる傾向を示した(Fig. 9)。デジタルシネ装置やIVRの普及に伴い、今後、モニター画像の画質の向上を目的とした装置の容量アップとX線入射線量の増加が危惧されるが、被曝線量にも十分な注意を払って行くべきであろう。

3.5 小児シネ撮影

3.5.1 撮影条件(胸厚12 cm～14 cm位の小児左心室造影時)について

RAO 30°及びLAO 60°において撮影電圧では60～69 kV、撮影電流では300～399 mA、1フレームあたりの撮影時間では4.0～4.9 msec、I.I. サイズでは7.0～7.9インチがそれぞれ多い数を占めていた(Fig. 10)。また、フレームレートでも50～69フレーム

Fig. 7 About how many images per second were obtained regarding digital left ventriculographies of infants. 33 responses were valid.

Fig. 8 On tube amperage regarding adult cineradiographies.

Fig. 9 On tube amperage regarding adult fluoroscopies.

ムが、RAO 30° (67% 42施設) および LAO 60° (68% 40施設) とも多い件数を占めた。

3.5.2 透視条件 (小児) について (Fig. 11)

透視時の管電圧では60 kV 台が多く、管電流は1.0 mA 台、透視時間は10分台の施設が多かった。また、小児領域への IVR の影響と思われる透視管電流の大きい施設や透視時間が30分以上という施設も数施設あり、小児の医療被曝上、問題とすべき内容が示された。

3.5.3 シーンタイム (小児) について (Fig. 12)

小児におけるシーンタイム (1 回造影時のシネ連続撮影時間) は、左心室造影、冠動脈造影、主肺動脈造影、右心室造影の 4 造影とも 5.0 sec~10 sec の間で造影されている施設が多かった。もっとも長く造影している施設は20秒で 3 件ほどあったが、これらの施設では、装置の定格いっぱいまで撮影している可能性があり

Fig. 11 Dose of fluoroscopic exposure of the cardiac angiography for infants.

- (a) Average tube voltage for fluoroscopy.
- (b) Average tube amperage for fluoroscopy.
- (c) Average time for fluoroscopy

注意が必要であろう。また、主肺動脈および右心室等の右心系造影が3.5 sec 以下という施設が数施設あり、これらの施設では、逆に小児の心カテにおける循環状態を撮影するにはシーンタイムが

Fig. 10 About the conditions of the cardiac angiography for infants.

- (a) Average tube voltage for cineradiography.
 (b) Average tube current for cineradiography.
 (c) Average exposure time for cineradiography.
 (d) Image size for cineradiography.

Fig. 12 On scene time of each injection regarding pediatric cardiac angiography.

不十分と思われる。

3.6 現像処理

3.6.1 自家現像している施設数について

自施設でシネフィルムの現像（自家現像）を行っている施設は、前回85.1%（127施設）から今回、95.3%（205施設）に増加した。

この理由として①外注処理の画質への自由度に不満を持っていること、②自動補充機構などの機器改善や処理液の安定性向上による現像処理の液管理が安定してきていること、③フィルム処理液の種類が増え、ユーザーの好みの画質づくりが可能となってきたこと、④現像の処理法、管理法などの教育、研修が全国的に普及され、研究会活動の成果が表われてきたこと⑤現像処理系の技術

Fig. 13 About the temperature of developer used for cinefilm processing.

Fig. 14 Average grandient of cinefilm.

情報が行き届くようになったこと、などが考えられる。

3.6.2 シネフィルムの使用量について

1検査に使われる患者1人当たりのシネフィルムの使用量は、200 feet 以上、350 feet 未満の施設が約60% (115施設) を占めた。これは、総撮影回数が減ったことや低速レートの撮影に伴って、1検査に使われる患者1人当たりのシネフィルムの使用量が減少しているものと思われる。

3.6.3 現像温度について (Fig. 13)

前回の調査と比較して、現像温度は高温処理の方向に移動した結果を示した。これは、最近の低感度微粒子タイプのシネフィルムの登場によって現像温度が高温処理に移行したか、あるいは高温・高速処理によって短時間にシネ画像を臨床に提供したいというユーザーの意志が反映した結果ではないかと推定する。

3.6.4 平均階調度について (Fig. 14)

平均階調度 ($\bar{G}$) は、1.4~1.8の間が約80% (158施設) を占めていた。シネフィルムの感度や階調は、各施設で使用しているシネフィルムの種類や装置の出力の違い、あるいはデジタル画像との関連などから多様な現像処理特性を示すものと思われたが、比較的限られた平均階調度の範囲で現像処理がなされている実態が明らかとなった。この平均より外れた処理を行っている施設としては、極端に階調度が低い施設 ($\bar{G}=1.1\sim 1.3$, 17施設, 約11%) と極端に高い施設 ($\bar{G}=1.9\sim 2.1$, 15施設, 約9%) があった。階調度が低い施設は、デジタルシネ画像との画質の関連が考えられ、階調度が高い施設は画像観察システムとの関連が考えられそれらを考慮しなければならない。

4. ま と め

機器管理は、管理用ファントムを30%の施設でしか保持してお

らず、定期点検の実施状況と考えあわせるとまだ不十分な実態と言える。

デジタルシネ装置に関しては、今やIVRにはなくてはならない機能となっているが、さらに信頼性を高めもつと普及させるためには保存用記録メディアのデータフォーマットの統一性やその記録容量、操作性、価格面、診療報酬等の諸問題が解決されることが必要と思われる。

小児シネ撮影は、特に透視時間や撮影のシーンタイムに対して医療被曝の見地から一考を要すると思われる。

装置容量とX線入射線量の実態では、撮影管電流が前回よりも高い電流を使用している施設が増えており、今後さらに大電流の装置が導入されていくだろうと言われている⁷⁾。しかし、IVRに対する使用や装置の容量アップと共にX線入射線量の増加も危惧されており、被曝線量には十分に留意すべきであろう。

現像処理系の実態では、自施設で現像を行なう施設が前回より増加傾向にあり、シネフィルムの現像処理技術や知識の向上等が進んだ結果と思われる。

今回のアンケートの結果、心臓カテーテル検査の時間外・休日検査は心カテ室の専任技師がオンコールで応需している施設が大半であるという実態が明らかとなり、一般的にシネ撮影業務が専門性の高い業務であると認識されていることが裏付けられた。今後、担当技師の教育のあり方を考える上で基礎になるものと考えらる。

5. 謝 辞

アンケート調査にご協力頂きました全国各施設に深謝申し上げます。また、研究員の活動に特段のご配慮を賜った各施設の技師長はじめスタッフの方々そしてご指導いただいた埼玉県立小児医療センター放射線部前技師長橋本宏氏に深く感謝申し上げます。なお、本論文の要旨は、第49回総会および第21回秋季学術大会において発表したものです。最後に本研究は、日本放射線技術学会東京部会の「研究テーマ助成金」を受けて行うことができ、日本放射線技術学会東京部会長はじめ関係各位に厚くお礼を申し上げます。

6. 文 献

- 1) 相澤忠範：PTCAの現況と今後の動向。シネ撮影研究，9，12-15，(1993)。
- 2) 三和秋雄：シネフィルムレス化の現状と展望。全国シネ撮影技術研究会誌，4，79-92，(1992)。
- 3) 中澤靖夫，加藤京一，山本桂一，他：心臓カテーテル検査の実態と被曝線量測定。シネ撮影研究，7，3-17，(1991)。
- 4) 佐藤次男，佐藤律夫，若松 修，他：シネ撮影用総合ファントムの作製。日放技学誌，36(12)，1396-1428，(1989)。
- 5) 鍋倉良三：先天性心疾患とデジタル画像の取り込み技術について。全国シネ撮影技術研究会誌，5，91-96，(1993)。
- 6) 増田和浩：循環器系X線撮影システムの進歩。映像情報，1，56-61，(1991)。
- 7) 宮崎 茂，原 孝光，松谷一雄，他：インバータ式X線装置の短時間特性。日放技学誌，50(4)，497-504，(1994)。