

X線撮影時の再撮影に関する分析

折戸武郎*1, 越田吉郎*1, 前川龍一*1, 平木辰之助*1, 古賀佑彦*2, 竹内 昭*2

(1984年12月3日受理)

(1985年2月8日再受理)

Survey and Analysis of the Actual State of X-ray Re-examination

Takeo ORITO,*1 Kichiro KOSHIDA,*1 Ryuichi MAEKAWA,*1 Tatsunosuke HIRAKI,*1
Sukehiko KOGA*2 and Akira TAKEUCHI*2

KEY WORDS : re-examination, retake rate, extraexposure, patient dose, genetically significant dose, per caput mean bone marrow dose, leukemia significant dose

I 緒 言

X線診断における患者防護のための方策として、医師の臨床判断や技術的な問題などがある。国際放射線防護委員会 (ICRP)¹⁾ では、放射線防護の基本原則として、正当化 (justification), 最適化 (optimization), 線量限度 (dose limitation) の三つを挙げている。医療上の X 線照射には線量限度は設けられていない。したがって、X 線検査を実施することが正当化されたならば、X 線照射によって、患者の利益を損ねることのないよう最適の技術を駆使し、より多くの診断情報が得られるよう努力すべきである。これには適当な放射線機器および関連機器の選択およびその取扱いが重要な役割を果たす。さらに、実際に X 線撮影を担当する診療放射線技師個人の知識や技術の熟練度が大きく関与する。こうした中で、再撮影は患者にとってまったく余分の被曝であり、何の利

益をも享受するものではない。そこで、今回、中部地方の病院を対象に再撮影がどの程度行われているか調査し、その原因を分析し、どのような対策を講ずればよいか検討を行ったので報告する。あわせて、再撮影が経済的にどの程度の損失を与えるか、またそれが医療被曝による国民 1 人当りの年間の遺伝有意線量 (genetically significant dose), 平均骨髄線量 (per caput mean bone marrow dose), 白血病有意線量 (leukemia significant dose) にどのくらい関わっているか試算した。

II 調査内容および方法

再撮影の調査は第 1 表に示すような内容で行った。放射線科 (部) においてなるべく日常診療に支障を来さないよう配慮し、あらかじめ、再撮影時に予測される理由を 6 項目に分け、該当する事由に○印をつけてもらうようにした。このとき毎日の総使用枚数をフィルムサイズ別にし、別紙に記入してもらった。調査対象は、金沢医科大学病院、名古屋大学病院、愛知医科大学病院、国立金沢病院、名古屋保健衛生大学病院、名古屋市立大学病院、国立豊橋病院、国立療養所中部病院、常滑市民病院、国立名古屋病院、東海中央病院の 11 施設である。調査期間は昭和 56 年 6 月 22 日から 7 月 4 日までの 2 週間とした。

*1 金沢大学医療技術短期大学部診療放射線技術学科; 金沢市小立野 5-11-80 (〒920)

Division of Radiology, The School of Allied Medical Professions, Kanazawa University; 5-11-80, Kodatsuno, Kanazawa-shi, Ishikawa-ken, 920.

*2 藤田学園保健衛生大学医学部放射線医学教室; 愛知県豊明市杣掛町 (〒470-11)

Department of Radiology, Fujita Gakuen Health University; Kutsukake-cho, Toyoake-shi, Aichi-ken, 470-11.

第1表 再撮影理由の調査用紙

年齢 (歳)	昭和 年 月 日
性別 1. 男 2. 女	
フィルムサイズ	
撮影部位	
再撮指示者 1. 放射線医 2. 医師 3. 放射線技師	
再撮理由	
1. 医師側の理由	
1-1 指示不明りょう	
1-2 透視中の撮影における位置ずれ	
1-3 その他 ()	
2. 患者側の理由	
2-1 動き (呼吸不停止含む)	
2-2 金属類を身につけていた	
2-3 その他 ()	
3. 撮影技術	
3-1 整位不良	
3-2 必要部位の欠如 (絞りすぎ, 小さいフィルム)	
3-3 条件の過または不足	
3-4 撮影タイミングのズレ	
3-5 二重撮り	
3-6 連続, 断層撮影の操作上のミス	
3-7 その他 ()	
4. 装置に原因	
4-1 整備不良 (線束中心不一致等も含む)	
4-2 故障	
4-3 電源の急激な変動	
4-4 その他 ()	
5. 受像側	
5-1 増感紙とフィルムの密着不良	
5-2 増感紙上のゴミ	
5-3 フィルムのかぶり	
5-4 フィルムのスタチック	
5-5 フィルムの入替ミス	
5-6 その他 ()	
6. 現像側	
6-1 現像機の故障, 不調整	
6-2 暗室ランプによるかぶり	
6-3 その他 ()	

注 ミスフィルム1枚につき, この調査票1枚あて記入して下さい。ただし, 連続断層撮影等で複数枚数ミスの出た場合は, その枚数を記入して下さい。

III 結 果

1. 再撮影の頻度

各施設で調査期間に使用したフィルム枚数, 再撮影枚数および再撮影の割合を第2表に示す。11施設については前記の記載順序とは関係なくA~Kの記号で示した。再撮影の割合は0.9~2.55%の範囲にあり, その平均は1.79%であった。再撮影の理由を各施設別にみると第3表のようである。再撮影の理由で一番多いのは「撮影技術」に由来するものであり, 次いで「患者側」「装置に原因するもの」「医師側の理由」「受像側」「現像側」の順となっている。A病院で医師側の理由が25.6%と高いのは, 造影撮影のとき, カテーテルの接続不良と三方活栓が閉じていたためである。K病院で装置に原因する理由が73.9%と高いのは胃透視時にフィルムの2枚送りがあったためである。こうして行われた再撮影は誰の指示によるかを見ると第4表のようである。次いで, 検査方法別に再撮影の理由を分析してみると第5表のようになる。断層撮影は, すべての診断部位での断層像を得るものを含んでいる。透視とは, 胃, 食道, 注腸, ミエログラフイーなどの透視撮影をいう。血管撮影は, 腹部, 胸部, 心臓, 頭部, 四肢などの血管造影をいう。造影とは, 子宮卵管造影, 尿道, 膀胱, 胆のう, 点滴静注腎盂造影, 経静脈性腎盂造影, 耳下腺, 点滴静注胆のう造影など血管系造影以外のものである。単純撮影とは上記以外のすべてである。

2. 再撮影による経済的損失

再撮影による経済的損失がどれだけかを求めるとき,

第2表 調査11施設の総使用枚数と再撮影枚数および再撮影率

病院	撮影枚数	再撮影枚数
A	7,439	160(2.15%)
B	4,215	58(1.38%)
C	9,125	155(1.70%)
D	8,135	133(1.63%)
E	4,976	127(2.55%)
F	6,617	145(2.19%)
G	5,398	61(1.13%)
H	2,204	46(2.09%)
I	1,563	27(1.73%)
J	2,101	35(1.67%)
K	2,564	23(0.90%)
	54,337	970(1.79%)

第3表 各施設の再撮影理由の分析

(%)

Hospital	再撮影の理由					
	医師側の理由	患者側の理由	撮影技術	装置に原因	受像側	現像側
A	25.3	16.3	55.1	3.1	1.3	0.6
B	1.7	37.9	48.3	5.2	6.9	0.0
C	0.0	5.2	83.9	8.4	1.3	1.3
D	0.8	13.5	67.7	18.0	0.0	0.0
E	1.6	15.7	70.9	8.7	0.0	3.9
F	2.1	13.1	81.2	2.1	1.4	0.0
G	0.0	21.3	60.7	18.0	0.0	0.0
H	4.3	34.8	41.3	0.0	8.7	10.9
I	7.4	7.4	74.1	11.1	0.0	0.0
J	5.7	20.0	60.0	0.0	14.3	0.0
K	0.0	8.7	17.4	73.9	0.0	0.0
Mean	5.6	15.7	66.2	9.3	2.0	1.3

第4表 11施設での再撮影指示者

再撮影の枚数	970
再撮影の指示者	
放射線医	1.3%
医師	8.2%
放射線技師	80.8%
不明	9.6%

計算を単純にするため、すべての再撮影でフィルムは四ツ切、自動現像機は90秒処理機を使用したと仮定した。フィルムの購入価格を含めて、X線写真として仕上げるまでの諸経費は調査時で約283.3円であった。したがって、調査施設11カ所での再撮影による調査期間中の経済的損失は123,151円となる。年間50週稼動し、再撮影率は年間を通じ変動しないとすれば、1施設当り年間

525,343円余分に支出したことになる。

3. 再撮影が医療被曝線量増加に及ぼす影響

再撮影が国民1人あたりの遺伝有意線量、平均骨髄線量、白血病有意線量に寄与する割合を求めた。これらは、橋詰ら^{2,3)}が報告しているデータすなわち、性別、診断部位別の年間撮影枚数、遺伝有意線量、平均骨髄線量、白血病有意線量の値をもとに算出した。しかし、今回は年齢別の因子を考慮していない。さらに、われわれの調査では男女別の再撮影率がわからないため、橋詰らのデータをもとに次式にて男女別、診断部位別の撮影枚数を求め、これより再撮影率を求めた。

$$N_{i,s} = T_s \times \frac{N_{i,p}}{T_p}$$

ただし、

$N_{i,s}$: 診断部位 (i) の撮影枚数

第5表 撮影方法別にみた再撮影の理由

再撮影理由	単純撮影	断層撮影	透視	血管撮影	造影撮影	不明
医師側	15	2	0	37	0	0
患者側	120	13	0	0	10	9
撮影技術	370	205	6	11	21	29
装置	55	10	1	15	6	3
受像側	16	2	0	0	0	1
現像側	12	0	0	0	0	1
合計	588	232	7	63	37	43

T_s : われわれの調査期間における総撮影枚数

$N_{i,p}$: 橋詰らの調査による診断部位 (i) の撮影枚数

T_p : 橋詰らの調査による総撮影枚数

こうして求めた, 各部位別 (橋詰ら²⁾ の分類による), 男女別の再撮影率を第6表に示す。これをもとに再撮影が遺伝有意線量, 平均骨髄線量, 白血病有意線量にどの程度関わるかをみるとき次式が成り立つ。

$$\frac{\sum (GSD)_{I,M} \times ((RE)_{I,M} + 1)}{\sum (GSD)_{I,M}} + \frac{\sum (GSD)_{I,F} \times ((RE)_{I,F} + 1)}{\sum (GSD)_{I,M}} = 1.034$$

$$\frac{\sum ((CMD)_{I,M} \times ((RE)_{I,M} + 1))}{\sum (CMD)_{I,F}}$$

第6表 橋詰ら²⁾ のデータをもとに求めた診断部位別, 男女別の再撮影率の割合 (%)

Type of examination	Male	Female
Head	6.6	7.1
Cervical	1.8	4.2
Shoulder	2.8	6.2
Thorax	10.1	13.6
Chest	1.9	1.4
Esophagus	0.8	3.3
Barium meal	0.1	0.02
Gall	0.5	0.2
Abdomen	6.1	2.5
Barium enema	0	0
Dorsal	9.7	4.6
Lumbar.	0.8	2.3
Pelvis	3.5	1.2
Urography	1.6	3.3
Bladder	2.2	3.7
Hystero.	0	2.1
Pelvimetry	0	0
Obsteric	0	0
Breast	0	9.6
Hip joint	6.4	8.8
Femur	9.3	29.1
Lower leg	0.6	0.5
Myelo.	9	4.0
Angio.	11.1	2.2
Tomo.	26.9	18.8
Hand	1.2	2.6
Finger	0	0

$$+ \frac{\sum (CMD)_{I,F} \times ((RE)_{I,F} + 1)}{\sum (CMD)_{I,F}} = 1.013$$

$$\frac{\sum (LSD)_{I,M} \times ((RE)_{I,M} + 1)}{\sum (LSD)_{I,M}}$$

$$+ \frac{\sum (LSD)_{I,F} \times ((RE)_{I,F} + 1)}{\sum (LSD)_{I,F}} = 1.011$$

ただし,

$GSD_{I,M}$: 診断部位 (i) における男性の遺伝有意線量

$GSD_{I,F}$: 診断部位 (i) における女性の遺伝有意線量

$RE_{I,M}$: 診断部位 (i) における男性の再撮影率

$RE_{I,F}$: 診断部位 (i) における女性の再撮影率

$CMD_{I,M}$: 診断部位 (i) における男性の平均骨髄線量

$CMD_{I,F}$: 診断部位 (i) における女性の平均骨髄線量

$LSD_{I,M}$: 診断部位 (i) における男性の白血病有意線量

$LSD_{I,F}$: 診断部位 (i) における女性の白血病有意線量

すなわち, 再撮影が国民1人当りの遺伝有意線量, 平均骨髄線量, 白血病有意線量に寄与する割合はおのおの3.4, 1.3, 1.1% であることがわかった。

IV 考 察

X線診断は国民の健康を維持増進させるために大きく寄与している。こうした中で再撮影は, 患者に対し何ら利益をもたらすものでなく, 加えて, 経済的損失を生ずるのでまったく余分のものである。したがって, 再撮影の頻度を正確に把握しておき, その対策を考えておくことは重要である。わが国においては, 古賀⁴⁾が, 1968年愛知県内五つの病院で調査を行い, 再撮影の頻度は1.25~2.47%と報告している。北畠⁵⁾の報告も同じような内容である。諸外国では⁶⁻⁹⁾, この値が3~12%の範囲にあり, わが国より若干高い値が報告されている。しかし, 現在のところ, その原因は明らかではない。わが国の前二者の報告は10年以上経過しており, その間, 診療放射線技師の知識, 経験に変化があるだろうし, 放射線機器の品質管理が徹底し, 自動露出制御器などの改良が見られる。こうしたことを勘案したとき, この種の調査は, 定期的実施することによってその価値が増し, 将来を予測する重要な手がかりとなる。

再撮影が行われるのは, フィルムの画質がよくないか, あるいはそのフィルムが必要な臨床情報をもっていない場合である¹⁰⁾。臨床情報を含んでいないときの再撮影に「再撮影」という評価を与えるのは大変むずかしい。これには臨床判断の問題が含まれるので, こうしたとき, 再撮影を行うのはX線検査の追加という形をとる

第7表 全施設での再撮影理由の分析

再撮影の理由	
1. 条件の過または不足	304 (31.3%)
2. 患者の動き	140 (14.3%)
3. 整位不良	130 (13.4%)
4. 必要部位の欠如	94 (9.7%)
5. 連続、断層撮影の操作上のミス	54 (5.6%)
6. その他	248 (25.6%)

可能性がある。したがって、再撮影と断定できるのは、技術的なものが原因する場合が多いであろう。再撮影の理由を第7表に示す。理由としては撮影技術に関するものがほとんどで露出の過不足、整位不良が大半を占めている。整位不良は診療放射線技師の技術に依存することが多いので、これには日頃の十分な訓練が必要であろう。さらに、日常の装置、機器の品質管理が十分であれば、露出の過不足等も補えるであろう。また、正確な作動が保障された自動露出制御機構を採用するのも一つの解決方法と考えられる。装置、関連機器の適正な選択と品質管理が十分ならば第7表に示した理由による再撮影率をより低い値に保つことができよう。

再撮影指示者を見ると、放射線科医の少ないが目立つ。現状では、X線撮影は中央診療システムを採用する施設が多く、その場合は撮影技術の提供のみとなり、放射線科医のかかわりが深くないため、やむをえないことであろう。理想としては、各科からの撮影依頼により撮影されたフィルムは診療放射線技師の判断のみで再撮影を行うのみでなく、放射線科医との共同作業で行うのが好ましい姿であろう。

再撮影は、施設にとって大きな経済的負担である。1施設当り年間525,343円の支出は原価のみである。経済的負担の費用算出には、その他、装置の消耗あるいは医師、診療放射線技師の person 費、事務的経費や患者の移動に伴う諸経費など計算のむずかしい因子もあり、これらも考慮に入れると莫大なものになる。全国的な規模での経済的負担は原価のみでみても約2億円と推定される。

橋詰の調査では、X線撮影件数に再撮影分が含まれているか否かを確認していない¹¹⁾。もし、再撮影を含んでいないとすれば、遺伝有意線量、平均骨髄線量、白血病有意線量に、再撮影による寄与分を加えてやらなければならない。橋詰ら³⁾の報告しているX線撮影による国民1人当りの遺伝有意線量、平均骨髄線量、白血病有意線量はおおの 10.02, 40.5, 32.8 mrad/人/年である。

したがって、これらはおおの 10.36, 41.0, 33.2 mrad/人/年と修正する必要がある。わが国の再撮影率は諸外国に比べ、低率であり、国民1人当りに与える線量は少ないと考えられる。しかし、諸外国の報告では、わが国より多少再撮影率が高いので、これがどの程度影響を及ぼしているか早急に解析し、対策を講ずる必要がある。今後、X線装置および関連機器の品質管理あるいは撮影技術のよりいっそうの向上が予測されるが、再撮影は何ら利益を生ずるものではないので、早急かつ慎重な対応を検討する必要がある。

V 結 論

X線撮影時の再撮影の割合を中部地方11施設で調査し、これが経済および国民1人当りの線量に与える影響について分析し、以下の結論を得た。

- 11施設での再撮影率は0.9~2.55%の範囲にあり、その平均は1.79%であった。
- 再撮影の理由を分析してみると、撮影技術に関するものが多く、全体の66.2%を占めていた。
- 11施設での再撮影による経済的損失は、調査期間で231,151円となり、年間50週稼働したとすれば、1施設当り年間525,343円余分に支出したことになる。
- 再撮影が国民1人当りの遺伝有意線量、平均骨髄線量、白血病有意線量に寄与する割合はおおの 3.4, 1.3, 1.1%であることがわかった。
- 以上の結論より、よりいっそう撮影技術の向上を図り、X線装置および関連機器の品質管理をさせ、再撮影を低減させることを提案した。

参 考 文 献

- 1) 国際放射線防護委員会勧告 (1977年1月27日採択), ICRP Publication 26, p.4 (1977), 日本アイソトープ協会, 東京.
- 2) 橋詰 雅, 丸山隆司, 野田 豊, 福久健二郎; 日本医放会誌, 40, 885 (1980).
- 3) 橋詰 雅, 丸山隆司, 野田 豊, 岩井一男, 福久健二郎, 西沢かな枝; 日本医放会誌, 41, 132 (1981).
- 4) 古賀佑彦; 日本医放会誌, 27, 1387 (1968).
- 5) 北畠 隆; 日本医放会誌, 35, 228 (1975).
- 6) B.M. BURNETT, R.J. MAZZAFERRO and W.W. CHURCH; U.S. DHEW (FDA) 76-8016, July, Rockville, Maryland 20857 (1975).
- 7) R.J. BERRY and R. OLIVER; *Br. J. Radiol.*, 47, 475 (1976).

- 8) A. MCKINALY and B. McCAULEY; *Br. J. Radiol.*, **50**, 233 (1977).
9) Bureau of Radiological Health; U.S. Department of Health, Education and Welfare HEW
10) X線診断における患者の防護, ICRP Publication 34, p.65 (1983), 日本アイソトープ協会, 東京.
11) 丸山隆司, 私信.