イメージアンプリファイヤーの使用時における螢光輝度 並びに X 線量及び散乱線量について

名古屋大学医学部放射線科教室

細 江 謙 三

奥 村 彦 太 郎

松 浦 浩

(論文受付 1957年 8 月 9 日)

ON SHARPNESS OF THE IMAGE, AND QUANTITY OF X-RAY AND SCATTERED RADIATION IN USING THE IMAGE-AMPLIFIER

By KENZO HOSOE

HIKOTARO OKUMURA

HIROSHI MATSU-URA

Dept. of Radiography, Faculty of
Medicine, Nagoya University.

(Article received : Aug. 9, 1957.)

Summary

We tried a fluoroscopical examination using the image amplifier, -Prod. of Philips-, and compared these results with those from the previons fluorescent screens about both sharpness, relation between sharpness, and voltage and mA., scattered radiation, resolving power and after-glow.

It is supposed consequently that its use is more excellent in every point.

—— 内 容 梗 概 ——

Philips 社製イメージ・アンプリファイヤーを使用して従来の螢光板による透視法との比較実験を行い、輝度比較、電圧電流と輝度の関係、散乱線、解像力、残光等について実験した結果、何れも従来のものより遙かに優秀である事を報告している。

本論文の要旨は昭和32年5月本会第13回総会において発表した

緒 言

透視法はX線診断には極めて重要な方法の一つであるが、従来これに使われている螢光板は螢光輝度が低いため、完全な暗室が必要であり、診断前に5分～10分間目の暗調応を行わなければならない。

透視法による診断が、直接X線写真撮影法に比して劣るのは、第一に螢光板の輝度が低い事が大きな原因であり、又一面影像の鮮鋭度、対照度が写真に比べて遙かに低いからである。従って精密なX線診断となると結局写真撮影法に依存しなければならない現状である。

螢光板の影像を見易くするためには、螢光輝度を増強する事と、螢光板自体の鮮鋭度をよくする事が必要である。所が螢光板の輝度を増すにはX線の強度を高くするより適当な方法がない。然しこれは患者や医師が多量のX線を被る事となり重大な問題である。そこでこの弱い螢光輝度を何とかして増強し様という事は、早くから色々な方面で考究されて来たが容易にその実現を見なかった。所が1952年になってオランダの Philips 社及び米国の Westinghous 社においては夫々同じ方式で螢光増幅に成功し、メメージ・アンプリ・ファイヤー又はイメー

ジ・インテンシファイヤーとして発売されるに至った。

イメージ・アンプリファイヤーは、螢光を一たん光電子に換えてこれを集束加速したものを、更に螢光面に当てる事により数百乃至千倍位の明るさ迄増強出来る様になっている。このイメージ・アンプリファイヤーの出現は今後のX線診断界に画期的な発展を促すものであると言っても過言でない。

吾々は此度 philips 社イメージ・アンプリファイヤー (以下イメージとする) を使用してその性能を試験し、ここに報告する次第である。

実験の方針

- A. イメージと螢光板の輝度の比較。
- B. ファントームを使用した場合のイメージと螢光板の輝度の比較。

$$B = \frac{t_0}{t}$$

第 1 図

第 3 図

- C. メモージの輝度と管電圧並に管電流との関係。
- D. 透視時においてイメージを使用した場合と透視用螢光板を使った時の輝度の比較。
- E. イメージを使用した場合と螢光板を使用した場合の散乱線の比較。
- F. 解像力試験。
- G. イメージの残光試験。

実験方法

実験に使用した装置、その他。

1. X線装置 島津平安号
2. Philips 社製イメージ アンプリファイヤー (受像面 5 吋)
3. 螢光板 極光 F-2
4. カメラ キヤノン (F 1.5)
5. 16 ミリカメラ ボレックス (F 1.4)
6. 密蠟ファントーム 18cm³
7. 東芝 電離槽型サーベーター

輝度倍率

イメージと透視用螢光板とに夫々X線を照射しカメラを使用して露出時間を変化させればその露光に対する黒化度が求められ、これによって黒化度曲線が得られる。第1図に示すのがそれで、この曲線から、イメージ及び螢光板が夫々の螢光によって同じ黒化度を生ずるに要する、比X線刺激値 (時間単位) を計算する事が出来る。

今同じ濃度に要する時間を

第 2 図

イメージ…………… t

螢光板…………… t° とすると

輝度倍率 B は

$$B = t^\circ / t \text{ で求められる。}$$

管電圧による輝度の比較

濃度曲線によって上式により輝度を求めた。第 2 図はイメージの濃度曲線で縦軸に濃度を取り横軸に露光時間をとったもので、管電圧 50~70kVp 迄は 0.2 の濃度差があり、70kVp と 80kVp とでは、0.05 の濃度差となる。即ちイメージは管電圧が 50kVp から 70kVp 迄は輝度の増加率は同じであるが、80kVp になると増加率は少なくなる。

第 3 図は螢光板の濃度曲線で、これによると螢光板では管電圧が 50kVp~70kVp 迄は急激にカーブが上昇している。即ち管電圧に対する濃度差が非常に大きく、70kVp, 80kVp では 0.1 の濃度差が認められる。以上の二つの濃度曲線を比較すると電圧に対する濃度差はイメージよりも螢光板の方が大きい事が分る。又両曲線から夫々 0.7 の濃度を得るに必要な時間を求め、第 4 図に示す輝度倍率を得た。

輝度倍率

X線条件		イメージ	蛍光板	倍率
KVP	mA	sec		
50	3	1/67	19.3	1286
60	〃	1/45	8.2	1188
70	〃	1/285	3.8	1086
80	〃	1/317	2.8	875

第 4 図

第 4 図に明かな様に管電圧 50kVp の時イメージは螢光板の 1286 倍、80kVp では 875 倍で電圧が高くなる程イメージの輝度倍率が低くなっている。これは前述の様にイメージと螢光板の電圧による輝度差の割合が異なるからである。

ファントームを使用した時

以上の実験は被写体を使用しない場合であるが物体を透過した時にはどうなるかをしらべた。被写体として蠟ファントームを用い管電流 3mA で前と同様の方法をもって輝度を測定した。

第 5 図はイメージ、第 6 図は螢光板による濃度曲線で第 7 図は輝度倍率を示す。

第 5 図

第 6 図

輝度倍率

X線条件		イメージ	蛍光板	倍率
KVP	mA	Sec	mm	
50	3	1/2.6	500	1298
60	•	1/8	150	1200
70	•	1/15	74	1104
80	•	1/21	44	917

第 7 図

これによるとイメージは螢光板に対し、50kVp では 1298 倍、80kVp では 917 倍の輝度を有し、ファントームを使用しない時よりも 1%~2% 倍率は高くなっているが、余り大差がない事が分る。

イメージの輝度と管電圧 並に電流との関係

管電圧とイメージの輝度の関係は前述の様であるが、第8図によると 70kVp 以下の各電圧における濃度差は 0.25, 70kVp と 80kVp では 0.05 である。

第 8 図

第 9 図

管電流に対するイメージの輝度試験を管電流 1mA から 10mA の範囲で行なった。この結果は第9図に示す様に、1mA から 5mA 迄は略々比例して 0.15 の濃度差で上昇しているが、6mA～10mA となるに従って、全体の輝度は上がるが、その差が次第に少くなる。

透視時においてイメージを 使用した場合と透視用蛍光 板を使った時の輝度の比較

普通透視時における管電流を 3mA で行うものとしてこの場合のイメージと蛍光板の輝度についての比較は、第7図において明かな様に電圧 60kVp, 3mA ではイメージは 1,298倍, 70kVp, 3mA では 1,104 倍の明るさを有している。

3mA ではこの様に明る過ぎるのでイメージで 1mA 及び 0.5mA で透視を行うものとして、これと比較対照しこの場合の輝度を測定してみた。

第 10 図

輝度倍率

X線条件 KVp mA	イメージ mA	蛍光板		倍率
		100	100	
60	1	1/44	3	652
	0.5	1/34		517
70	1	1/55	3	411
	0.5	1/42		308

第 11 図

第10図はこの場合の濃度曲線を表わし、第11図は輝度倍率を示すものである。第10図において蛍光板とイメージの 60kVp 及び 70kVp における 0.7 の濃度を有する点を求め、それによって輝度倍率を求めれば、60kVp ではイメージ 1mA の時 652倍, 0.5mA の場合 517倍, 70kVp では 1mA の時 411倍, 0.5mA の場合 308倍の明るさを得た。

以上の結果から管電流が 1/3 になっても 400～600 倍の明るさで透視する事が出来る。従ってその診断価値は頗る

大きい。

イメージを使用した場合と蛍光板 を使用した場合の散乱線の比較

普通蛍光板を使つての透視は 60kVp ~ 70kVp, 3mA で行うものとし、イメージを使つて同じ電圧で 0.5 ~ 1mA で行うものとして、この場合における散乱線量を測り、照射物体はファントムを使用し、東芝電離槽型サーベーターを用いて測定した。

第 12 図

第 13 図

第12図は測定方向と測定位置を示し、第13図は散乱線である。この図によると蛍光板を使用して電圧 60kVp, 3mA の時と、イメージを使つて 60kVp, 0.5mA の場合との散乱線量を比較すれば、イメージの場合は 517 倍の明るさが得られるにも拘わらずこの場合の散乱線量は $\frac{1}{1.5}$ であり、1mA では明るさ 652 倍となるが、散乱線量は約 $\frac{1}{4}$ でしかない。

解像力試験

イメージの輝度がいくら明るくても鮮鋭度が悪くではその価値が少ない。そこでイメージと蛍光板及び増感紙について 0.04mm ~ 0.9mm のテストチャートを使用し、解像力試験を行なった。

	識別可能限界	解像力
Image Amplifier	0.3 mm	167
蛍光板	0.4	125
増感紙	0.03 (−) 0.07 (+)	16.70 7.14

第 14 図

第14図はこの結果を表わすもので識別可能限界はイメージでは 0.3mm, 蛍光板では 0.4mm, 増感紙 (FS) では 0.7mm でありイメージの方が蛍光板より解像力が遙かに高い事が分る。

イメージの残光試験

イメージの残光を試験するために被写体を透して管電圧 60kVp 及び 70kVp で X 線を 1 秒間照射し、その直後における残光を 16 ミリ撮影機を使つて 20 秒間の撮影を行なった。

第 15 図

その結果は第15図に示す様にX線照射を終ると残光輝度は急激に下降するのが分る。曲線で見ると残光時間は50kVp では6秒, 60kVp で9秒, 80kVp となると15秒となり, 電圧が高くなる程残光時間が多くなる。これを増感紙及び螢光板の残光に比較すると残光時間が可成り長い様である。

結 論

以上の実験結果から

1. イメージの輝度は普通螢光板輝度に比較して500～1,000倍の明るさが得られる。
2. イメージを使えば透視時必ず暗室を必要としないのみならず, 透視診断が容易である。
3. 透視時の管電圧, 管電流が非常に少なくてよい。従って医師及び患者に対する被曝線量が少なく, 放射線傷害が軽減される。
4. 螢光板に比較して頗る明るく, しかも鮮鋭度が優れ

ているので診断価値が大きい。

5. X線映画の撮影が容易である。
6. X線テレビジョンが可能であり, 既に実現されている。
7. 受像面が小さく現在5吋である事が欠点であるが, これも最近11吋のものが出来ている。

以上の如くで今後更に改善される事によって, イメージの応用範囲が拡大し, その発展が大いに期待される。

文 献

- 1) R. F. Sturm, R. H. Morgan ; Amer. J. of Roentg. and Rad. Therapy, **62**, 617 (1949).
- 2) 田部貞夫 : 島津評論, Vol. 12, No. 1, 1955.
- 3) R. H. Morgan : Amer. J. of Roentg, January 1956, Vol. 75, No. 1.
- 4) Lee B. Lusted and Earl R. Miller ; Amer. J. of Roentg, January 1956, Vol. 75, No. 1.