

AMCoR

Asahikawa Medical College Repository <http://amcor.asahikawa-med.ac.jp/>

北海道放射線技術雑誌 (1992.03) 52号:115～121.

FCRを利用したライナックグラフィの検討

林秀樹、常丸武敏、佐藤順一、西部茂美

《ノート》

FCR を利用したライナックグラフィの検討

林 秀 樹* 常 丸 武 敏* 佐 藤 順 一*
西 部 茂 美*

要 旨 従来、放射線治療の照射野照合画像としては、フィルムスクリーン系を用いてきた。しかし、10MVX 線では被写体コントラストが低く、鮮明な画像が得られていない。

今回我々は、当院で現在稼働中の FCR7000 システムを用いて、ライナックグラフィに応用する事を試みた。

ライナックグラフィは高エネルギーのため、IP にそのまま照射しても吸収効率が低い。そこで、金属板を増感紙として 2 次電子を放出させて効率を高める方法を用いた。

また、IP の多重撮影法と、上記の方法との画質についても検討し、更に専用の FCR パラメータを決め、ファントム撮影を行い、従来のシステムと比較したところ良好な結果が得られた。

北放技術誌 52:115-121, 1992

I. 緒 言

従来、放射線治療における照射野照合画像は、フィルムスクリーン系を用いてきた。しかし、10MVX 線などの高エネルギーでは、被写体コントラストが非常に低く、鮮明な画像が得られていないのが現状である。

今回我々は、Fuji Computed Radiography (以下 FCR) を用いて、ライナックグラフィに応用する事を試みた。FCR における高エネルギー撮影では、イメージングプレート (以下 I. P) のエネルギー吸収率は、通常の X 線撮影に比べ非常に低い。そのため、金属板を増感材料として用いる事で吸収効率を高める方法を試みた。また、フィルムスクリーン系、I. P 多重撮影法及び、FCR の金属増感法の画質評価と、ファントム撮影における視覚評価も合わせて報告する。

II. 使用機器

放射線治療装置：三菱製 医療用ライナック ML-15M II B

FCR システム：FCR7000C, 画像読取装置 (CR-IR 313), 画像記録装置 (CR-LR414), CRT 画像表示装置 (HI-C652 型), I. P (ST-III)

フィルム：Fuji HR-A

増感紙：KYOKKO GF

濃度計：SAKURA MICRODENSITOMETER
MODEL PDM5

その他：凹型バーガーファントム, 人体ファントム,
パーソナルコンピューター (PC-9801)

III. 方法及び結果

1) 金属板による I. P のエネルギー吸収効率の測定

I. P の吸収効率を高めるために、我々は金属板を増感材料として使用し、そこから発生する 2 次電子を I. P に吸収させる方法を用いる事にした。金属板の選定の方法は、I. P の読み取りモードの中で FIX モードと LINEARITY を使用し、その線量と濃度の直線性を利用して I. P 自体を線量計として使用する事で、金属板による増感を FCR の出力画像の濃度として表わした。

使用した金属板は、銅、鉛、アルミニウム、トタン (鉄と亜鉛の合金)、I. P、希土類増感紙 KYOKKO G-4 の 6 種類である。

測定方法は、それぞれの金属板の厚さを変化させ、I. P の表面に直接置いて、10MV、同一線量で照射した Fig. 1。測定には、基準となる金属板の濃度を 100 とし、それに対する百分率で表わした。基準となる金属板は、銅の 0.503mm 厚で、出力画像のパラメータ

* 旭川医科大学医学部附属病院 放射線部
(1991年12月17日 受理)

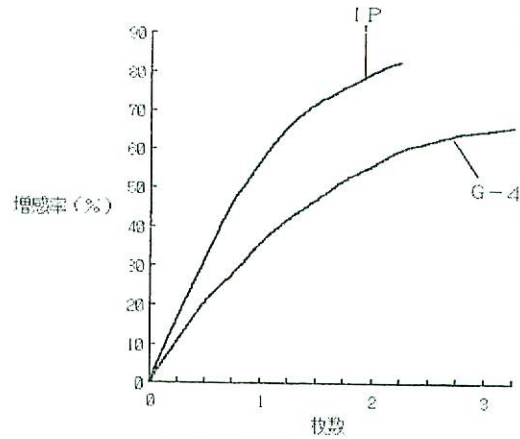
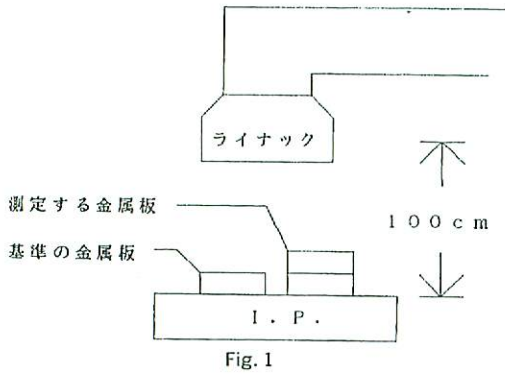


Fig. 3 金属板の増感率

FIX	L値=3.0		S値=200	
	GA	GT	GC	GS
Linearity	4.0	A	1.2	-0.35
	RN	RT	RE	
	3.0	F	0	

Table 1

は、Table 1 に示す。結果は、Fig. 2 及び Fig. 3 に示す。Fig. 2 及び Fig. 3 から、増感率の高い鉛と、トタンについて、以後検討を続けた。

次に、金属板による後方散乱の増感率についての測定を行った。方法は、基準となる金属板及び測定する金属板の上に I. P. を置き、前方散乱の照射条件と同条件で照射した Fig. 4。ここで基準となる金属板は、銅

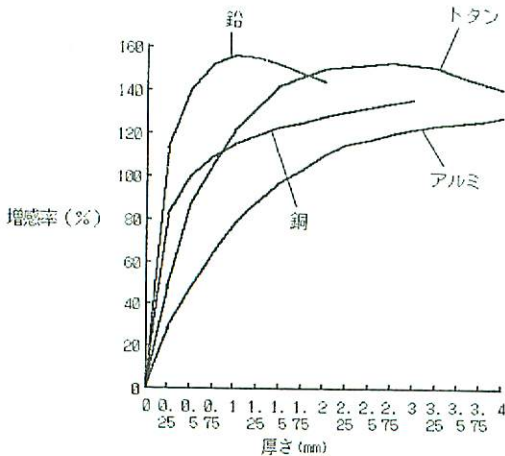


Fig. 2 金属板の増感率

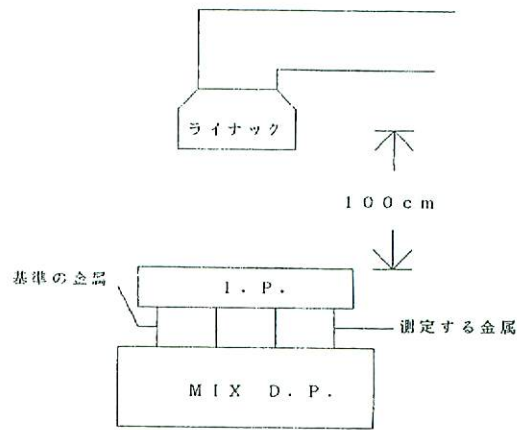


Fig. 4

FIX	L値=3.0		S値=200	
	GA	GT	GC	GS
Linearity	4.0	A	1.2	-0.60
	RN	RT	RE	
	3.0	F	0	

Table 2

の 0.503mm 厚である。また、出力画像のパラメータは Table 2 に示す。結果は、Fig. 5 に示す。

2) 金属板が画質に与える影響

金属板により、I. P. に効果的に潜像を形成させても、金属板の厚さの違いにより画質が変化するのであれ

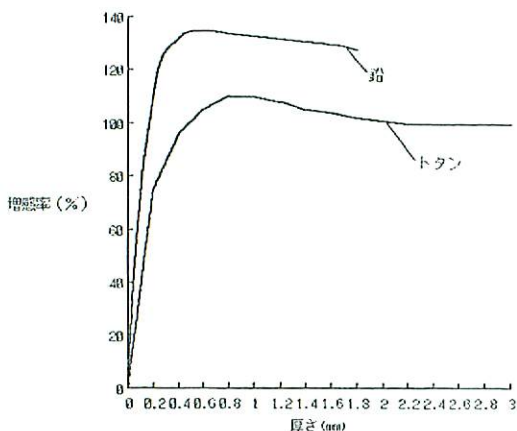


Fig. 5 後方散乱の増感率

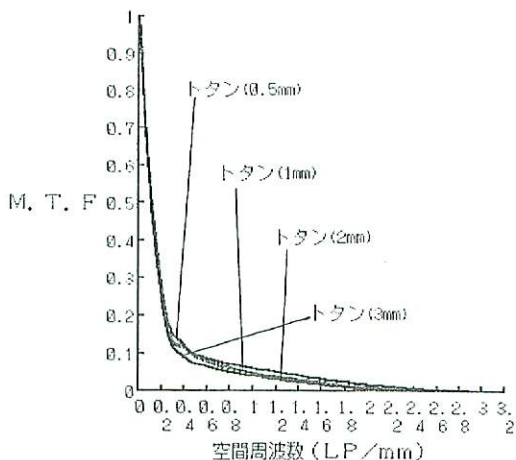


Fig. 6 金属板の厚さの違いによる MTF の変化

ば、金属板の厚さの選定上考慮する必要がある。そこで、金属板の厚さを変化させた場合の MTF を求め、相対的な評価を行った。方法はスリット法を使用し、照射条件及び、出力画像のパラメータをすべて同一にし、出力されたフィルムで MTF を求めた。読み取りモード及び出力パラメータは、Table 3 に示す。

結果は、Fig. 6 に示す。ここで、スリットの材料はタングステン、厚さは 40mm、幅は 0.25mm である。Fig. 6 より、金属板の厚さを変化させても画質に与える影響はほとんどないと考えられる。

次に、凹型バーガーファントムを使用して金属板の厚さの変化による識別能の変化を測定した。方法は、直径 10mm~0.5mm、深さが 10mm~0.5mm の変化のある凹型バーガーファントムを同一条件で照射し、読み取りモードを FIX の Linearity で読み込ませた。ここで出力画像のパラメータは、濃度パラメータの GS 以外を同一にし、出力された画像の濃度を、1.25 ± 0.03 にして技師 5 人で視覚評価を行った (Table 4)。

SEMI-1	L値=1.0		S値=可変	
Ave. 1.0	GA	GT	GC	GS
	1.0	G	1.2	可変
	RN	RT	RE	
	5.0	T	0.5	

Table 4

金属板はトタンを使用し、0.27mm~1.62mm まで 5 種類を使用した。結果は、Fig. 7 に示す。Fig. 7 より、金属板の厚さによる識別能の影響は、ほとんど無いと考えられる。

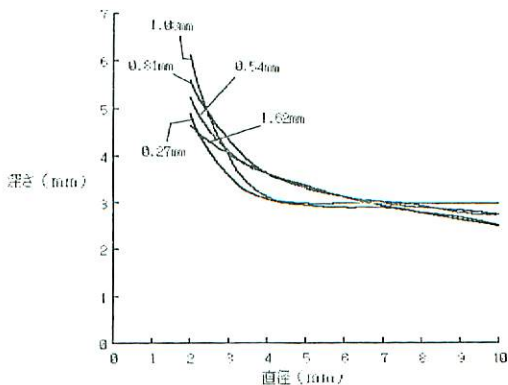


Fig. 7 バーガーファントムの視覚的評価

FIX	L値=3.0		S値=200	
Linearity	GA	GT	GC	GS
	1.0	A	1.2	-0.35
	RN	RT	RE	
	3.0	F	0	

Table 3

(1), (2)の結果から、増感材料としての金属板は、I. P.のフロント側にはトタンの2mm厚、バック側には、鉛の0.25mm厚を選定した。

ここで、問題となるのは、後方散乱体としての鉛による画質の低下が推測される事である。しかし、Fig. 8に示す様な方法で照射を行い、増感率を測定すると、鉛の後方散乱体がある方が、1.32倍程度増感作用が上昇する。

従って、多少の画質の低下よりも、吸収効率が高い方を今回は選択する事にした。また、前方散乱のみの画像及び、後方散乱体も含めた画像とを視覚的に評価しても、視覚的な画質の低下はほとんど現われなかった。

今回、自作したカセットをFig. 9に示す。FCR専用のカセットには、BACK側にI. Pを支えるスポンジがついており、後方散乱体と、I. Pとの密着が不可能となり、画質が低下するため自作する事にした。これにより、I. Pを読み込ませる際、暗室でのI. Pの入れ換え作業を行わねばならなくなり、処理における時間が

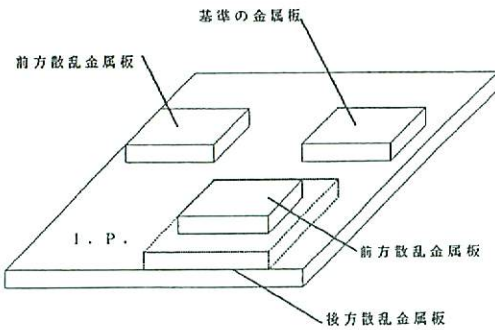


Fig. 8

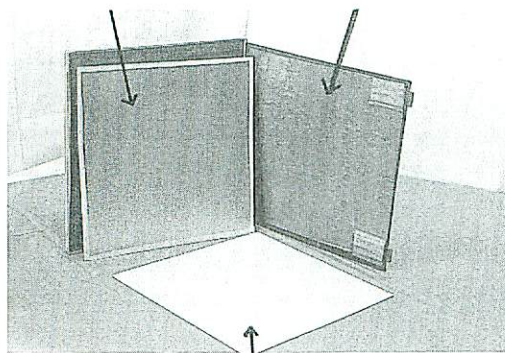


Fig. 9

延長する事となった。

3) 金属板の種類及び撮影法の違いによる画質評価

FCRを利用した照射野照合写真の撮影法には、金属板を増感材料として撮影する他に、2~5枚のI. P.を、画像処理装置で重ね合わせる多重撮影モードもある。そこで、金属板の種類と、撮影法の違いによる出力画像の画質に与える撮影を検討した。

方法は、(2)で用いたMTFとバーガーファントムによる評価を行った。使用した金属板は、鉛1mm厚、トタン2mm厚であり、撮影法は、I. P.2枚による多重撮影法、及びFILM/SCREEN系である。ここでMTFによる評価にFILM/SCREEN系が使用できないのは、今回はFCRの出力画像による相対的なMTFの評価のため、システムの系が違うFILM/SCREEN系においては、評価ができないためである。

結果は、Fig. 10, Fig. 11に示す。Fig. 10により、金属の種類が違っていても、MTFは大きな違いはないと考えられる。また、多重撮影法は金属板による多重撮影法と比べ、明らかに優れている事がわかる。これはI. P.1枚では、高エネルギーX線のため低コントラストであるが、多重撮影法による重ね合わせを行う事で、被写体コントラストを上昇させているものと思われる。

Fig. 11より、金属板により撮影法の識別能が、他の方法に比べ高い事がわかる。また、金属の種類による識別能に与える影響は、ほとんどないと考えられる。ここで、多重撮影法による識別能は、I. P.の重ね合わせ

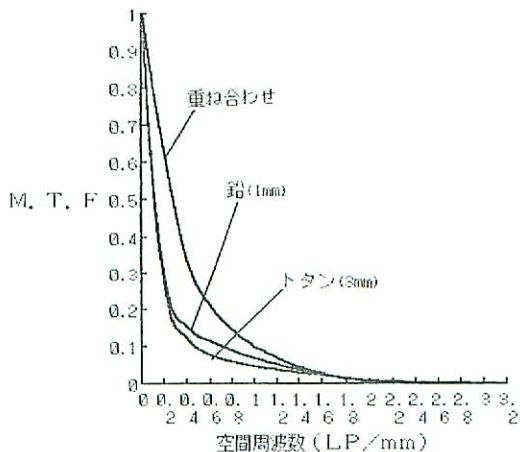


Fig. 10 金属板の種類、撮影法の違いによるMTF

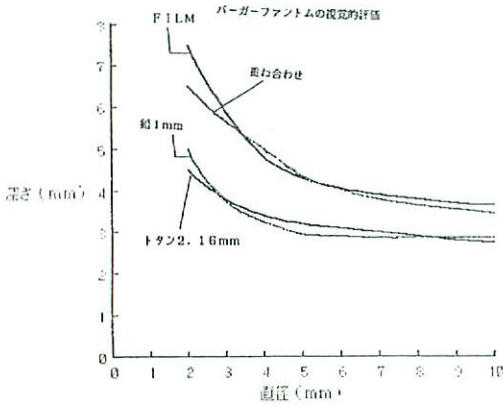


Fig. 11 バーガーファントムの視覚的評価

せによるズレの違いで大きく変化する。実験では、多重撮影法を3度行い、視覚的に識別能が高いであろうと思われる画像を選択し、視覚評価を行った。

4) 画像パラメータの設定

照射野照合写真は、実際の照射部位と体幹部に分かれるため、EDR アルゴリズムの AUTO モードでは濃度にバラツキが現れる場合がある。そこで、照射部位の濃度を一定に保つため、SEMI モードを用いる事にした。ここで被写体コントラストの低さを補うため、L 値を低くする必要がある。以上の事を考慮して、読み取りモードは、FCR7000 に内蔵されている Ave.0.5, Ave.1.0, Ave.1.5 の3種類から選択する事にした。

方法は、人体ファントムを同一条件で撮影し、先に挙げた3種類のモードでそれぞれに読み込ませ、出力画像を視覚的に評価し、最も適当であると思われる Ave. モードを選択した。使用した人体ファントムは、頭部及び胸部である。出力画像のパラメーターは3種

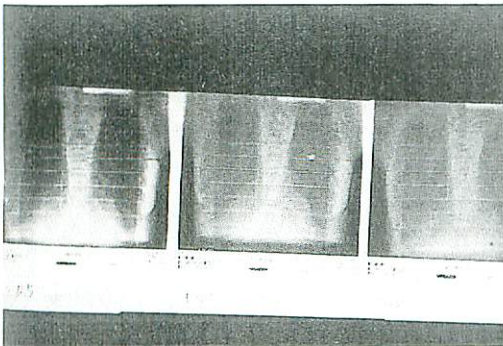


Fig. 12

SEMI-1	L値=0.5		S値=可変	
Ave. 0.5	GA	GT	GC	GS
	1.6	G	0.7	0.55
	RN	RT	RE	
	5.0	R	0.5	

SEMI-1	L値=1.0		S値=可変	
Ave. 1.0	GA	GT	GC	GS
	1.1	E	1.6	-0.2
	RN	RT	RE	
	5.0	R	0.5	

胸部の出力画像パラメーター

Table 5

類とも同一とした。胸部のファントム画像を Fig.12 に示す。

結果は、頭部は Ave.0.5, Ave.1.0 を用いる事にした。

また、頭部、及び胸部の出力画像のパラメーターは、現在当病院で使用している General モードを参考にした Table 5。

5) ファントム撮影画像の視覚評価

(4) で決めた読み取りモード及び、画像パラメータを用いて、頭部及び胸部のファントム撮影画像の視覚的評価を行った Fig.13。

方法は、FILM/SCREEN 系の写真と、I. P 1枚での FCR 画像、多重撮影法、及び金属増感による撮影法の4種類である。評価は、技師10名で行った。部位は、

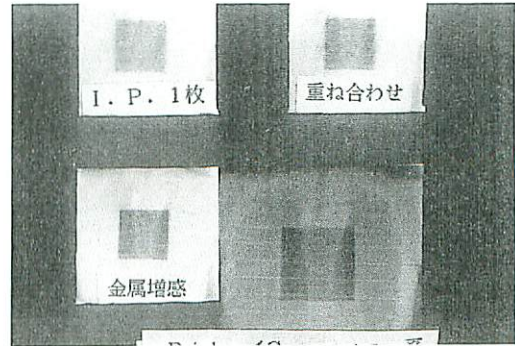


Fig. 13

頭部及び胸部である。

評価の方法は、Table 6 に示す通りで、10名の平均点を求め、その点数で評価した Fig. 14。

Fig. 14 により、金属増感による撮影法の有用性が認められる。

6) 臨床写真

臨床写真を Fig. 15, Fig. 16 に示す。Fig. 15 の上段左は、治療計画のシュミレーター写真、右は従来の FILM/SCREEN 系のライナックグラフィ、下段左は FCR の多重撮影法、右が金属増感による撮影法である。Fig. 16 は、金属増感による撮影法で、気管分岐部などが従来のシステムに比べ、良く描出されている。

優れている-----	5点
やや優れている-----	4点
同等である-----	3点
やや劣っている-----	2点
劣っている-----	1点

Table 6

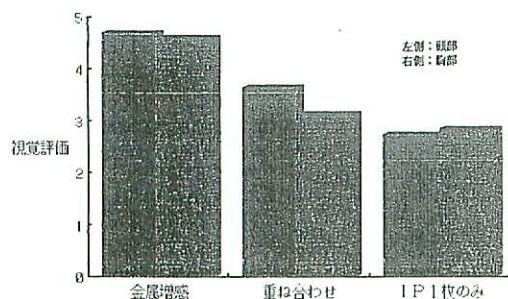


Fig. 14 ファントム画像の視覚的評価

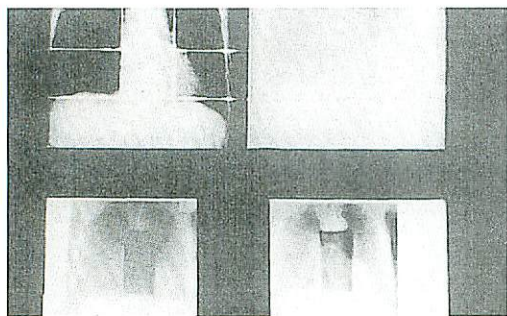


Fig. 15

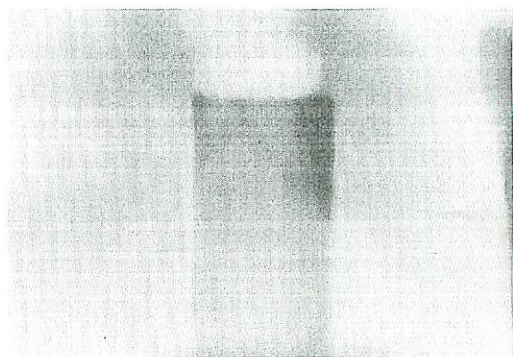


Fig. 16

IV. 結 論

FILM/SCREEN 系における照射野照合写真は、高エネルギー X 線による被写真コントラストの低さが問題であった。今回、FCR を使用する事により、従来よりも大幅に改善された。

また、FCR の撮影に金属板を増感材料として用いる事で、I. P のエネルギー吸収効率が高くなり、画質の向上につながった。加えて、FILM/SCREEN 系、I. P 1 枚による撮影、多重撮影法、及び金属増感による撮影法の 4 種類のライナックグラフィを比較すると、金属増感による撮影法が総合的に評価が高かった。

V. 結 語

従来の FILM/SCREEN 系のシステムと比べ FCR システムを使用する事で、処理時間が多少延長するなど、問題点が残されているものの、金属増感を利用した FCR のしたライナックグラフィは、非常に有用であると考えられる。

文 献

- 1) 松本光弘, 他: CR ポータルイメージング- FCR によるリニアックグラフィ, 日放技学会誌, 627-629, 47. 4. (1990)
- 2) 奈良鉄造, 他: 金属増感紙を用いた 1 枚の FCR101 イメージング・プレートによる 10MVX 線ライナックグラフィの試み, 富士メディカルフォーラム No.153, 23-24. (1984)
- 3) 滝沢達児, 他: 増感紙, 蛍光板と放射線診断 (特殊増感紙). 極光 X-RAY No 23. 33-39. (1971)
- 4) G. Barnea, 他: Use of storage phosphor imag-

ing plates in portal imaging and high-energy radiography. Medical Physics 432-439. Vol.. 8 (1991)

5) 仲 知保, 他 : MTF 測定 of 自動化とその精度. 北放技術誌, 136-138, 47, (1987)