

## 研 究

# 当施設における X線診断時の患者被ばく線量調査

### —医療被ばくガイドラインとの比較—

浜松赤十字病院 放射線科部

伊藤孝達, 寺澤真毅, 村松真也, 猿田忠司, 水野洋行, 有我久浩,  
石川拓克, 佐藤幸夫, 佐々木昌俊, 松山秀夫, 磯貝明美, 北野光浩

#### 要 旨

【目的】当施設における, 代表的な一般撮影検査時の患者入射面での表面線量を算出し, 日本放射線技師会医療被ばく委員会が提示した, 医療被ばくガイドラインとの比較検討を行う。【方法】当施設の技師12名に, 合計20部位の撮影管電圧, 管電流, 撮影時間, 焦点-フィルム間距離の撮影条件についてのアンケート調査を行い, NDD 表面線量簡易換算式を用いて, 表面線量を計算によって求めた。【結果】技師間でもっとも表面線量に違いがあった部位は胸椎側面だった。当施設の平均値と比較すると Guthmann 法以外の撮影部位は, 医療被ばくガイドラインの数値を超えることはなかったが, 技師別で見ると手指骨・Guthmann 法・小児腹部正面(3才児)の3部位でガイドラインを超える技師がいた。【結論】医療被ばくの低減目標値であるガイドラインを超えていた部位については, 撮影条件を見直し, 十分に画質を保ちながら被ばく低減を行う必要がある。

#### Key words

被ばく線量, NDD, 医療被ばくガイドライン

## 緒 言

職業被ばくや公衆被ばくについては, 法令によって線量限度が規定され, 厳しい管理が行われているのに対して, 医療被ばくには線量限度は定められていない。同じ撮影部位であっても, 施設によって患者が受ける被ばく線量は大きく異なるとの報告がある<sup>1-2)</sup>。しかし, 放射線防護の最適化という点から一回一回の被ばく線量をできるだけ低減する努力が必要である。

国際放射線防護委員会 (International Commission on Radiological Protection, 以下 ICRP) 1990年勧告は, 放射線防護の最適化の判断を行う場合の制限条件として「1つの着目している線源からの個人被ばく線量の上限值」すなわち線量拘束値を設定することを勧告している<sup>3)</sup>。また国際原子力機関 (International Atomic Energy Agency, 以下 IAEA) は, 放射線防護の基本安全基準の中で, 医療被ばく低減のためのガイダンス

レベルを設定することを呼びかけた<sup>4)</sup>。それを受けて我が国でもガイダンスレベル案が報告されている<sup>5-7)</sup>。

今回我々は, Non Dosimeter Dosimetry (以下 NDD) 表面線量簡易換算式<sup>8-10)</sup>により, 当施設の患者入射面の表面線量を求めた。そして当施設で患者が受ける被ばく線量と, 報告されている中でもっとも厳しい数値の日本放射線技師会医療被ばく委員会が提示した, 「医療被ばくガイドライン」との比較検討を行ったので報告する。

## 使用機器および撮影室

### 1. 使用機器

Computed Radiography (以下 CR)

FUJI FCR AC-3CS-HQ (CR-1 R334)

Imaging plate (IP)

FUJI ST-VA (標準感度)

### 2. 撮影室

撮影室 1

単相全波装置 (東芝社製)

X線発生装置: KXO-15

X線管球: DRX-1603B

固有フィルター: 0.7mmAl

X線可動絞り: TF-6TL-6

1.2mmAl当量

付加フィルター: 1.5mmAl当量

撮影室 2

インバータ式装置 (東芝社製)

X線発生装置: KXO-50G

X線管球: DRX-2924HD

固有フィルター: 1.1mmAl

X線可動絞り: TF-6TL-6

1.2mmAl当量

付加フィルター: 0.6mmAl当量

## 方 法

当施設の診療放射線技師 (以下技師) 12名に撮影条件についてアンケート調査を行った。アンケート項目は, ①大人胸部立位正面, ②大人胸部立位側面, ③大人腹部立位正面, ④大人腹部臥位正面, ⑤腰椎正面, ⑥腰椎側面, ⑦胸椎正面, ⑧胸椎側面, ⑨骨盤正面, ⑩股関節正面, ⑪頭部正面, ⑫頭部側面, ⑬膝関節正面, ⑭手指骨正面, ⑮ Guthmann 法 (骨盤計測撮影法の1つ。胎児頭, 母体骨盤産道との関係把握を目的とする骨盤側面撮影法), 小児胸部正面 (⑯0才児, ⑰3才児), 小児腹部正面 (⑱0才児, ⑲3才児), ⑳乳幼児股関節の20部位についての撮影管電圧, 管電流, 撮影時間, 焦点-フィルム間距離であった (表1)。なお, 各項目における撮影条件は, その年齢での標準体型<sup>1), 6)</sup>を想定してもらい記入をお願いした。表面線量はアンケートで得られた撮影条件から森らのNDD表面線量簡易換算式 (Original) を改良した佐藤のNDD表面線量簡易換算式 (Modify)<sup>8~10)</sup>を用いて計算によって求めた。

NDD表面線量簡易換算式 (Modify) を1) 式に示す。

$$D \text{ (mGy)} = \text{NDD} \cdot M \text{ (f)} \times \text{mAs} \times (1/\text{FSD})^2 \dots 1)$$

NDD・M(f): 各整流方式毎の管電圧と総ろ過に

表1 撮影条件に関するアンケート用紙

撮影部位	管電圧 (kV)	管電流 (mA)	時間 (sec)	フィルム-焦点間距離 (cm)	患者体厚 (cm)	撮影室 <sup>※</sup>
1 大人胸部立位正面					20	3
2 大人胸部立位側面					30	3
3 大人腹部立位正面					18	3
4 大人腹部臥位正面					18	3
5 腰椎正面					18	6
6 腰椎側面					25	6
7 胸椎正面					20	6
8 胸椎側面					30	6
9 骨盤正面					18	6
10 股関節正面					18	6
11 頭部正面					18	6
12 頭部側面					18	6
13 膝関節正面					12	6
14 手指骨					2	6
15 Guthmann法					33	6
16 小児胸部正面0才児					10	6
17 小児胸部正面3才児					13	6
18 小児腹部正面0才児					13	6
19 小児腹部正面3才児					13	6
20 乳幼児股関節					7	6

※ 3: インバータ式装置  
6: 単相全

よる係数

mAs : 管電流 (mA) × 撮影時間 (sec)

FSD : 焦点-皮膚間距離 (focus-skin distance, 以下 FSD) (m)

焦点-フィルム間距離から患者体厚を減じた距離

## 結 果

1. 技師12名の同部位における表面線量の違い (表2)

インバータ装置での大人胸部立位正面・側面撮影および大人腹部立位・臥位撮影で技師間の差は少なかった。大人胸部側面撮影での撮影条件は12名の技師で同じであり, よって表面線量も同じであった。

技師間で, 最小値と最大値の最も大きな差を生じた撮影部位は胸椎側面撮影だった。この差は4倍であった。

2. 医療被ばくガイドラインとの比較 (表3)

各撮影部位の当施設での平均表面線量と, 医療被ばくガイドラインとの線量比は, ①大人胸部立位正面で0.43, ②側面で0.90, ③大人腹部立位正面で0.60, ④臥位正面で0.55, ⑤腰椎正面で0.64, ⑥側面で0.65, ⑦胸椎正面で0.60, ⑧側面で0.52, ⑨骨盤正面で0.58, ⑩股関節正面で0.48, ⑪頭部正面で0.52, ⑫側面で0.59, ⑬膝関節正面で0.33, ⑭手指骨で0.76, ⑮Guthmann法で1.08, ⑯小児胸部正面 (0才児) で0.43, ⑰3才児で0.58,

表2 当施設の技師による表面線量の違い(mGy)

撮影部位	最小値	3/4値	最大値	平均値
大人胸部立位正面	0.122	0.130	0.130	0.129±0.002
大人胸部立位側面	0.719	0.719	0.719	0.719±0.000
大人腹部立位正面	1.793	1.793	1.852	1.798±0.017
大人腹部臥位正面	1.599	1.617	1.793	1.649±0.087
腰椎正面	2.118	3.644	4.158	3.220±0.749
腰椎側面	7.105	10.920	11.062	9.746±1.362
胸椎正面	1.176	2.818	3.063	2.414±0.573
胸椎側面	1.710	4.680	6.880	4.123±1.557
骨盤正面	1.133	1.773	2.677	1.744±0.462
股関節正面	1.239	2.139	2.677	1.915±0.459
頭部正面	1.215	1.817	2.065	1.571±0.258
頭部側面	0.855	1.270	1.354	1.178±0.181
膝関節正面	0.142	0.166	0.213	0.167±0.021
手指骨	0.037	0.084	0.101	0.076±0.020
Guthmann法	9.464	9.464	10.670	9.705±0.471
小児胸部正面0才児	0.059	0.090	0.091	0.086±0.009
小児胸部正面3才児	0.059	0.145	0.183	0.116±0.036
小児腹部正面0才児	0.097	0.145	0.194	0.127±0.030
小児腹部正面3才児	0.320	0.427	0.576	0.404±0.086
乳幼児股関節	0.032	0.048	0.056	0.044±0.007

表3 医療被ばくガイドラインとの比較(mGy)

撮影部位	当施設の平均値	日本放射線技師会 医療被ばくガイドライン
大人胸部立位正面	0.129	0.3
大人胸部立位側面	0.719	0.8
大人腹部立位正面	1.798	3
大人腹部臥位正面	1.649	3
腰椎正面	3.220	5
腰椎側面	9.746	15
胸椎正面	2.414	4
胸椎側面	4.123	8
骨盤正面	1.744	3
股関節正面	1.915	4
頭部正面	1.571	3
頭部側面	1.178	2
膝関節正面	0.167	0.5
手指骨	0.076	0.1
Guthmann法	9.705	9
小児胸部正面0才児	0.086	0.2
小児胸部正面3才児	0.166	0.2
小児腹部正面0才児	0.127	0.3
小児腹部正面3才児	0.404	0.5
乳幼児股関節	0.044	0.2

⑱小児腹部正面(0才児)で0.42, ⑲3才児で0.81, ⑳乳幼児股関節で0.22だった。Guthmann法以外は医療被ばくガイドラインの値を超えることはなかった。

しかし最大線量で比較すると手指骨, Guthmann法, 小児腹部正面(3才児)の3部位で, 医療被ばくガイドラインの数値を超える技師がおり, Guthmann法では12名の技師全員9mGyを超えていた。

## 考 察

ICRP 1990年勧告では, X線診断における線量の低減にはかなりの余地が残されていることを指摘し, 類似のX線検査から受ける被ばく線量の範囲が現状では2桁程度の幅があるとしている<sup>3)</sup>。金らは青森県内79施設の被ばく線量の調査を行った。その報告によると, 表面線量の施設間格差がもっとも大きかった部位は大人胸部側面で, 300倍を超えており, Guthmann法, 骨盤正面では100倍を超え, 他の撮影部位でも20倍を超えていた<sup>1~2)</sup>。

表面線量は撮影条件によって変わり, 撮影条件は同じ撮影部位であっても患者によって変わる。たとえば胸部・腹部などの息止めを必要とする部位にも関わらず患者がそれを行うことができない場合は, 管電流を上げて照射時間を短くする。また体格の著しく大きな患者では, 普段リスホルムブレンデ(以下リス)を使用しないで撮影する部位でも, リスを使用する。その時は当然, リスを使用したほうが表面線量は大きくなる。そしてその判断は撮影する技師にまかされている。

当施設での技師間で最も表面線量の差があった部位は胸椎側面であった。今回のアンケートでは第何番目の胸椎撮影かを指定しなかったことが, ばらつきを生じた要因と考えられるが, それだけでは4倍の差の説明がつかない。これは従来のscreen-film系(以下SF系)では考えられず, CRならではの広いラチチュードと, 自動感度調整による安定した濃度で写真が得られるために, 技師による厳密な最適化が行われなかった結果生じたと考えられる。今回は画質に対しての検討を行っていないが, CR撮影においてもSF系のように撮影部位, 目的, 厚さに応じた適切な撮影条件を決定する必要がある。もう1度胸椎側面撮影条件の見直しが必要である。また技師間で差が少なかった撮影部位は, インバータ装置で撮影する大人胸部・腹部での撮影であった。この理由として撮影条件をタッチパネルで設定することができ, FSDが固定されているためと思われる。

ICRP 1990年勧告, またIAEAガイダンスレベ

ルを受けて森らは、全国から無作為に抽出した2000施設の医療機関に対してX線撮影についてのアンケート調査を行い、各施設より回答されたX線撮影条件よりNDD表面線量簡易換算法を用いて表面線量を算出し、その3/4値を日本案ガイダンスレベルとして提案した<sup>6)</sup>。鈴木らは1000施設を対象として調査を行い、電離箱線量計で表面線量を測定した<sup>11)</sup>。その森、鈴木らの報告データを参考にして、日本放射線技師会から医療被ばくガイドラインが提示された<sup>7)</sup>。この数値は調査集団全施設4分の3の施設がすでにこの線量以下で撮影されている現状から、最適化が行われればほとんどの施設で達成可能な医療被ばく低減目標値として設定された。当施設の平均値と医療被ばくガイドラインを比較すると、Guthmann法以外は医療被ばくガイドラインを超えることはなかったが、技師別で見ると手指骨・Guthmann法・小児腹部正面(3才児)でガイドラインを超える技師がいた。Guthmann法ではガイドラインの9mGyを全員超える表面線量で撮影していた。この撮影法は妊婦を対象としたものであり胎児への影響を考慮し被ばく線量の低減を図る必要がある。

今回撮影条件に注目した理由は、技師間でのばらつきが予想されたためである。ただ表面線量が少なければいいというわけではない。画質を損ねることなく、もう1度撮影条件を見直し、すべての部位でしかも技師12名だれが撮影しても医療被ばく委員会が提示した、医療被ばくガイドライン以下の線量になるように努力していきたい。

### 参考文献

- 1) 金正宜, 福士彰二, 太田文夫ほか. 青森県内のX線診断時の患者被曝線量調査. 日本放射線技師会雑誌 2000; 47: 544-553.
- 2) 金正宜, 福士彰二, 太田文夫ほか. 青森県内におけるX線検査時の撮影条件等と被曝線量: アンケート調査の集計結果による検討. 日本放射線技師会雑誌 2000; 47: 983-991.
- 3) ICRP. 日本アイソトープ協会訳. 国際放射線防護委員会の1990年勧告. 1991. p. 52-53.
- 4) IAEA. International basic safety standards for protection against ionizing radiation and the safety of radiation sources. IAEA safetyseries No. 115. Vienna: IAEA; 1996. p. 279-280.
- 5) 古賀佑彦, 森剛彦, 鈴木光昭ほか. IAEAの国際放射線安全基準の日本のサーベイに基づく医療被曝のガイダンスレベルの設定に関する研究. 平成7年度厚生科学研究費補助金健康政策調査研究事業「医療用放射線の有効利用と安全に関する研究」班会議(古賀班)報告書. 1996, 3.
- 6) 森剛彦, 佐藤 斉, 鈴木光昭ほか. IAEAのガイダンスレベルのわが国での設定に関する研究. JAMP課題別研究会(Topic Oriented Research Group, TORG)「X線診断による患者の被曝低減に関する研究会」報告書. 1998, 2.
- 7) 日本放射線技師会医療被曝ガイドライン委員会. 医療被ばくガイドライン(低減目標値). 日本放射線技師会雑誌 2000; 47: 1694-1710.
- 8) 森剛彦, 佐藤 斉, 鈴木光昭ほか. 一般撮影・透視における患者被曝線量の標準測定法(前越案). 平成8年度厚生省研究班患者被曝線量の標準測定法に関する研究. 1996.
- 9) 茨城県放射線技師会, 日本放射線技師会技術学会茨城県支部被曝低減委員会. X線診断領域における患者の表面入射線量簡易換算式: NDD法. 1996.
- 10) 粟井一夫, 福本善巳, 山口和也ほか. 診療用X線検査時の患者被曝線量を知る方法. 日本放射線技術学会雑誌 1997; 53: 1850-1861.
- 11) 鈴木昇一, 藤井茂久, 浅田恭生ほか. わが国におけるX線撮影時の患者被ばく線量解析: 過去23年間の推移について. 日本放射線技師会雑誌 1999; 46: 382-393.