



Title	CRT画像における胸部ファントム腫瘤影の存在診断能について-フィルムスクリーン画像・FCRハードコピー像との比較-
Author(s)	孫田, 誠三
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1989, 49(8), p. 1038-1046
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19748
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

CRT 画像における胸部ファントム腫瘤影の存在診断能について

—フィルムスクリーン画像・FCR ハードコピー像との比較—

日本医科大学放射線医学教室（主任：恵畠欣一教授）

孫 田 誠 三

（平成元年3月17日受付特別掲載）

（平成元年6月17日最終原稿受付）

Pulmonary Nodule Detection of Chest Phantom with CRT Images —Comparison with Conventional Radiography (Film-Screen system) and FCR Hardcopy—

Seizou Magota

Department of Radiology, Nippon Medical School

(Director: Prof. Kin-ichi Ebata)

Research Code No. : 208.1, 500.9

Key Words : *Digital radiography, Chest phantom,
Image processing, CRT (monitor) display,
ROC curve*

Conventional Radiography, Fuji Computed Radiography (FCR) hardcopy and CRT images were evaluated about the detectability of pulmonary nodule using the chest phantom. Conventional and digitized chest radiographs (FCR) were used, including 45 normal cases and 45 abnormal cases with a variety pulmonary nodule. Observer performance tests were conducted to compare the effects on diagnostic accuracy of Conventional Radiography, FCR hardcopy and CRT images, and diagnostic accuracy was determined with receiver operating characteristic (ROC) analysis. ROC study was performed in which six radiologists were asked to locate nodule on three modalities. Two CRT monitors were used to observed CRT images. The left side CRT monitor was divided into two parts and displayed two images which were done as same image processing as FCR hardcopy. The right side CRT monitor was divided into four parts and displayed four images as a subsidiary diagnosis. The upper two images were displayed to diagnose the nodule of cardiac and diaphragmatic area, and lower two images were displayed to diagnose the nodule of the lung field.

The results were summarized as follows:

- 1) CRT images were superior in sensitivity (78.5%) to the others, and FCR hardcops were superior in specificity (95.9%).
- 2) About the accuracy of 5 and 8 mm in diameter nodule detection, there was no significant difference among three modalities.
- 3) Diagnostic accuracy of 3 mm in diameter nodule detection was significantly greater with digitized radiographs (FCR 44.4%, CRT images 54.4%) than with conventional radiograph (17.7%).
- 4) CRT images will have a significant clinical application for nodule detection, since the right side CRT monitor that displayed four images were useful for nodule detection, especially on the 116 cases (54.7%) in 212 correct cases.

I. 緒 言

Fuji Computed Radiography (以下 FCR) の開発により、近年、X線単純撮影においても、デジタル画像が導入され、臨床面において、幅広く利用されるに至っている。その特性は広く論議され、その有用性について、様々な検討がなされ、報告されている^{1)~7)}。

一方、1982年にDwyerら⁸⁾によりpicture archiving and communication system(以下 PACS)提唱され、各種デジタル画像を、磁気ディスクや光ディスクなどに保管蓄積し、患者情報として重要な画像情報を管理するシステムが開発されている⁹⁾。本邦においても1974年に、飯沼により医用画像処理システムが提唱され¹⁰⁾、1983年頃より、PACSへの関心が高まり、医用画像の管理についての報告が散見され^{11)~13)}、単純撮影のデジタル化なしに本格的なディジタル医用画像の時代は到来しないとの考え方も提唱されている⁹⁾。

本研究は、フィルムレス診断にむけ、Cathod ray tube (以下 CRT) 画像の評価を目的とし、TDF-500A (東芝製) を用いて CRT の画像表示法に関して検討し、ファントムを用いた胸部単純写真の腫瘍影の存在診断能に関し、CRT 画像、FCR ハードコピー像、フィルムスクリーン画像 (F-S 系) 三者を、腫瘍影の大きさ、存在部位別に比較検討した。

II. 対象および方法

1. 使用装置

X線発生装置は、イメージングプレート、F-S 系とともに、日立 DH-158を使用し、CR201(富士写真フィルム製)にて、FCR ハードコピー像を得た。一方、画像蓄積装置は、CR201と接続した TDF-500A を使用し、イメージングプレートより得た画像を CRT に表示した。尚、CRT モニターは、20inch、走査線数1635本、表示画素数は、1024×1024、階調を8bit で示した。

2. 読影フィルムの作成

胸部ファントム (アメリカ製・ヒューマノイド社ラングチェストファントム) 背面に、3mm、5mm、8mm 径の三種類のアクリル樹脂製ビーズ玉をラードにて貼布し、後前方向にて撮影した。

アクリル樹脂製ビーズ玉は、肺野、肋骨と重なる部、心陰影と重なる部及び左右横隔膜下、計 5 カ所に、撮影ごとに 1 個づつ入れた。撮影条件は、イメージングプレート、フィルムとともに、120KV、300mA、0.025sec、FFD200cm にて撮影した。F-S 系では、フィルムに HR-C を用い、増感紙に G₃ を使用した。すなわち、HR-C、G₃ の組合せより得られた F-S 系と、イメージングプレートより得られた FCR ハードコピー像、CRT 画像の各群について

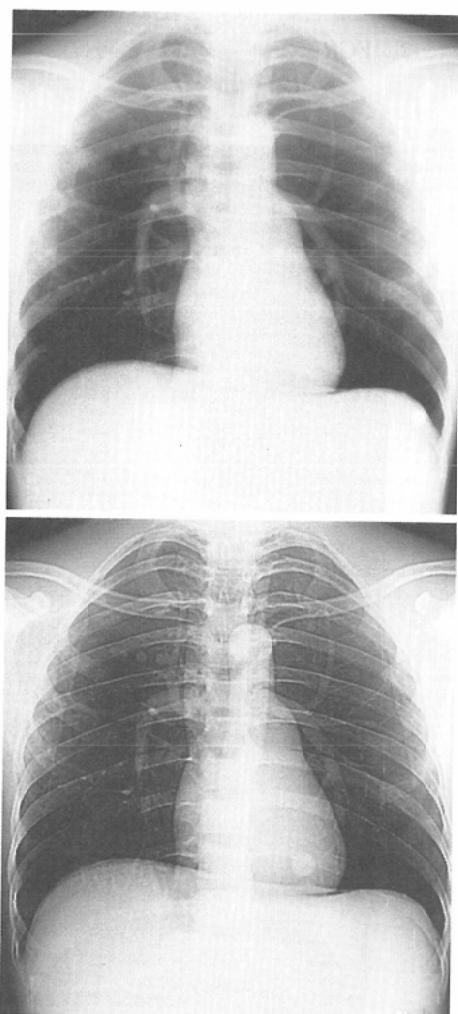


Fig. 1 Two images displayed on the left side CRT. Upper image was processed using as same method as with left image of FCR hard copy. Lower image was processed as with right image of FCR hard copy.

て、上記の疑似影を含む45例と含まない45例の計90例を1セットとした。

3. 画像表示

FCR ハードコピー表示は、左画像(階調処理画像)は、G0.8E #1.6+0.00 L2.4 R4 R0.5 S210 (GT=E, GA=0.8, GC=1.6, GS=0.0, RT=R, RE=0.5, RN=4) (注)とし、右画像(周波数処理画像)は、G0.9A #1.5-0.20 L2.4 R4 R5.0 S210 (GT=A, GA=0.9, GC=1.5, GS=0.2, RT=R, RE=5.0, RN=4)とした。CRT 画像表示は、2台のCRTを左右に並べ、左側CRTには、FCR ハードコピー像と同じ処理条件

の2つの画像を、上下2分割として表示した(Fig. 1)。

1)。右側CRTは4分割とし、上段左側には階調処理 (GT=A, GA=0.9, GC=1.5, GS=2.0) を変化させた画像を表示し、右側には更に周波数処理 (RE=3.5) を施した画像を表示した。また、下段左側には、左側CRT上段画像の反転像 (GA=-1.8) を、下段右側には、更に周波数処理 (RE=3.5) を施した画像を表示した(Fig. 2)。以上2台のCRTを用い、計6画像を読影室の照度を約30ルックスにして観察した。

(注) GT: Gradient Type, GC: Gradient Center, GA: Gradient Angle, GS: Gradient

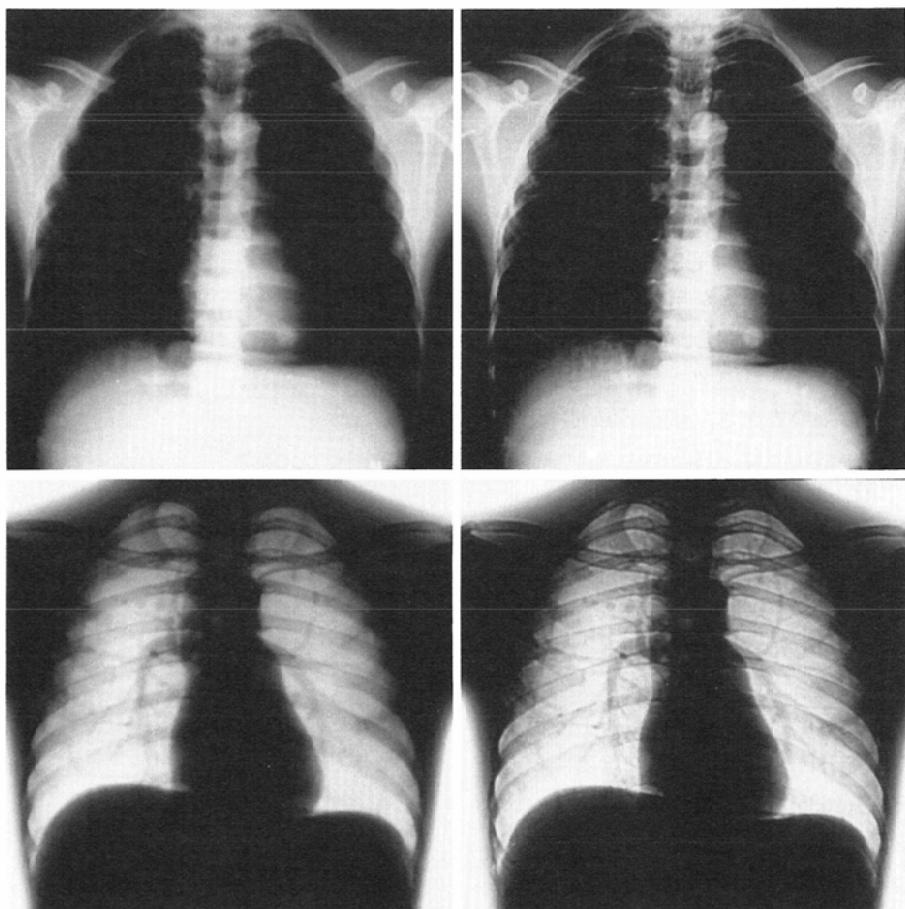
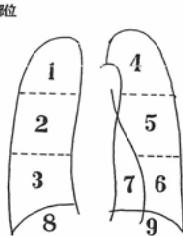


Fig. 2 Four images displayed on the right side CRT. The upper two images were displayed to detect the nodule overlapping with the cardiac and diaphragmatic area, and the lower two images were displayed to detect the nodule in the lung field.



- 診断基準

 1. 結節影は絶対に存在しない。
 2. 結節影は存在しないであろう。
 3. わからない、どちらとも言えない。
 4. 結節影が存在するかもしれない。
 5. 結節影は絶対存在する。

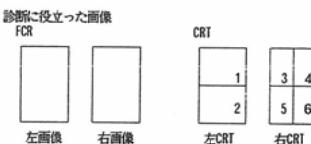


Fig. 3 Work sheet for observation with conventional radiography, FCR hard copy and CRT images that used in this study

Shift, RT: Response Type, RE: Response Enhancement, RN: Response Rank¹⁴⁾

4. 画像評価法

読影者は、経験年数6～16年の栃木県立がんセンター画像診断部在籍ないし在籍した医師6名により行った。読影時間は、特に制限をもうけなかつたが、一症例約5～15秒程度であった。Fig. 3に読影表のワークシートを示す。FCR ハードコピー像、CRT 画像に関しては、診断に有用であった画像を記載した。尚、部位の診断も含めて、診断基準3以上のものを true positive とし、それぞれの sensitivity, specificity, 及び画像における視覚特性計測に有用と思われる¹⁵⁾Receiver Operating Characteristic (ROC) 曲線を作成した。

III. 結 果

Table 1に、6名の医師別の読影結果を示す。sensitivityはCRT画像(78.5%)がspecificityは、FCRハードコピー像(95.9%)が最もまさっていた。Table 2はビーズ玉の大きさ別(3mm, 5と8mm径)にsensitivityを示したものである。3mm径においては、F-S系は他群に比べ、著しく低値を示したが(17.7%)、5と8mm径において

Table 1 Results of Sensitivity/Specificity Analysis

Radiologists	F-S system	FCR hardcopy	CRT
Sensitivity (n=45)			
1	0.644	0.822	0.778
2	0.756	0.711	0.844
3	0.778	0.844	0.933
4	0.667	0.689	0.600
5	0.600	0.733	0.756
6	0.667	0.733	0.800
Average	0.685	0.756	0.785
Specificity (n=45)			
1	0.899	0.978	0.822
2	0.822	0.933	0.911
3	0.956	1.000	0.956
4	0.844	1.000	0.956
5	0.800	0.911	0.956
6	0.733	0.933	0.978
Average	0.844	0.959	0.930

は、F-S 系が最も高く (93.9%), FCR ハードコピー像 (91.1%), CRT 画像 (90.6%) の順であった。しかしながら、各群の間に有意差はみられなかった。Table 3 に、肋骨と重なる部、重なりを除く肺野、心、横隔膜と重なる部の sensitivity を、

Table 2 Results of Sensitivity Analysis, according to Size and Modalities

Size/Modalities	Average
§ 3mm	(n=90)
F-S system	17.7%
FCR hardcopy	44.4
CRT	54.4
§ 5, 8mm	(n=180)
F-S system	93.9%
FCR hardcopy	91.1
CRT	90.6
§ Average	(n=270)
F-S system	68.5%
FCR hardcopy	75.6
CRT	78.5

Table 3 Results of Sensitivity Analysis according to Size, Modalities and Location of Nodule

Size/Modalities	costal area	mid lung	cardiac and diaphragmatic area
§ 3mm	(n=18)	(n=18)	(n=54)
F-S system	11.1%	38.9%	13.0%
FCR hardcopy	0	77.8	48.1
CRT	38.9	88.9	48.1
§ 5, 8mm	(n=36)	(n=36)	(n=108)
F-S system	100 %	97.2%	90.7%
FCR hardcopy	91.7	97.2	90.7
CRT	97.2	100	85.2
§ Average	(n=54)	(n=54)	(n=162)
F-S system	70.4%	77.8%	64.8%
FCR hardcopy	61.1	90.7	76.5
CRT	77.8	96.3	72.8

Table 4 Rating of 90 cases (6 observers)

Modalities	True Nodule Status	Rating					n=270
		Definitely Nodule(-) (1)	Probably Nodule(-) (2)	Questionable (3)	Probably Nodule(+) (4)	Definitely Nodule(+) (5)	
F-S system	Nodule(+)	58	27	2	27	156	
	Nodule(-)	158	69	3	30	10	
FCR hardcopy	Nodule(+)	64	2	3	24	177	
	Nodule(-)	242	17	1	6	4	
CRT	Nodule(+)	38	20	4	27	181	
	Nodule(-)	206	45	9	10	0	

それぞれ腫瘍の大きさ別(3mm, 5と8mm)に示した。

肋骨と重なる部において、5と8mm径のビーズ玉では、F-S系、CRT画像、FCRハードコピー像の順でsensitivityは高かったが、3mm径のものでは、CRT画像が最もすぐれていた。同部の3mm径の腫瘍では、FCRハードコピー像においては指摘できた例は皆無であった。CRT画像において、18例中7例(38.9%)が指摘されているが、そのうちの5例(71.4%)では、右側CRT下段右画像が正診に役立っていた。CRT画像で肋骨と重なる部において、腫瘍が指摘された42例中、右側CRT上段画像が正診に役立ったとしたものは18例(42.9%)であった。FCRハードコピー像においては、指摘された33例中32例(97.0%)に右画像が有用であった。

肺野においては、3mm、5と8mm全てのsensi-

tivityでは、CRT画像、FCRハードコピー像、F-S系の順で良好であったが、5と8mm径では、三者に有意差は認められなかった。CRT画像において、右側CRT下段右画像が正診に有用としたものは52例中16例(30.8%)、FCRハードコピー像においては、49例全例が、右画像が有用であった。

心、横隔膜との重なりにおいては、FCRハードコピー像、CRT画像、F-S系の順で良好であったが、5と8mm径では、CRT画像がやや劣り、3mm径では、FCRハードコピー像、CRT画像とともに同数で、F-S系よりも優れていた。CRT表示において、118例中82例(69.5%)が右側CRT上段画像が診断に有用であり、FCRハードコピー像では124例中121例(97.6%)が右画像が有用であった。

ROC 解析

Table 4は全体の、また、Table 5は、腫瘍の部

Table 5 Rating, according to Modalities and Location of Nodule

Location	Modalities	Rating				
		Definitely Nodule(-) (1)	Probably Nodule(-) (2)	Questionable (3)	Probably Nodule(+) (4)	Definitely Nodule(+) (5)
Lung (n=54)						
F-S system		9	3	0	6	36
FCR hardcopy		6	0	1	2	45
CRT		1	1	0	5	47
Costal area (n=54)						
F-S system		10	6	0	3	35
FCR hardcopy		20	1	0	0	33
CRT		6	6	0	6	36
Cardiac and diaphragmatic area (n=162)						
F-S system		39	18	2	18	85
FCR hardcopy		38	1	2	22	99
CRT		31	13	4	16	98

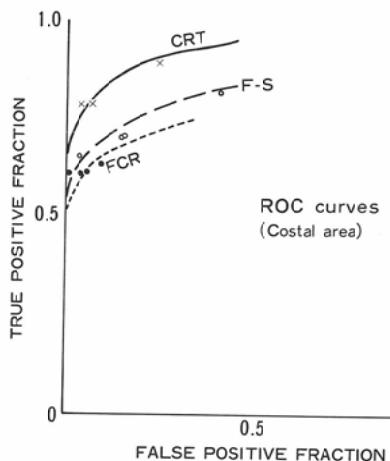


Fig. 4 Summed ROC curves for six observers indicating the relative accuracies of costal nodule detection with three modalities.

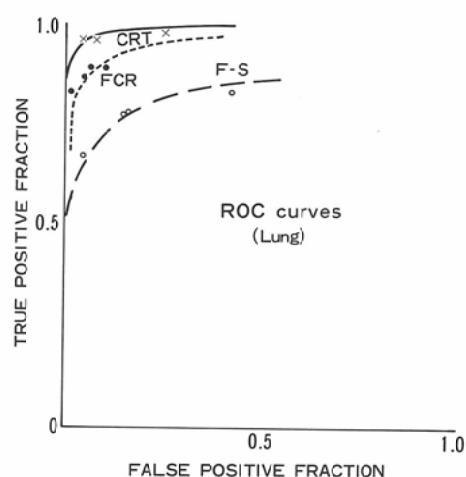


Fig. 5 Summed ROC curves indicating the relative accuracies of lung field nodule detection with three modalities.

位別の、判定手続きの結果である。これより、全体と部位別のROC曲線を求めた(Fig. 4, 5, 6, 7)。ROC解析において、心、横隔膜との重なりの群ではFCRハードコピー像が良好であったが、その他の部位と総合評価ではCRT画像が最も良好であった。

IV. 考 察

CRT画像における腫瘍の存在診断能は、同じ画像での比較においてFCRハードコピー像の方がCRT画像よりも優れていると報告されている¹⁶⁾。

また、CRT画像は、階調処理、周波数処理、拡大、白黒反転など表示方法を、任意に変化させることができ、その操作や観察に対する慣れ等により、CRT診断の評価は上昇するとされる¹⁷⁾¹⁸⁾。伊藤等は、胸部単純写真の異常影の有無について、CRT観察に慣れた者では、CRT上で、自由に表示方法を変化させることにより、フィルムよりもCRT画像の方が優れていたと報告している¹⁸⁾。しかし、精検例はともかく、日常診療において、全症例に種々の処理を加え、詳細に観察するのは、時間的に

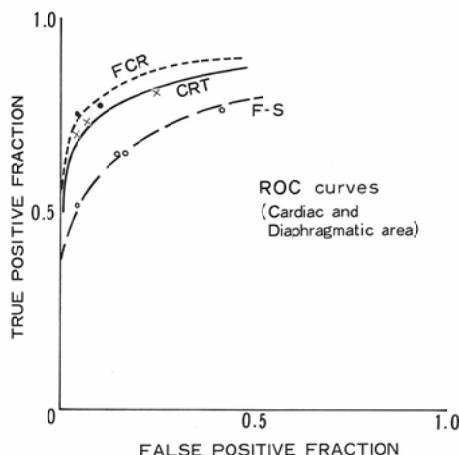


Fig. 6 Summed ROC curves indicating the relative accuracies of cardiac and diaphragmatic nodule detection with three modalities.

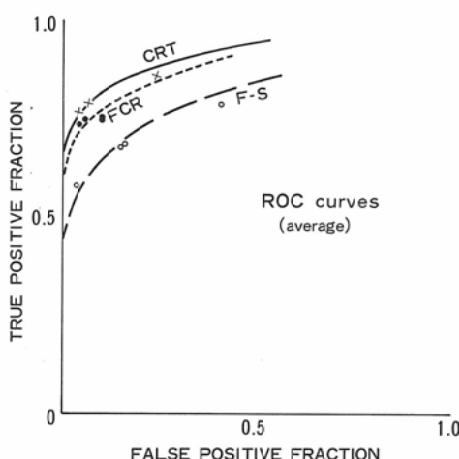


Fig. 7 Summed ROC curves with three modalities averaged over the location of the nodule.

極めて困難と思われる。このため、著者は、大角サインズの胸部単純写真の画素数 1760×1760 , 10bit を、 1024×1024 , 8bit に変換し、2台のCRT上に固定化した計6画像を、約7秒間で画像表示が可能となるようにし、90セットを用意した。これにより、F-S系、FCRハーハードコピー、CRTともに開始から終了までの読影時間に殆ど差は認められなかった。

本研究においては、CRT表示の固定6画像を設定したが、現在の胸部単純X線像の診断学はアナ

ログ画像が基盤になっているため、左側CRTには、アナログ像に近いとされているFCRハーハードコピー左画像と周波数処理を施した右画像をそのまま上下に2分割表示し、右側CRT画像は、観察する部位を限局し、補助診断に利用しようと考えた。

その結果、右側CRTを4分割とし、上段には、縦隔、横隔膜下のみを観察するために、同部の濃度差を広げ、更に濃度を増した画像を左側に表示し、右側には、更に周波数処理を加えた画像を表示した。そのため、肺野は、全く観察不能であったが、逆に、縦隔や横隔膜下との重なりの観察が容易であった。また、下段には、肺野のみを観察する画像として、左側CRT上段の画像を白黒反転させて、左側に表示し、更に周波数処理を加えた画像をその右側に表示したが、正診であった212例中116例(54.7%)で右側CRT画像が役立ったとの解答が得られ、観察部位を限局した分割表示法は腫瘍存在の補助診断に極めて有用であった。5mm径以上のビーズ玉での検討では、今回のCRT表示法は、FCRハーハードコピー像、F-S系と比較し、ほぼ同等の診断能であったが、3mm径のビーズ玉においては、優れた診断能を有していた。現在の胸部診断学において、3mm径の腫瘍影は、石灰化を有するもの以外は、指摘するのが困難と思われているためか、デジタル画像を用いた胸部腫瘍影の診断能の検討は、5mm径以上の疑似影を用いている場合が多い^{17)19)~21)}。著者は、転移性肺腫瘍の一例を供覧し、CRTにて3mm径の腫瘍は、指摘し得る可能性があると報告したが²²⁾、今回の結果は、ファントム実験ではあるが、上記報告を裏付けるものと考えられた。F-S系においては、5と8mm径と3mm径の各群におけるsensitivityを比較すると大きな差がみられるが、今回のCRT画像表示においては、3mm径の群においても、F-S系ほどの診断能の低下はみられなかった。また、肋骨と重なる部において、FCRハーハードコピー像では、3mm径のビーズ玉は、全く指摘できなかったが、実験後見直してみても、日常診療において指摘するのは困難と思われ、今後の検討が必要と思われた。

画像のデジタル化により、PACSの発展が期待され、CRT診断学が確立されれば、将来、外来・病棟・カンファランス等でCRTを用いたフィルムを用いない診断の時代が到来すると予測される。しかしながら、アナログと異なり、デジタルでは画像選択の幅が広く、その多様な可能性の中から、診断に最も適した画像を探し出す必要がある²³⁾。著者は、胸部単純写真における腫瘍影のみを対象とした画像表示法を検討し、評価したが、今後は、び慢性肺疾患など、多様な肺の異常影をアナログ画像とデジタル画像とで比較検討し、病理組織学的裏付けを行ってゆく必要があると思われる。今後、CRT画像表示法の更なる検討、CRT画像に対する慣れ等により、診断能は、更に向上することが期待される。また、CRT自体の改善、ソフト面での充実により、機器の操作がより簡便に取り扱えるような改良が必要である。即ち、簡単なボタン操作で処理された6画像が短時間で表示されれば、日常の診療にも容易に利用でき、またそれも近い将来可能と思われる。

V. 結 論

CRT表示法に関し、読影時間を短縮するためには、情報量を10bitから8bitに変換し、固定画像として表示する事とした。CRT上での画像変換が不能なことを補うために、2台のCRTを左右に並べ、補助診断用として、右側CRTには観察部位それぞれに適すると思われる画像を4分割にて表示した。また、左側CRTには、FCRハードコピー像と同じ画像を上下に表示し、計6画像を作成した。上記の固定CRT画像と、FCRハードコピー像、F-S系の三者について、胸部ファントムを用い、腫瘍影の存在診断能に関し、比較検討した。その結果、5と8mm径の腫瘍影については、三者とも、その診断能に有意差はみられなかったが、3mm径については、F-S系は極めて低い診断能であり、CRT画像、FCRハードコピー像よりも劣っていた。特にCRT画像における3mm径の微小腫瘍影の存在診断能は優れており、正診中54.7%が右側CRTに表示した補助診断用画像が役に立ったとの解答であり、観察部位を限局した表示方法は、有用であった。

本研究の要旨は、第47、48回日本医学放射線学会総会(東京・神戸)にて発表した。

この研究を遂行するにあたり、栃木県立がんセンター笛川道三副院長をはじめ、画像診断部の諸先生方、及び、放射線技術部野沢幸二主任に多大な御協力をいただきました。

また、当初より御指導を賜りました日本医科大学放射線医学教室山本 鼎助教授、本多一義助教授、教室の諸先生方、そして、終始暖かい御助言及び御校閲を賜りました放射線医学総合研究所飯沼 武博士に、深甚の謝意を表します。

文 献

- 1) 江口研二、阿南充洋、山田達哉、他：Digital Radiographyの肺癌の応用、肺癌、23：「肺癌学会総会抄録集」389、1983
- 2) 谷村繁雄、友安 治、伴揚次郎、他：胸部画像診断におけるComputed Radiographyの有用性の検討、肺癌、23：「肺癌学会総会抄録集」389、1983
- 3) 江口研二、阿南充洋、山田達哉：Digital radiography 胸部診断に応用した Fuji Computed Radiography(FCR)の使用経験、呼吸、3：38-45、1984
- 4) 桜井賢二、蜂屋順一、是永健雄、他：デジタル化胸部撮影について—正常胸部および低線量撮影での比較—、日本医学会誌、44：11-21、1984
- 5) 高島 力：FCRの臨床使用経験。胸部単純X線撮影について、画像診断、4(Suppl 1)：97-104、1984
- 6) 上村良一、高島 力、伊藤 広、他：FCRによる気管、気管支陰影の検討、気管支学、18：453-461、1986
- 7) 上村良一、高島 力、鈴木正行、他：肺癌の質的診断。CRによる診断、画像診断、7：988-993、1987
- 8) Dwyer III SJ, Templeton AW, Martin NL, et al: The cost of managing digital diagnostic images. Radiology 144: 313-318, 1982
- 9) 飯沼 武：X線写真を含むトータル医用画像管理システムに向って、日本放技会誌、44： 1004-1015、1984
- 10) 飯沼 武：医用画像処理(システム的考察)、東女医大誌、44：152-159、1974
- 11) 稲本一夫：新しい画像保管システム(PACS)の問題点、映像情報(M)、16：742-747、1984
- 12) 佐久間真行、松原一仁、石垣武男、他：CRとPACS、画像診断、4(Suppl 1)：90-96、1984
- 13) 前田知穂、吉田祥二、小原秀一、他：臨床画像のトータルシステムの試み、映像情報(M)、17：343-348、1985
- 14) 富士写真フィルム株式会社：富士メディカルシステム株式会社、標準条件 解説書。FUJI COMPUTED RADIOGRAPHY CR-201形

- 15) 山下一也, 稲本一夫, 森川 薫: CRT 観察系におけるディジタル画像の ROC 解析, 日本放技会誌, 42: 989-997, 1986
- 16) MacMahon H, Metz CE, Doi K, et al: Digital chest radiography: effect on diagnostic accuracy of hard copy, Conventional video, and reversed gray scale video display formats. Radiology 168: 669-673, 1988
- 17) Lams PM, Cocklin ML: Spatial resolution requirements for digital chest radiographs; an ROC study of observer performance in selected cases. Radiology 158: 11-19, 1986
- 18) 伊藤善之, 石垣武男, 佐久間貞行: CRT 表示におけるディジタル X 線像の評価—基礎的及び臨床的研究—, 日本医学会誌, 48: 1024-1031, 1988
- 19) Chakraborty DP, Breatnach ES, Yester MV, et al: Digital and conventional chest imaging; a modified ROC study of observer performance using simulated nodules. Radiology 158: 35-39, 1986
- 20) 西 谷班: 昭和63年度厚生省癌研究助成金「コンピュータード・ラジオグラフィのがん診断の応用に関する研究」, 第2回班会議資料, 1988.10.19
- 21) Wandtke JC, Plewes BP, McFaul JA: Improved pulmonary nodule detection with scanning equalization radiography. Radiology 169: 23-27, 1988
- 22) 孫田誠三, 北浜博之, 本多一義, 他: 胸部単純 CR 像における CRT 診断の有用性について, 日本医学会誌, 48: 「第47回日本医学放射線学会学術発表会抄録集」 221, 1988
- 23) 福久健二郎, 松本 徹, 飯沼 武, 他: 胸部 X 線写真の CRT 表示による読影診断, Med Imag Tech 5: 49-61, 1987