(28) 医 器 学 Vol. 68, No. 2 (1998)

研究速報

在宅放射線業務における医療被曝の検討

望 月 博* 高橋喜久彌* 中 村 勝*
山内雅人* 大石勝也* 大野和子*²

1. 研究目的

近年、高齢化社会の進行とともに在宅医療が注目され始めてきた。在宅医療における放射線業務は他の医療分野に比べて大きく遅れている。それは現行法の解釈に問題があり、在宅でのX線撮影を日常業務として行うことは医療法上認められていないことにある。しかし、今後の在宅医療の拡大にともない放射線業務への需要が予想される。在宅でのX線撮影では携帯型X線撮影装置が使用される。現在、携帯型X線撮影装置は自己整流方式が主流であるがインバーター方式の開発も進められている。今回、制御方

式の異なる二種類の装置を使用して装置の特性、被曝線量、散乱線量について比較、検討を行った。

写真2 撮影装置本体

PX 15-HF (インバーター装置)、照射野ランプ、可動絞り、デジタル表示等を備えている。

写真1 携帯型X線撮影装置の概観
FX 15-HF (インバーター装置)、支持装置に本体がセットされている。

2. 使用機器

携帯型X線撮影装置

インバーター方式

PX-15HF (メディソンアコマ)

自己整流方式 TR-20 (東芝メディカル)

ファントム

PBU-SS-2 型 (胸部)

アルダーソnfantom (腹部)

線量計

Victreen 500 Chamber 500-4 (33cc)

電離箱サーベイメーター Aloka ICS-311

X線アナライザー

NERO (Victreen)

3. 実験方法

3-1 装置の特性

X線アナライザーを使用し胸部撮影条件にて

* 愛知医科大学附属病院中央放射線部

*² 愛知医科大学放射線医学教室

(原稿受付日: 1997年10月3日)

管電圧波形, 線量波形を測定した.

管電圧, 照射時間については設定値に対する変動率(10回測定)を求め装置の正確度をテストした.

PX15-HF : 70kV 12mA 0.17sec (2.0mAs)

TR-20 : 70kV 20mA 0.70sec

3-2 散乱線量および被曝線量

散乱線測定は, 焦点-床面距離 120cm とし胸部撮影条件にてファントムに対し頭方, 足方, 右方, 左方に, 0.5m, 1.0m, 1.5m, 2.0mの距離にて測定した. 床面からの距離を 20cm および 120cm とし各3回ずつ測定した.

PX-15HF (インバーター) についてはベッド上での胸部座位撮影, 腹部撮影条件 (80kV 4mAs Grid+) についても各3回ずつ測定を行った.

被曝線量については, ファントム表面に電離箱を置き入射表面線量として測定した. 照射野は, PX15-HF が縦横の可動絞り TR-20 が金属マスクで, とともに 36×36cm とした.

4. 結 果

4-1 装置の特性

管電圧波形は, TR-20 (自己整流) がパルス状波形を示した (図1).

PX-15HF (インバーター) が立ち上がりの鋭い直流波形を示した (図2).

実効エネルギーは, PX-15HF が 31.3keV TR-20 が 26.0keV とインバーターの方が 5.3keV 線質が硬かった (表1).

図1 自己整流方式

管電圧波形

線量波形

図2 インバーター方式

表1 X線アナライザーによる解析

	PX 15-HF	TR-20
最大管電圧 (Kv)	72.5	90.4
平均管電圧 (Kv)	71.3	72.9
照射時間 (sec)	0.168	0.783
照射線量 (mR)	67.0	209
半価層 (mmAl)	2.62	1.69
実効エネルギー (KeV)	31.3	26.0

PX-15HF : 70Kv 2.0mAs (12mA)

TR-20 : 70Kv 20mA 0.7sec

表2 正確度テスト (変動率%)

		PX-15HF	TR-20
管電圧	最大	2.2	5.9
	平均	1.93	3.16
照射時間	最大	1.9	8.8
	平均	1.7	3.9

正確度テストでは, 管電圧は, 最大で 2.2% (PX-15HF), 5.9% (TR-20), 平均で 1.93%, 3.16% となった. 照射時間は最大で 1.9% (PX-15HF), 8.8% (TR-20), 平均で 1.7%, 3.9% となった (表2).

4-2 被曝線量

PX-15HF が 5.5 $\mu\text{C/kg}$ (21.3 mR), TR-20 が 17.3 $\mu\text{C/kg}$ (67 mR) と約 3 倍の差がみられた.

4-3 散乱線

PX 15 HF (インバーター) が TR-20 (自己整流) に比べ約 1/3 に減少していた. 特に, その差はファントムに近いほど顕著であった. 床

(30) 医器学 Vol. 68, No. 2 (1998)

面よりの高さを 20cm および 120cm で測定したが, 20cm の方が若干散乱線が多かった (図 3, 図 4).

PX-15-HF のみベッド上での坐位測定 (測定高 80cm) を行ったが, 臥位とほとんど差は見られなかった (図 5).

PX-15 HF での腹部撮影条件では胸部時に比べ 3 倍近い散乱線を計測した (図 6).

図 3 胸部 臥位

図 4 胸部 臥位

5. 考 察

5-1 装置の特性

自己整流方式は陽極が陰極に対して正となる

図 5 胸部 臥位

図 6 腹部 臥位

半周期のみ管電流が流れる方式であり電圧波形, 線量波形とも, とびとびのパルス状波形となり, 直流波形に近いインバーター方式に比べ単位時間内における線量効率がかなり悪いのが分かる。それゆえ, 同一濃度の写真を得るための撮影条件として, PX-15HF (インバーター) では 70 kV 12mA 0.17sec, TR-20 (自己整流) では 70kV 20mA 0.70sec と撮影時間で 4 倍の違

いを生じた。

また、PX 15-HF による腹部撮影条件は、80 kV 12mA 0.33sec Grid(+) となり、腹部撮影も十分可能と思われる。

撮影条件については、発生装置の容量、および制御方式が大きな原因となると考えられる。携帯型装置の場合、大きさ、重量は自ずと制限されるので容量を大きくするには困難な点が多々ある。このため、いかに効率よく制御し限られた容量で大きな出力を得られるかが課題と考えられる。今回のインバーター方式は従来の自己整流方式に比べ安定した、大きな出力が得られる点が撮影条件を向上させた原因と言える。また、実際の撮影において、PX-15HF (インバーター) は照射野ランプによる照射野の確認、縦横の可動絞りによる必要最小限の絞り、デジタル目盛による撮影条件の設定等、実用上の様々な装備が備わっておりこの点においても高く評価することができる。

5-2 被曝線量

PX 15-HF (インバーター) が TR-20 (自己整流) に対し被曝線量が 1/3 に減少した原因としては、実効エネルギーで 5.3keV 線質の硬いことが考えられる。

携帯型装置の場合、被曝線量の多いことが難点の一つであるが、インバーター装置を使用することにより、被曝線量が 1/3 に減少したことは在宅で撮影する患者にとっては大きな利益と思われる。

5-3 散乱線

携帯型装置による撮影では、患者の被曝ばかりではなく散乱線による術者の被曝が問題となる。患者から 1.5m 以上離れることで散乱線を入射線量の 1/1,000 以下にすることができ鉛エプロンによる防護で十分と考えられる。

しかし、今回の装置はいずれも撮影時に患者と術者の距離は最大 1.5m ほどしか離れられことができず、距離の延長が必要と思われる。

最近では、在宅医療に自治体も注目し始め無料での専用ベッドの貸与がさかんに行われていることから、ベッド坐位撮影での散乱線測定を行

ったが、臥位とほとんど変わらなかった。また、今回の装置の違いの一つである絞り機構について、TR-20 (自己整流) は 1 枚の金属マスクで照射野を決定しているのに対し PX 15-HF (インバーター) は縦横の可動絞りで照射野を最小限に絞ることで無駄な床面からの散乱線の減少が期待できる。

以上、本論文の研究項目に関する限りにおいてインバーター装置の優秀性が明らかとなった。しかし、まだ多くの改良点が指摘される。例えば、発生装置の高出力化、軽量化 (現在 10kg)、ベッド上でも撮影可能な支持機構の改良、構造の安全性、装置と曝射スイッチ間の距離の延長、または無線化等である。

今回のインバーター方式の携帯型 X 線撮影装置は在宅での放射線業務の実現に向け大きな前進と言える。我々はこのようなハード面での充実を示すことにより、現行法の改正へと行政を動かすことが出来るものと確信している。

6. 結 語

今回、制御方式の異なる 2 種類の装置を比較した。インバーター方式は、従来の自己整流方式に比べ安定した高出力で短時間撮影が可能となった。また、光照射野、可動絞り、デジタル目盛等、実際の撮影における装備が充実しており、今後の携帯型装置の一つの方向性を示した装置と言える。

謝辞：本研究を始めるにあたり、携帯型 X 線撮影装置を貸与していただいたメディソンアコマならびに東芝メディカルに深く感謝の意を表わします。

参 考 文 献

- 1) 鈴木昇一：在宅における医療被曝の研究，医科器械学，66(9)：17-22，1996。
- 2) 青柳泰司：放射線機器学，日本放射線技術学会編，137-149，1986。
- 3) 高橋喜久彌：在宅医療における放射線業務の検討，日本放射線技師会誌，44：909-914，1997。
- 4) 常広 譲：インバータ，1989，電気書院。