The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	胸部撮影におけるCRシステムおよび増感紙フィルムシステムの入射表面線量の検討と撮影条件の解析
Author(s)	森, 剛彦; 武藤, 裕衣
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 2000, 60(14), p. 863-867
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18585
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

胸部撮影におけるCRシステムおよび増感紙フィルムシステムの入射表面線量の検討と撮影条件の解析

森　剛彦[1)]　武藤　裕衣[2)]

1)鈴鹿医療科学大学保健衛生学部放射線技術科学科　2)鈴鹿医療科学大学大学院保健衛生学研究科

A Study of Entrance Surface Dose with CR and Film/Screen Systems, and Analysis of the X-ray Conditions for Chest Radiography

Takehiko Mori[1)] and Hiroe Muto[2)]

Several previous studies have indicated that the medical exposure dose (entrance surface dose) is lower with Computed Radiography (CR) than with the Film/Screen (F/S) system. We conducted a questionnaire survey of 1,297 hospitals regarding the radiation exposure conditions of X-ray examinations. From the survey results, we calculated the entrance surface dose (first quartile, median, third quartile, and mean) using the NDD calculation method.

In the case of chest radiography (adult patients) by CR, the entrance surface dose was 150% of the median value for the overall examination and 160% of the median value for orthochromatic screen systems. The CR exposure set-up using a lower voltage and higher mAs than the F/S method was found to result in a high entrance surface dose. We also found a difference in patient dose among hospitals using CR. Mean surface dose in CR system was 0.12 mGy in a quartile, 0.19 mGy in the middle and 0.27 mGy in the third quartile.

A mong the haspitals which showed higher doses of third quatile them above mentioned, dose defferences of a quartile were distributed 2 to 10 times higher them mean expoure doses.

Research Code No.: 302.1

Key words: *Medical exposure, Chest radiographs, Computed radiography, Entrance surface doses, Radiographic condition*

Received Mar. 9, 2000; revision accepted Sep. 14, 2000

1) Department of Radiological Technology, Faculty of Health Science, Suzuka University of Medical Science

2) Graduate School of Health Science, Suzuka University of Medical Science

別刷請求先
〒510-0293　三重県鈴鹿市岸岡町1001-1
鈴鹿医療科学大学保健衛生学部放射線技術科学科
森　剛彦

緒　言

コンピューテッドラジオグラフィ(以下，CRシステム)による被曝線量については，過去のいくつかの研究論文において，CRシステムを使用することにより通常の増感紙フィルムシステム(以下，F/Sシステム)に比べて，被曝線量は1/2から1/10となり，大きく被曝低減ができると報告している[1)-6)]．

しかし，われわれの事前のいくつかの医療施設に対する聞き取り調査では，医療現場において，CRシステムの使用が必ずしも被曝低減につながっていない施設も多いようである．CRシステムの被曝線量は，大人胸部，腹部撮影ではF/Sシステムと同程度で，小児胸部，腹部撮影およびポータブル撮影では，再撮影を避けるため，逆に被曝線量が多くなっているのではないかという施設もある．

そこで，CRシステムと増感紙フィルムシステムの全国医療機関の撮影条件を調査し，NDD表面線量簡易換算法(以下，NDD法)[7),8)]によって，胸部撮影の被曝線量を算出し，CRシステムが被曝低減につながっているかどうかを再検討する．

特に，胸部撮影は胸部スクリーニング検査として，撮影頻度が他の撮影部位に比べて高い．

そこで，胸部撮影条件の使用状況および撮影条件と被曝線量との関連について解析し，CRシステムおよびレギュラー，オルソ系のF/Sシステムの被曝線量について検討する．

方　法

各施設の胸部撮影等について装置電源，管電圧，管電流，撮影時間，撮影距離，固有フィルタ，付加フィルタ，グリッド，増感紙およびフィルムに関するアンケート調査を，1995年に日本放射線技師会会員名簿から，無作為抽出した2,000施設について行い，1,297施設より回答を得た．回収率は，64.9%であった．全国調査のサンプリング誤差は，2.5%以内，アンケート記入誤差による線量の推定誤差は6.5%以内，およびNDD法による入射表面線量推定誤差は18%以内であると推定された．そのなかで，胸部撮影についての1,224施設の撮影条件の調査結果から，森らのNDD法

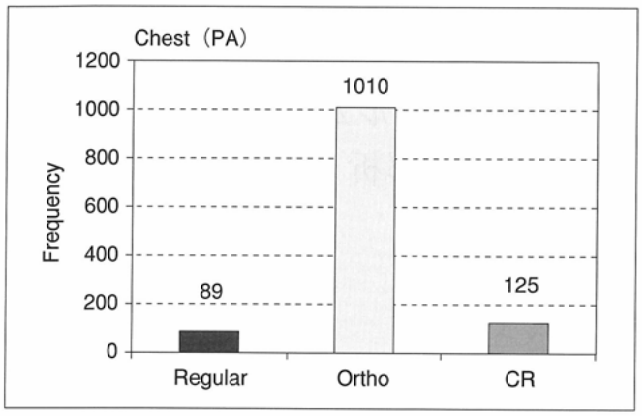

Fig. 1　Histograms of screen types used in selected medical facilities in Japan.

(Original)[7]を改良した佐藤らのNDD法(Modify)[8]を用いて患者の入射表面線量を算出し，胸部撮影におけるCRシステムおよびF/Sシステム(レギュラー系，オルソ系)の入射表面線量を検討し，さらに，被曝低減を目的として，CRシステム，F/Sシステム(レギュラー系，オルソ系)の使用状況および管電圧，mAs値，総濾過，CRおよびF/Sシステム感度等の撮影条件を比較し，被曝線量との関連について定量的な解析を行う．

結　果

1．CRシステム，F/Sシステム(レギュラー系，オルソ系)の使用状況

胸部正面撮影では，レギュラー系増感紙使用89施設(7.3%)，オルソ系増感紙使用1,010施設(82.5%)，CRシステム使用125施設(10.2%)であり(Fig. 1)，オルソシステムが最も使用されていた．CRシステムは全体の約1割程度の施設で使用されている．

2．CRシステム，F/Sシステム(レギュラー系，オルソ系)表面線量の比較

(1)Fig. 2(A)～(C)に胸部正面撮影におけるレギュラー系使用施設，オルソ系使用施設，CRシステム使用施設の線量分布を示す．得られた分布から，四分位法により入射表面線量の1/4値，中央値，3/4値を求めた．

その結果，レギュラー系の入射表面線量1/4値は0.13mGy，中央値0.18mGy，平均値0.22mGy，3/4値0.25mGy，オルソ系の入射表面線量1/4値は0.09mGy，中央値0.12mGy，3/4値0.17mGy，平均値0.21mGy，CRシステムの入射表面線量1/4値は0.12mGy，中央値0.19mGy，平均値0.25mGy，3/4値0.27mGyであった．

Fig. 3に示すように各システムの入射表面線量について対数正規分布を仮定し中央値を比較したところ，レギュラー系0.18mGy，オルソ系0.12mGy，CRシステム0.19mGyであり，CRはオルソ系と比較して約1.6倍，レギュラー系とは同程度であった($P < 0.05$)(検定はSPSSを用いノンパラメトリックで行った)．

同様に表面線量1/4値，3/4値，平均値を比較したところ，平均値，各四分位値でもCRの入射表面線量はオルソ系と比べて高かった(Table 1)．

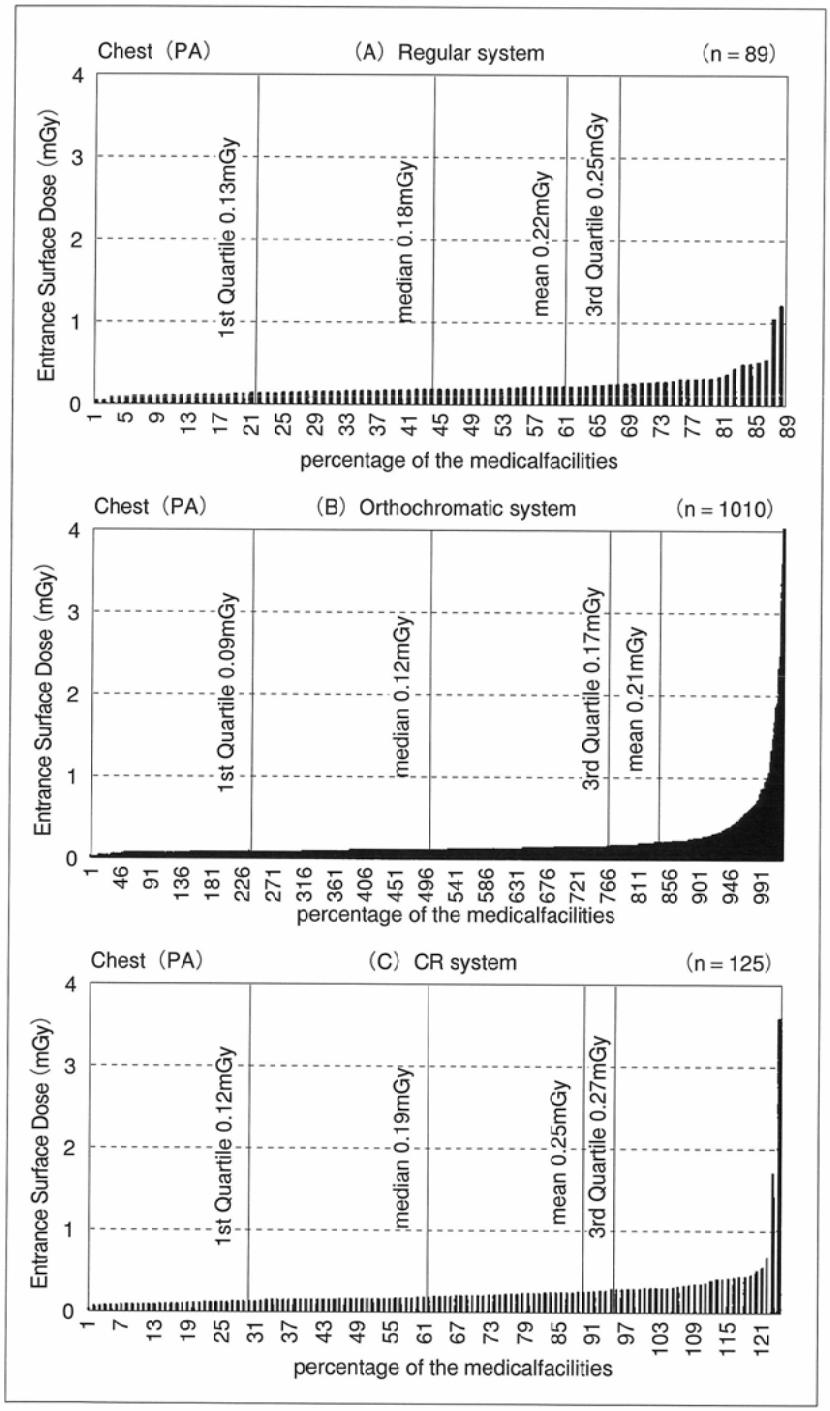

Fig. 2　Distribution of entrance surface dose calculated using the NDD method based on technical factors.
A: Regular system.
B: Orthochromatic system, C: CR system.

Table 1　Comparison of entrance surface doses among screen types

	Regular (mGy)	Ortho (mGy)	CR (mGy)	All systems (mGy)
1st quartile	0.13	0.09	0.12	0.09
median	0.18	0.12	0.19	0.13
3rd quartile	0.25	0.17	0.27	0.20
mean	0.22	0.21	0.25	0.22

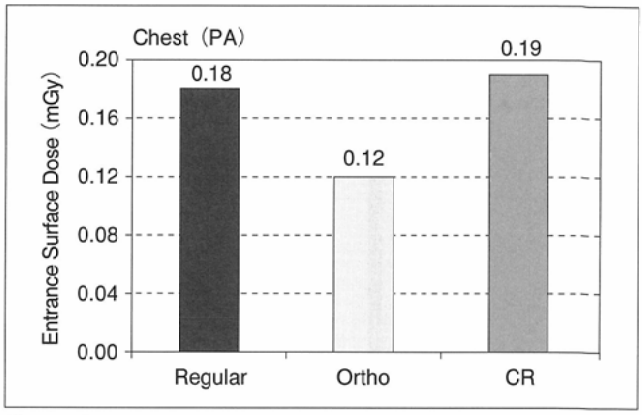

Fig. 3　Comparison of the median of entrance surface doses among screen types.

また，胸部正面撮影全体(1,224施設)の入射表面線量の1/4値は0.09mGy，中央値は0.13mGy，3/4値は0.20mGy，平均値は0.22mGyであり，CRの中央値は胸部撮影全体の中央値の約1.5倍であった．

(2)CRシステム使用施設間の線量差について，1/4値と3/4値を比較するとその差は約2倍強となった．また，3/4値以上の表面線量を示す高線量施設の場合，表面線量が1/4値の2～10倍となり，施設間の格差が生じている．

3．CRシステム，F/Sシステム(レギュラー系，オルソ系)の撮影条件の比較

次に，CRシステムの表面線量を高くしている要因を明らかにするため，システム間の使用撮影条件を比較した．

①管電圧

胸部正面撮影の管電圧使用状況をFig. 4に示す．

臨床で最も使用されている管電圧はCR，オルソ系，レギュラー系全て120kV(42.0%)であった．

しかし，F/Sシステムは120kVを境として高kV側，CRシステムは低kV側の使用が多く，F/Sシステムは，80～110kV 28.5%，130～150kV 29.0%，CRは80～110kVの低kV側が48.0%，130～150kVの高kV側が17.5%であった．

②mAs(管電流撮影時間積)

Fig. 5に胸部正面撮影のmAs使用状況を示す．

臨床で最も使用されているmAs値は，CR，オルソ系，レギュラー系全て4mAsであった．

F/Sシステムに比べ，CRシステム使用施設のmAs値は全体に高いmAs側に分布しており，F/Sシステムでは4mAsを境とすると，0.1～3.0mAsの使用が49.5%，6～40mAs 28.0%，CRは0.1～3.0mAs 29.0%，6～40mAs 46.0%であった．

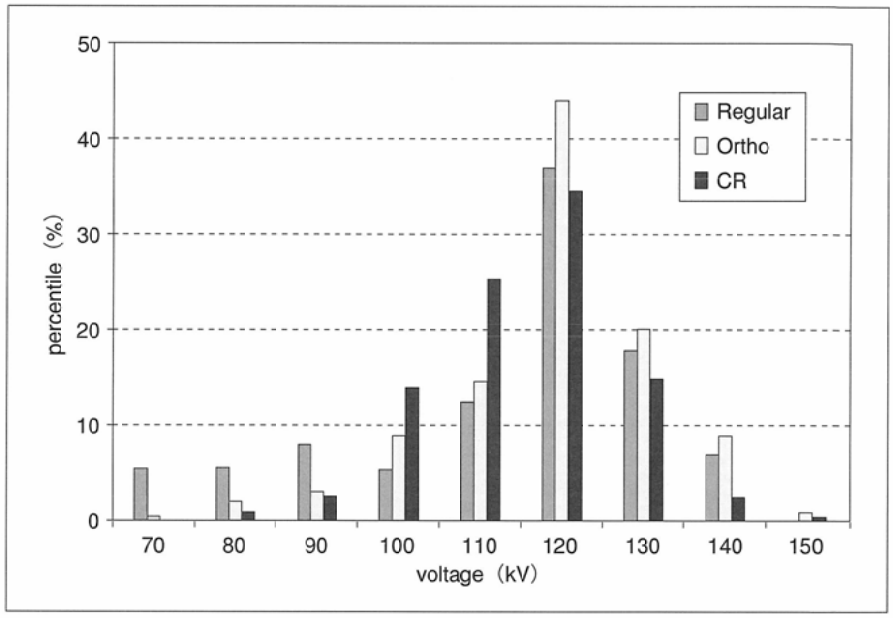

Fig. 4　Distributions of voltages.

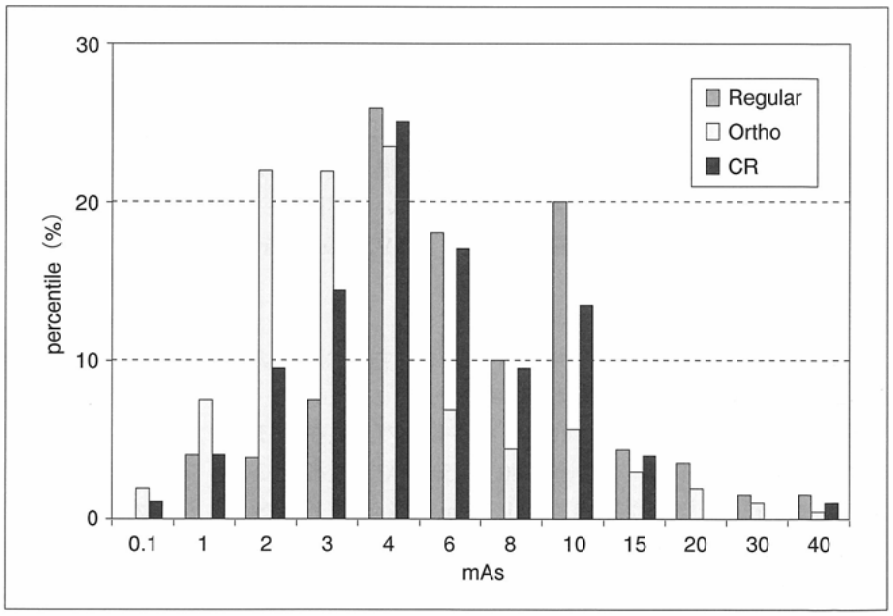

Fig. 5　Distributions of mAs.

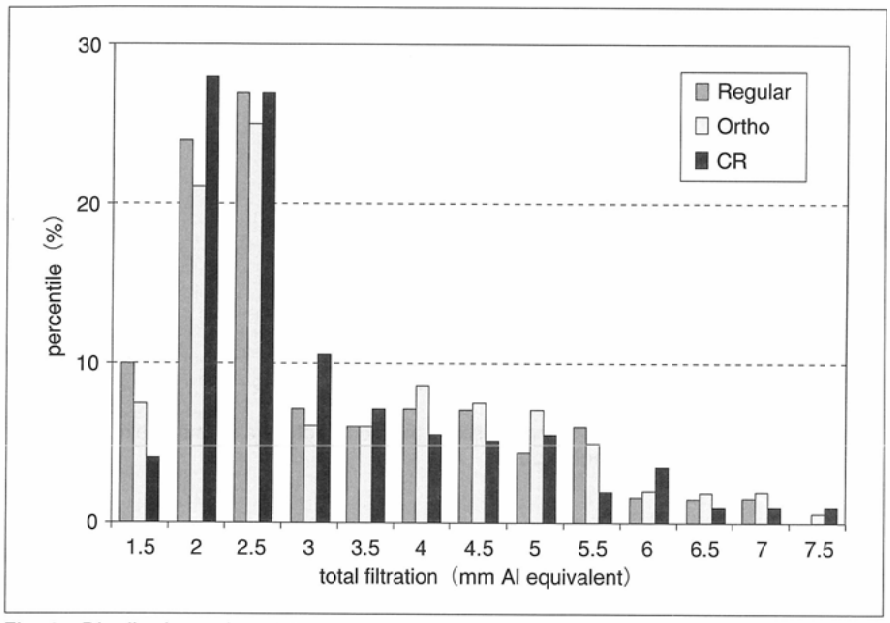

Fig. 6　Distributions of total filtration.

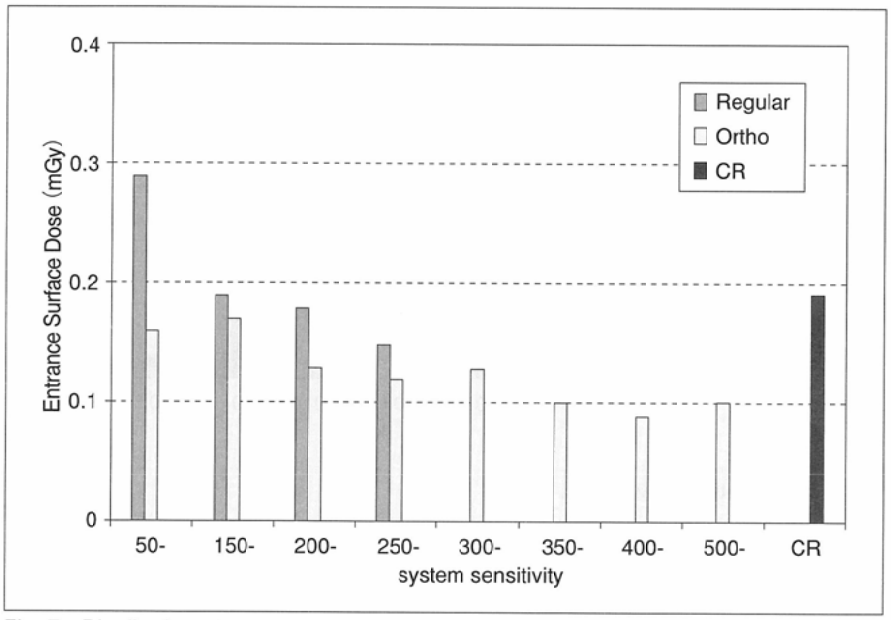

Fig. 7　Distribution of entrance surface doses classified by system sensitivity.

したがって，CRシステムは低kV，高mAsの撮影条件が設定されており，これが，CRが高線量となっている要因の一つとして挙げられ，特に高線量施設ほど，低kV，高mAsを使用していた．

③総濾過

胸部正面撮影の総濾過使用状況をFig. 6に示す．総濾過は2.0mm～2.5mmAl当量の使用が最も多い．

X線管の固有濾過は規定されていないものの，現在のほとんどのX線管自体の固有濾過は1.0～1.5mmAl当量程度であり，可動しぼりの固有濾過は1.5mmAl当量以下(JIS 24712)，総濾過は2.5mmAl当量以上(JIS 4701)と規定されている．そのため付加フィルタを付けなくても規定を満たしていることから付加フィルタを使用していない施設が比較的多いと推定できる．

④CRおよびF/Sシステム感度

胸部正面撮影におけるF/Sシステム感度別の入射表面線量中央値とCRシステムにおける入射表面線量中央値を比較した(Fig. 7)．

CRシステムの表面線量中央値は0.19mGyであることから，CRシステムの表面線量は，レギュラー系，オルソ系の感度150の低感度システムの表面線量と同程度であった．したがって，CRシステムの使用が被曝低減につながっていない．

考　察

CRシステムによる患者の被曝線量について，櫻井ら[1]は胸部64例についてCRを用いた低線量撮影の検討を行って，胸部健康診断の目的には通常の増感紙－フィルム(LT II増感紙/RXフィルム)の組み合わせの1/5程度が妥当とし，古屋ら[2]は，Hi-Screen，STD増感紙/RXフィルムに対し，臨床上1/2程度は確実に，1/5程度でもほぼ問題なく利用できると述べている．松原ら[3]は，Hi-Screen STD増感紙/Aフィルムの組み合わせと比べて約1/7の線量までは，診断に支障を感ずるほどの画質の低下を来たさないと報告し，西谷ら[4]は，排泄性尿路造影においてKH希土類増感紙/AOフィルムの組み合わせに対して，1/2線量までは画質的に全く変わらない画像が得られ，1/8線量までは，診断可能な鮮明な画像を得たと報告するなど，CRシステムを利用することにより，通常のF/Sシステムに比べて，被曝線量を大きく低減できると報告しており[5),6)]，CRシステムは，その設定によって被曝線量を低減させることが可能である．

CRシステムでは，イメージングプレートの輝尽発光量の程度を示す尺度としてのS値，すなわち，F/Sシステムの感度と同様に解釈されるS値が用いられ，施設あるいは診断医によっても異なるが，胸部診断が可能なS値は400になるようにキャリブレーションされているが，S値を上げ，400以上に設定すると少ない線量で撮影することが可能である．しかし，それに伴って画像の粒状性が悪くなり，胸部撮影など撮影部位によっては臨床診断に支障となることが考えられるため，各施設において画質と被曝線量について検討する必要がある．ところが，CRシステムを導入時にその撮

影条件はおおむねF/Sシステムを使用していた時の条件をそのまま受け継いでいるようである．さらに，再撮影を避けるため，または高画質化を求めるあまり画質とCRの特性からover exposure側に撮影条件を設定している可能性が大きい．また，メーカーから提出された条件をそのまま使用していることも考えられる．

全国1,297施設のアンケート調査の回答から，胸部撮影におけるCRシステムの撮影条件の使用状況は，その画質とCRの特性から，F/Sシステムに比べ，低kV側，高mAs値に設定されており，これがCRが高線量となっている要因の一つであり，高線量施設ほど，低kV，高mAs値を使用していることが明らかとなった．

NDD法によって計算したCRシステムの入射表面線量の中央値は，0.19mGyであり，レギュラー系が0.18mGy，オルソ系が0.12mGyと，オルソ系の中央値の1.6倍，胸部正面撮影全体の中央値の1.5倍と，現状においては胸部撮影におけるCRシステムの使用が被曝低減につながっていない．

CR施設間の線量差は3/4値以上の入射表面線量を示す高線量施設の場合，1/4値の2～10倍となり，施設間の格差が生じており，3/4値まで下げることにより被曝線量低減を図ることができる．

医療の現場において，CRシステムによる被曝低減を実現するためには，臨床診断に支障のない画質を維持しつつ，被曝低減を図るための画像処理を含めたCRシステムの撮影条件の最適化が求められている．

結　論

1)胸部正面撮影においてオルソ系が82.5％と最も多くの施設で使用され，CRは約10％の施設で使用されていた．

2)胸部正面撮影の入射表面線量についてNDD法で計算し，それを四分位法により評価した結果，CR胸部正面撮影の中央値は，胸部撮影全体の中央値の1.5倍，オルソ系中央値の1.6倍，レギュラー系と同程度であり，CRの使用が被曝線量の低減につながっていない．

3)CRシステムの撮影条件の使用状況は，F/Sシステムに比べ，低kV側，高mAs値に設定されており，これがCRが高線量となっている要因の一つである．

4)CRシステムの入射表面線量中央値は，F/Sシステムの感度150，低感度システムの表面線量に相当した．

5)CRシステムの入射表面線量は，1/4値で0.12mGy，中央値で0.19mGy，3/4値で0.27mGyであり，CR使用施設間の線量差は，1/4値と3/4値を比較すると2倍強となった．また，上記の3/4値以上の入射表面線量を示す高線量施設の場合，入射表面線量が1/4値の2倍～10倍となり，施設間の格差が生じており，それらの施設を3/4値まで下げることにより被曝低減を図ることができる．

謝辞

本研究にあたり，資料およびご助言を賜りました鈴鹿医療科学大学　山本洋一教授に深甚なる謝意を表します．さらに，本研究の遂行にあたり，アンケート調査にご協力いただきました全国の診療放射線技師の皆様方に深く感謝いたします．

文　献

1) 櫻井賢二，蜂屋順一，是永健雄，他：ディジタル化胸部撮影について．日本医放会誌　44：11–22，1984
2) 古屋儀郎，若狭勝秀，関　恒明，他：FCRの臨床．画像診断 4 suppl.1：46-52，1984
3) 松原一仁，佐久間貞行，岡江俊治，他：Computed radiography の臨床応用と問題点．日本臨床　41：1492–1501，1983
4) 西谷　弘，鬼塚秀雄，川平幸三郎，他：FCRの臨床．画像診断　4 suppl.1：41–45，1984
5) 大塚嘉則，田中　正，磯辺啓二郎，他：デジタル化線量脊柱X線撮影の臨床検討．日本整形外科学会誌　59：号外，158，1985
6) M.S.Kogutt, Jerep. Jones, D.D.Perkins, et al: Low-dose digital computed radiography in pediatric chest imaging. A J R 151: 775–779, 1988
7) 日本医学放射線学会・放射線防護委員会報告：ガイダンスレベルの導入に必要なX線撮影の患者線量の評価の研究－TLDによる入射表面線量の直接測定による調査－．日本医放会誌 60：396– 405，2000
8) 森　剛彦，武藤裕衣，佐藤　斉，他：X線診断撮影条件の調査に基づく被曝線量とわが国におけるガイダンスレベルの提案．日本医放会誌　60：389–395，2000