

Title	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-
Author(s)	櫻井, 賢二; 蜂屋, 順一; 是永, 健雄 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1984, 44(1), p. 11-22
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/15119
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

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—

*杏林大学放射線医学教室

櫻井 賢二 蜂屋 順一 是永 健雄
似鳥 俊明 宮坂 康夫 古屋 儀郎

(昭和58年8月29日受付特別掲載)

(昭和58年10月18日最終原稿受付)

Digital Radiography of the Chest
—Evaluation of Normal Anatomical Structure and
Low Dose Radiography—

Kenji Sakurai, Junichi Hachiya, Tateo Korenaga, Toshiaki Nitatori,
Yasuo Miyasaka and Yoshiro Furuya

*Department of Radiology, Kyorin University School of Medicine

Research Code No.: 500.9

Key Words: Digital radiography, Chest, Image processing

Initial clinical experience in digital chest radiography utilizing photostimulable phosphor and scanning laser stimulated luminescence was reported.

Image quality of conventional film/screen radiography and digital radiography was compared in 30 normal cases. Reflecting wide dynamic range of the system, improved image quality was confirmed in all 30 cases, particularly in visibility of various mediastinal structures and pulmonary vessels.

High sensor sensitivity of the system enabled digital radiography to reduce radiation dose requirement significantly. Diagnostically acceptable chest images were obtained with approximately 1/5 of routine dose for conventional radiography without significant image quality degradation.

Some artifact created by digital processing were mostly overcome by a routine use of simultaneous display of two different types of image processing and therefore was not an actual drawback from diagnostic standpoint.

Further technical advancement of the system to be seen for digital storage, retrieval and tranference of images.

I. はじめに

近年コンピューター導入による診断技術の進歩は著しく、放射線診断においてもデジタル画像は Digital fluorography, Computed Tomography 等に応用されている¹⁾²⁾。一方、本邦でも独自に開発された輝展性蛍光体のプレートを使用するデジタル診断システムが開発され診断情報の高度化と能率的な情報の保管、検索、伝達へ向け

での第一歩を歩み始めた。この診断のシステムの臨床診断学的特徴は汎用性という点で、この装置がもつダイナミックレンジの広さはラチュードの広い胸部X線撮影に最も適している。

今回著者らは臨床的評価の第一段階としてこの診断システムを利用した正常胸部正側2方向および通常線量の1/5, 1/10での低線量撮影を従来のフィルムスクリーン系胸部撮影と比較検討したの

で報告する。

II. 対象と方法

1) 対象

正常胸部の対象は、1982年11月より1983年1月迄の3月間に当施設にてデジタルシステムおよび通常のフィルムスクリーン系にて正側2方向を撮影したボランティアを含めた30例である。また低線量撮影例は胸部健康診断を目的とした某職域集団よりのボランティア64例である。

2) デジタルシステム

今回、使用した装置は、本邦で開発された重金属ハロゲン化合物の微細結晶を塗布した厚さ約1mm弱のプレート(以後、イメージングプレート)を利用するFCR 101(富士フィルム株式会社)である。従来のX線フィルムと同様にイメージングプレートで撮影を行い、レーザービームにてこのイメージングプレートをスキャンし得られた信号をAD交換し、画像処理を行っている。最終出力画像はCRT displayによる画像劣化を避けてフィルムによって表示される。システムの概略をFig. 1に示すが装置の詳細については既に発表されているので省略する³⁾⁴⁾。尚空間分解能は、今回の胸部では2.5cycle/mmである。

3) 撮影法

通常写真(スクリーン系)の撮影は増感紙Kyokko CL 160, グリッド12:1にてFuji RXフィルムを使用した。FFD 200cmで撮影電圧130KV, 撮影電流正面100mA, 側面400mAにてオートフォトタイマーを用いて撮影を行った後、可能な限り同じ条件でイメージングプレートを撮影し、あらかじめ適当と定めたルーチンの二画像を得ている。

低線量撮影は、撮影電圧120KVにて通常写真撮影後、あらかじめ用意した校正表に基き通常線量の1/5, 10/1で、胸部正面撮影を行った。

4) 画像処理

撮影件数の多い胸部では一件の画像処理に3分強を要する本システムでは現実的な方法として個別化した処理とせず、あらかじめ最適と思われる最大公約数的なルーチン化した2画像方式を採用

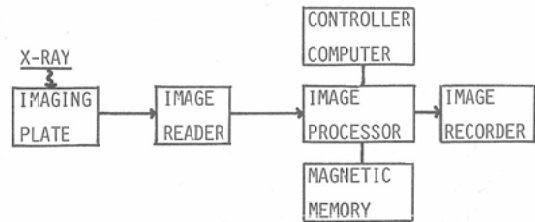


Fig. 1 Block Diagram of Digital system

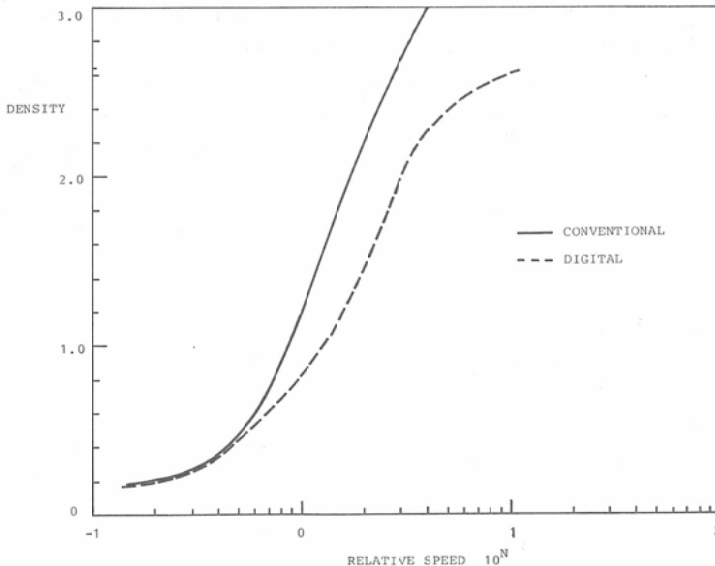


Fig. 2 Relative speed-Density curve of "Left Image" (Mild gradient processing)

した。Fig. 2は、ルーチンに定めた左画像の平均的濃度曲線で通常X線フィルムの特性に近く Fig. 3の右画像の平均的濃度曲線は、通常X線フィルムの特性曲線に比べ階調を平坦にしている。

また、このシステムの特徴としての周波数処理は Fig. 4のMTF曲線に示すように0.35c/mmを中心に、左画像には弱く、右画像には強くかけ、この空間周波数近傍の辺縁強調を得ている。このように通常写真に近い左画像と、画像処理の強い

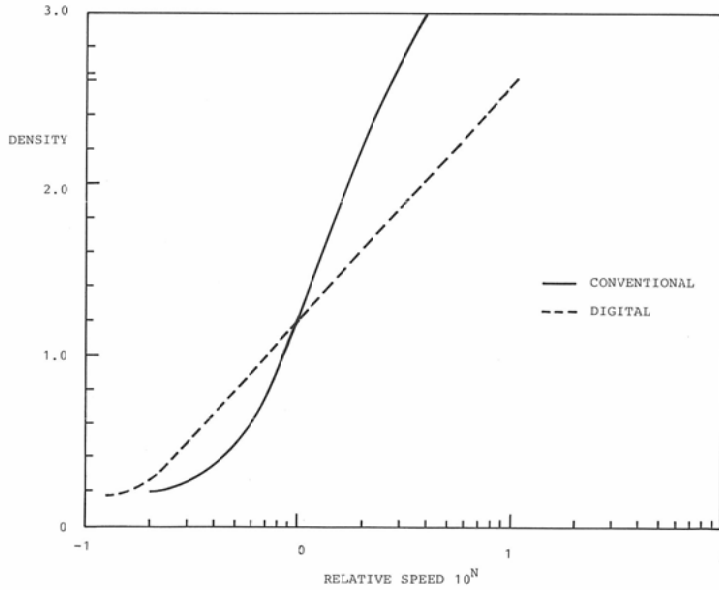


Fig. 3 Relative speed-Density curve of "Right Image" (Gradient processing and spatial frequency enhancement)

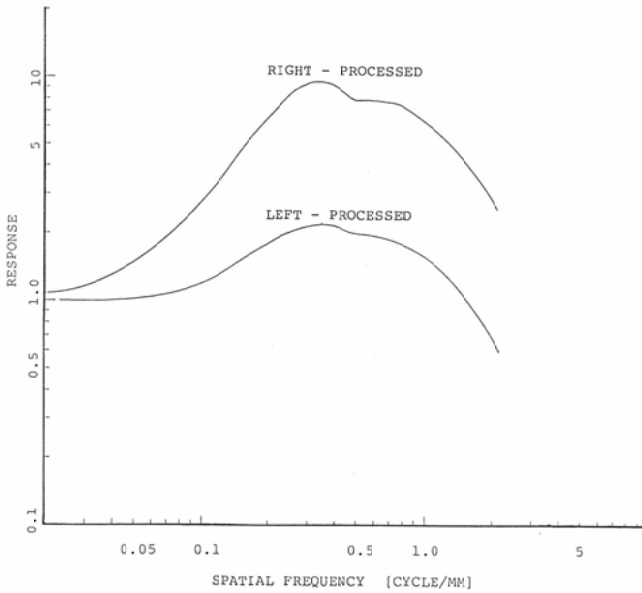


Fig. 4 Responce curve of digital image

右画像(以後右画像, 左画像とする)を各々1/4の大きさにして横に併置し評価の対象とした(Fig. 5 A, B, C).

4) 評価方法

1. 正常胸部

評価方法は, 種々の要素が加わるため単純ではないが, 著者らは通常胸部X線写真でみられる正常構造から72項目を選び, これらの描出度を0を両者同等とする-2から+2までの5段階評価基

準にて比較検討した。(Table 1)

2. 低線量撮影

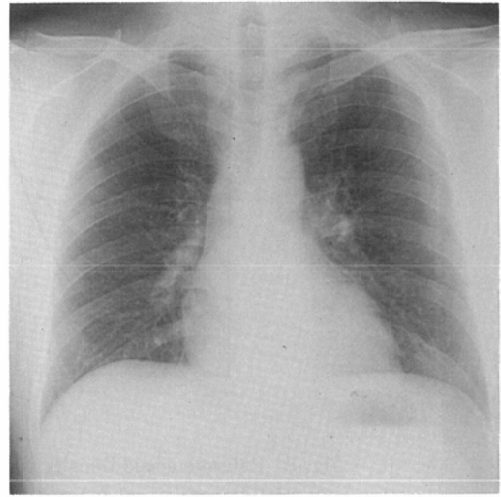
骨性胸郭, 気管及び左右の主気管支, 肺門血管影, 肺野の血管影および心臓, 横隔膜に重なった血管影の6項目を上記の評価基準にて判定した後, 画像全体としての評価を, Table 2に示すA~Dまでの4段階評価基準を用いて行った.

III. 結果

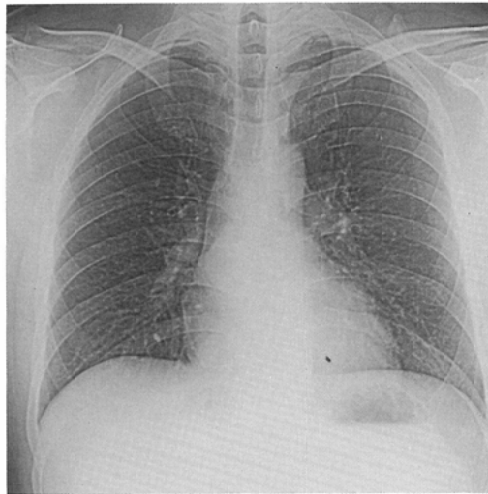
前述した評価基準での比較で, 10例以上に+1



A



B



C

Fig. 5 A: Conventional radiography of chest B: "Left image" (Mild gradient processing) C: "Right image" (Gradient processing and spacial frequency enhancement)

Table 1 Criteria of image quality evaluation

+2	Digital image showing the anatomical structures which are barely visible on conventional film.
+1	Anatomical structures visible by both modalities but better shown by digital image.
0	Image quality essentially equal in conventional and digital image.
-1	Anatomical structures visible by both modalities but somewhat poorly shown by digital image.
-2	Conventional film showing the anatomical structures which are barely visible on digital image.

Table 2 Criteria of image quality evaluation in low dose digital imaging

- A: Digital image superior to conventional.
- B: Digital image equal to conventional.
- C: Slight image quality degradation but still acceptable for clinical use.
- D: Poor image quality and clinically unacceptable

(通常写真に比べ、デジタル化胸部写真の方が見易くなった場合) または+2 (通常写真上ほとんど認め難い構造が、デジタル化胸部写真で見えた場合) の改善がみられた構造は、正面11構造、側面7構造の計18構造で、その内訳を Table 3 に示す。Table 3 に示す如く、通常写真(Fig. 6 A) に比べ、デジタル画像 (Fig. 6 B,C) は、心臓に重なった胸椎がよくみえるのと同時に肺末梢血管の見え方が改善されていてラチチュードの広い胸部撮影では、広ダイナミックレンジという特徴が生かされている。肺門血管影および肋骨の見え方は画像処理の弱い通常写真に近い条件でつくられた左画像 (Fig. 6 B) で主に改善がみられているが、周波数処理の強い右画像 (Fig. 6 C) での肺門血管は、そのコントラストの低下を認めた。しかし、横隔膜に重なった肺末梢血管は、より鮮明に右画像で描出されている。同様のことは、側

Table 3 Improved visibility of anatomical structures on digital image

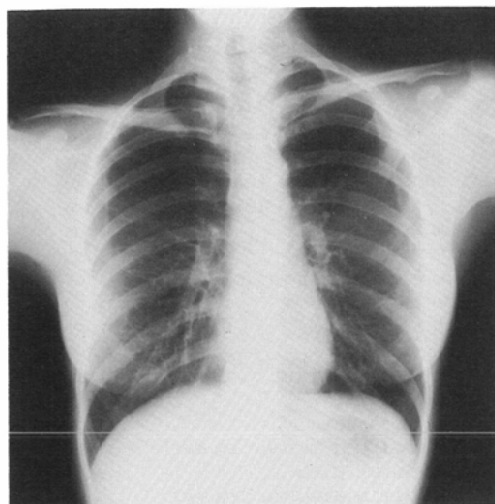
PA VIEW		
STRUCTURE		NO OF CASES (%)
1) THORACIC SPINE		30 (100)
2) PERIPHERAL VESSELS		29 (97)
3) VESSELS OF LUNG BASE	RIGHT	26 (87)
	LEFT	20 (67)
4) LEFT MAIN BRONCHUS		18 (60)
5) RIB		18 (60)
6) VESSELS OF SUPERIMPOSED CARDIAC SHADOW		18 (60)
7) AZYGOSOPHAGEAL LINE		17 (57)
8) B ³ _B		17 (65)
9) HILAR VESSELS		12 (40)
10) LEFT PARASPINAL LINE		11 (37)
LATERAL VIEW		
STRUCTURE		NO OF CASES (%)
1) VESSELS OF RETROSTERNAL CLEAR SPACE		30 (100)
2) PERIPHERAL VESSELS		29 (97)
3) VESSELS OF RETROCARDIAC CLEAR SPACE		24 (80)
4) APEX OF LUNG		15 (50)
5) MINOR AND MAJOR FISSURE		12 (40)
6) POSTERIOR TRACHEAL BAND		12 (40)
7) MANUBRIUM STERNI		11 (37)

面写真でもみられ、通常写真 (Fig. 7 A) では濃度が高い胸骨後透亮域、心臓後透亮域の描出と同時に、濃度の低い肺炎の見え方が、デジタル画像 (Fig. 7 B, C) では改善されている。また、線状影としての大葉間裂の見え方も、周波数処理により、通常写真 (Fig. 7 A) と比べ、デジタル画像 (Fig. 7 C) において、改善がみられている。

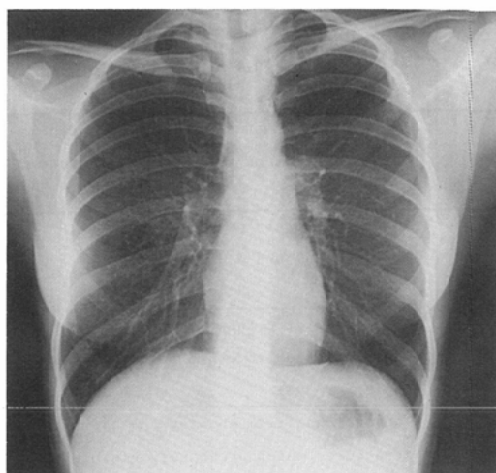
次に+2と評価された構造は Table 4 に示す4構造で奇静脈食道線、左傍脊椎線については、通常写真 (Fig. 8 A) と画像処理を強くかけた、デジタル右画像 (Fig. 8 B) と比べてみても明らかのように、著明な改善と思われた。

-1 (通常写真に比べ、デジタル化胸部写真の方が、見え難くなった場合) と2例以上で評価された構造を Table 5 に示す。原因は断定できないが、これらは、通常では見えにくい肺末梢血管が見えてくること、また+2と評価された内で、例数が1であったものと同様にいずれも撮影時の体位のわずかな違いの影響を免れ得ない構造であることなどが、原因の一部となっていると考えられた。

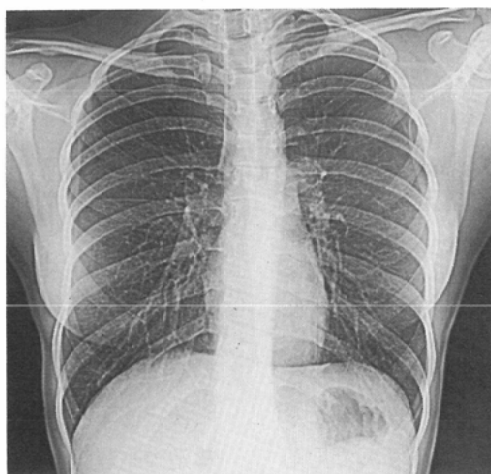
今回-2 (通常写真上認め得る構造をデジタル化胸部写真でほとんど認め得なくなった場合)



A



B



C

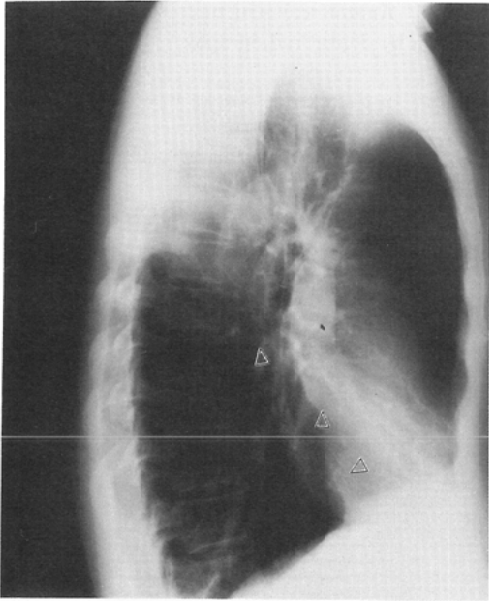
Fig. 6 A: Conventional radiography of chest B: "Left image" (Mild gradient processing) C: "Right image" (Gradient processing and spacial frequency enhancement) Spine and peripheral pulmonary vessels better shown by digital radiography offering wider latitude image when compared to conventional radiography

と評価された構造はなかった。

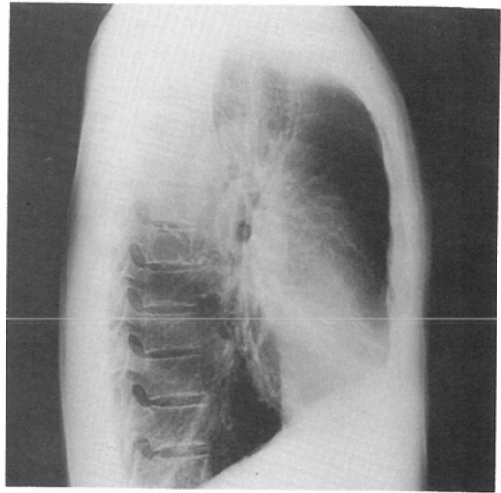
全体として、正常胸部正側2方向において、30例全例に何らかの改善を認め、評価別では、+2と評価した構造16、+1と評価した構造577、-1と評価した構造16、-2と評価した構造0で1症例あたりで改善(+1あるいは+2)とした構造は平均19.7(構造/症例)であるのに対し、悪化(-

1あるいは-2)とした構造は0.5(構造/症例)であった。

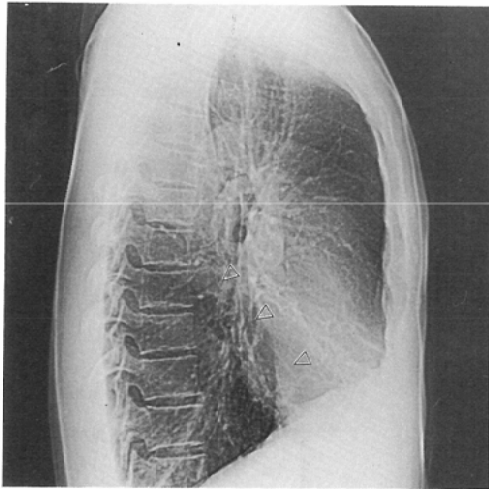
読影上不都合な所見として、画像処理、とくに周波数処理の辺縁強調によって生じたアーティファクトは、処理の強い右画像でほぼ全例に認め、肺門近傍、横隔膜などに白い点状、あるいは線状の石灰様陰影(Calcium like density)(Fig. 9 →)



A



B



C

Fig. 7 A: Conventional radiography of chest (Lateral) B: "Left image" (Mild gradient processing) C: "Right image" (Gradient processing and spacial frequency enhancement) Improved visibility of pulmonary structures in retrosternal, retrocardiac area and apical area. Major fissure particularly well shown on "Right image" (▶)

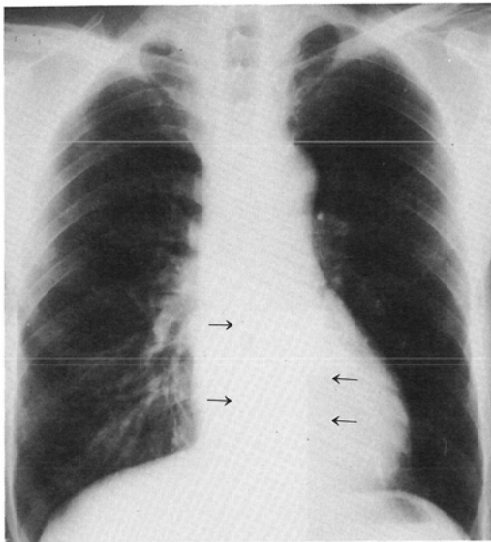
として、また、気縦隔様の透亮帯 (Black band) (Fig. 9 ▶)として出現している。内訳を Table 6 に示した。

次に、低線量撮影における5段階評価による比

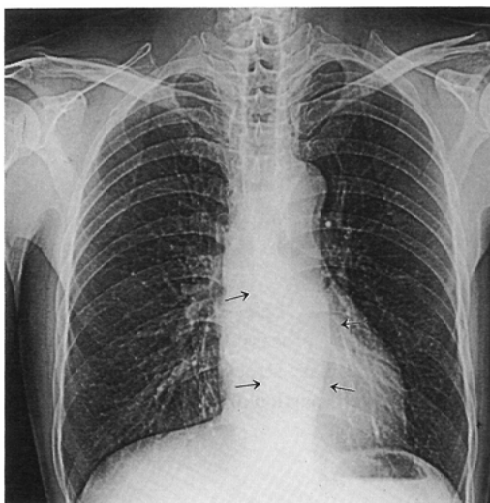
較を Table 7 に示す。代表的症例を Fig. 10 A, B, C に示すが、Table 7 でみられるように線量1/5では正常胸部の比較でみられたように胸椎および縦隔の見え方に改善を認め病変例8例も、病変を読

Table 4 Anatomical structures clearly demonstrated by digital radiography and barely visible by conventional film

STRUCTURE	NO OF CASES
1) LEFT PARASPINAL LINE	8
2) AZYGOSOPHAGEAL LINE	6
3) ANTERIOR JUNCTION LINE	1
4) PARAAORTIC LINE	1



A



B

Fig. 8 A: Conventional radiography of chest
B: "Right image" (Gradient processing and spacial frequency enhancement) Mediastinal structures better shown by digital radiography

Table 5 Anatomical structures somewhat poorly shown by digital radiography

STRUCTURE	
1) ORFICE OF RUL BRONCHUS	3
2) RIGHT MAIN BRONCHUS	2
3) POSTERIOR WALL OF INTERMEDIATE BRONCHUS	2

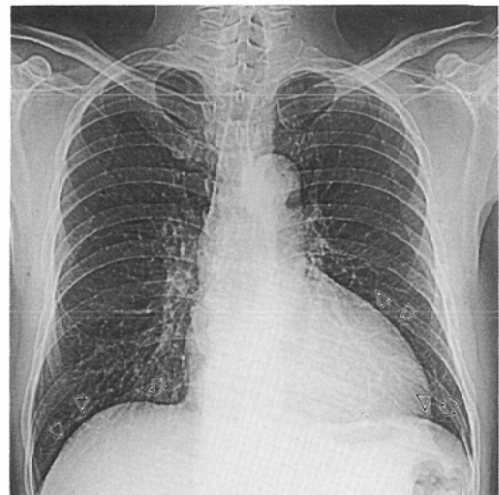


Fig. 9: Artifact of digital image "Calcium-like density" (→), "Black band" (▶)

Table 6 Artifact of digital image

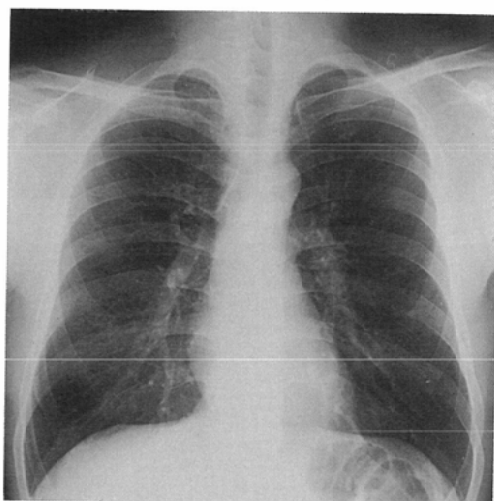
1) BLACK BAND	
PA VIEW	29 CASES (97%)
HEMIDIAPHRAGM	28
AORTIC ARCH	14
HEART BORDER	12
LATERAL VIEW	23 CASES (77%)
HEMIDIAPHRAGM	24
RETROSTERNUM	18
AORTIC ARCH	1
2) CALCIUM LIKE DENSITY	
PA VIEW	29 CASES (97%)
HEMIDIAPHRAGM	18
HILAR VESSELS	27
PERIPHERAL VESSELS	2
LATERAL VIEW	27 CASES (90%)
HEMIDIAPHRAGM	26
HILAR VESSELS	21

Table 7: Image quality evaluation in low dose digital radiography (according to criteria shown in table 1)

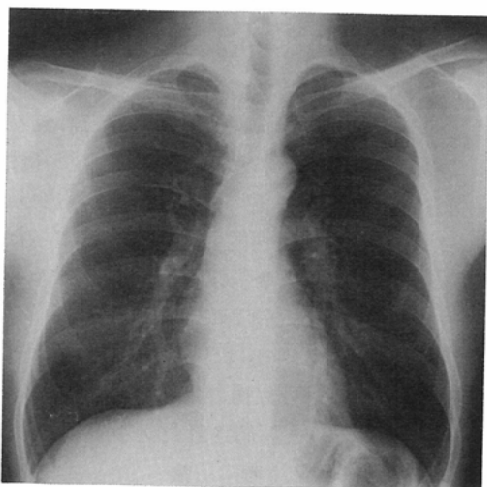
L/5		L/R				
		+2	+1	0	-1	-2
1/5	1. BONY THORAX	0/0	43/44	21/20	0/0	0/0
	2. TRACHEA AND MAIN BRONCHUS	0/0	26/26	38/38	0/0	0/0
	3. HILAR VESSELS	0/0	2/0	62/61	0/3	0/0
	4. PERIPHERAL VESSELS	0/0	9/9	54/53	1/2	0/0
	5. SUPERIMPOSED PULMONARY VESSELS	0/0	13/12	37/35	14/16	0/0
1/10	1. BONY THORAX	0/0	11/11	47/46	5/7	0/0
	2. TRACHEA AND MAIN BRONCHUS	0/0	13/13	51/50	0/1	0/0
	3. HILAR VESSELS	0/0	2/0	59/60	3/4	0/0
	4. PERIPHERAL VESSELS	0/0	2/2	50/50	12/12	0/0
	5. SUPERIMPOSED PULMONARY VESSELS	0/0	3/2	26/25	35/37	0/0



A

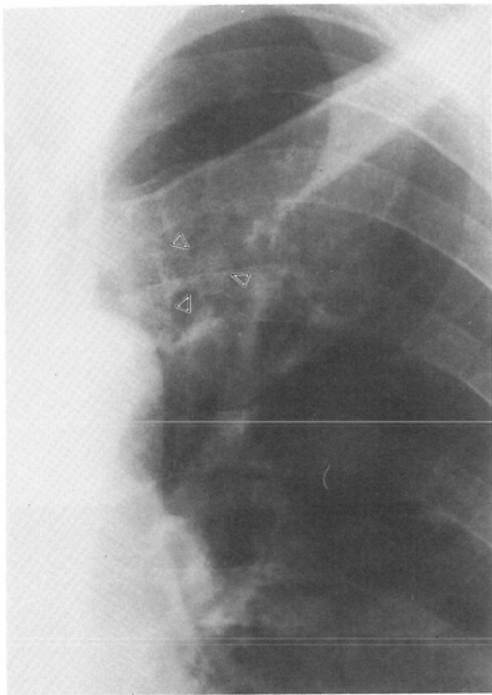


B

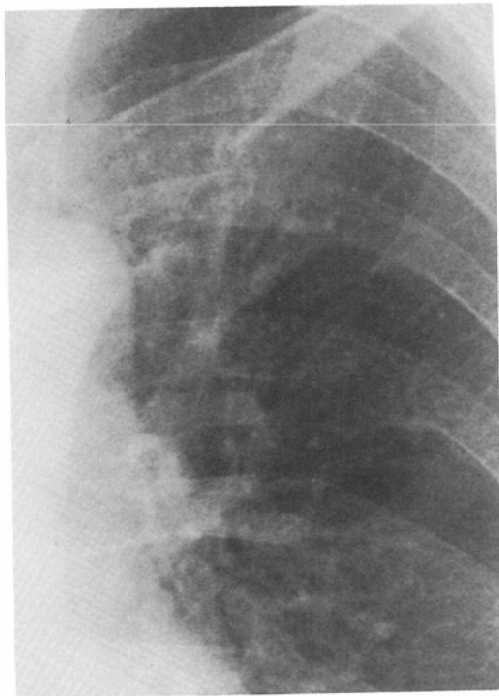


C

Fig. 10 A: Conventional radiography of chest
 B: Digital radiography, "Left image" (1/5 dose)
 C: Digital radiography, "Left image" (1/10 dose)



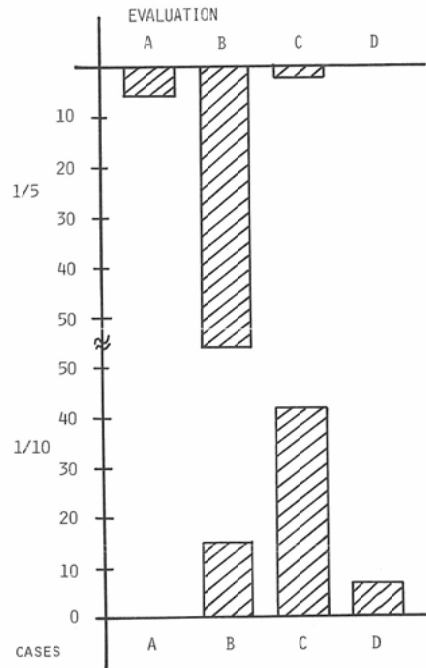
A



B

Fig. 11 A: Conventional radiography of chest
B: Digital radiography, "Left image" (1/10 dose). Small nodular lesion (▶) shown by conventional film not clearly seen on 1/10 dose digital radiography.

Table 8 Overall image quality evaluation in low dose digital radiography (according to criteria shown in table 2)



影可能で、画質もおおむね良好であった。しかし、64例中16例（左画像14、右画像16）に心陰影、横隔膜に重った血管影の見え方に悪化を認めている。

線量1/10では、横隔膜、心陰影に重った血管影の見え方に悪化を認める例が増加すると併に、X線の量子雑音により、肺末梢の細い血管影も見えにくくなっている。また、線量1/5で+1（通常写真に比べデジタル化胸部X線写真の方が見易くなった場合）と評価された症例の多かった骨性胸廓、気管気管支などの正常構造の見え方も明らかに悪化してきている。病的変化も肋骨に重った小さな結節影(Fig. 11 A ▶)が1/10の線量では(Fig. 11 B) はっきり指摘できない。

画像全体としての評価は Table 8 に示すように線量1/5ではB、線量1/10ではCに集中しているが、線量1/10にてDと評価された例が7例あった。

IV. 考 察

今回使用した輝尽性蛍光体板を用いたディジタ

ルシステムは広いダイナミックレンジを有するため、ラチチュードの広い胸部領域の撮影ではこの特徴を十分生かすことができた。つまり、従来のフィルムスクリーン系では、高濃度および低濃度部分、例えば縦隔および肺野の情報を一回の撮影で良好に描出することは比較的困難であったが、このシステムでは、高感度、広ダイナミックレンジを有するイメージングプレートの使用により両者を同時に描出することも可能で更に画像処理を行うことにより良好な画像が得られる。

画像処理は当然のことながら、症例に応じ個別化した処理プログラムを用いた方が良い結果を得られる可能性が高い。しかし、本システムは、現段階では処理に一件あたり3分強を必要とするため、撮影件数の多い胸部では、現実的な方法として、最大公約数的なルーチン化した2画像プログラム方式を採用するのが、妥当である。

今回採用した2画像プログラムは、あらかじめ検討し、処理条件を説定したものでフィルムスクリーン系に近い特性曲線をもち周波数処理の弱い左画像と特性曲線をやや平坦にして、周波数処理により辺縁強調を強く効かせた右画像を併置表示し、ルーチンの2画像としている。

著者らの定めた評価基準での正常胸部30例2方向における比較では、結果はおおむね良好で30例全例に画像の改善を認め、評価別では改善(+1または+2)とした構造は延べ593で1人当たり平均19.7構造/人であった。逆に悪化(-1または-2)と評価した構造は延べ16、1人当たり0.5構造/人であった。ところで今回行ったような評価法にも問題点がある。たとえば、通常写真とデジタル画像のわずかな体位、呼吸相の違い、また比較対象となった通常写真の技術的レベルなどによってデジタル画像の評価は或る程度流動的に変化する点である。

次にアーティファクトは周波数処理の強い右画像で、石灰化様陰影、気縦隔様の線状透亮帯としてほとんどの症例に生じている。アーティファクトは重要な問題点であるが、主に右画像のみに生じるので、2画像方式を採用することにより識別可能であり、画像処理の利点を相殺するものとは

考えられない。

今回、試みとして行った低線量撮影による胸部健康診断は線量1/5ではほぼ通常のフィルムスクリーン系と同等の画質で胸厚等の影響を受けにくく均質な画像が得られている。しかし線量1/10では撮影装置および撮影方法等の問題はあるが、症例により画質の差が大きく、病変を見逃す可能性を否定できなかった。従って胸部健康診断の目的としては線量1/5程度が本システムでは妥当であると思われる。

病的症例については第2報で報告する予定であるが、比較的単一な構造からなる正常胸部写真に比較して多種多様な陰影の出現する胸部写真において、正常例で得られた結果が、そのまま適応されるとは到底考えられず正常でみられたものとは異った結果も予想される。

情報の伝達、保管、検索にデジタル化は有利であり、これらは放射線科における将来の大きな目標の一つである。臨床放射線診断医の立場からは本システムにおいても今後は、この方向での技術的改良、工夫が必要であると思われる。

V. 結 論

今回胸部X線写真のデジタル化の試みとして輝尽性蛍光体板を用いたデジタルシステムを利用し、正常胸部30例および低線量撮影64例をフィルムスクリーン系胸部写真と比較検討した。正常胸部では本システムの広ダイナミックレンジおよび種々の画像処理の利点が活かされて、全例に何等かの画質改善が認められた。また低線量撮影では高感度性の利点が活かされ、少なくとも通常撮影の1/5の線量でフィルム増感紙系胸部撮影と同等の診断情報の得られる可能性がみとめられた。

一方、本システムを現実に放射線科診断に導入し、従来の撮影と置換した場合に起こりうる混乱やデメリットは現時点では明確に把握することは困難で、更に慎重な検討を要すると思われる。

文 献

- 1) Sashin, D., Sternglass, E.J., Slasky, B.S., Bron, K.M., Herron, J.M., Kennedy, W.H., Shabason L., Boyer, J., Pollitt, A., Latchaw, R.E., Gir-dany, B.R. and Simpson, R.W.: Diode Array Digital Radiography: Initial clinical experi-

- ence. Am. J. Roentgenol., 139 : 1045—1050, 1982
- 2) Templeton, A.W., Dwyer, S.J., Rosenthal, S.J., Hensley, K.S., Martin, N.L., Anderson, W.H., Robinson, R.G., Levine, E., Batnizky, S. and Lee, K.R.: A peripheralized digital image management system : Prospectus. Am. J. Roentgenol., 139 : 979—984, 1982
- 3) 高野正雄 : 新しい computed radiography-Fiji Intelligent Diagnostic Xray System. 画像診断, 2 : 202—207, 1982
- 4) 蜂屋順一, 加藤久豊 : イメージングプレートを用いた digital nodiography. デジタルラジオグラフィー. —臨床応用へのパースペクティブ—. 秋貞雅祥監, pp. 177—192, ライフサイエンスセンター, 1982
-