



Title	X線遮蔽に関する基礎的?究 第11報 利用線の遮蔽について
Author(s)	橋詰, 雅
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1955, 15(9), p. 797-802
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17612
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

X線遮蔽に関する基礎的研究

第11報 利用線の遮蔽について

信州大學醫學部放射線醫學教室(主任 金田弘教授)

橋 詰 雅

(昭和30年7月26日受付)

I 緒 言

著者は「X線遮蔽に関する基礎的研究」第1報¹⁾にて80~200KVの治療用定電圧X線装置を使用して、鉛の吸収曲線を求め、これを基礎にして、X線の遮蔽方法について總括的な検討を行った。當時は未だ醫療法の改正等も考えられておらず、従つて著者も單に現行法の不備と思われる2.3の點を指摘するに止めておいた所、近々1,2年の間に米國のNBS²⁾、獨乙DIN³⁾及び國際勸告⁴⁾と矢つぎ早にX線遮蔽に関する報告が發表された。しかしこれ等外國に於ける報告は、いずれも著者が既に發表した考えの域を越えているものはない。これ等の國外の發表と共に我國に於ける放射線障害の現説と、多方面に渉る放射線の應用並びに利用の進展は赴くところ醫療法施行規則の改正に向い、日本醫學放射線學會の強き要望と共に、文部、厚生、電通及び労働の各省、並びに人事院もこの問題に関心を持つ様になつた事は眞に喜ぶべき事と言えよう。

偶々著者は厚生、労働の本研究班の一員となり、又學會の災害豫防委員會に推され、その一部を擔當する事になつたので、現行醫療法の規定にこだわる事なく、又最近公表された各國の規定及び國際勸告にとらわれず(これ等の考え方が必ずしも最善と思われない)、全く独自の立場でX線遮蔽の問題を検討したのでその概要を此處に報告する。

尚本研究にあたり終始著者を善導された慈恵醫大、樋口助弘教授、電氣試験所、伊藤放射線課長日本醫學放射線學會災害豫防委員會、同物理委員

會及び信州大學、金田弘教授に謝意を表し、測定にあたり常に獻身的努力を吝まなかつた信州大學病院中央レントゲン部員一同の勞を多とする。

II 研究目標

直接線について種々の面から検討し、次の各項に必要な鉛當量を算出する。

- (1) 利用線遮蔽に必要な鉛當量
- (2) 螢光板鉛ガラスに必要な鉛當量

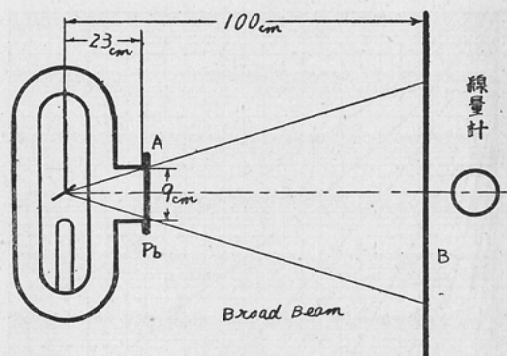
III 測定器

測定には大線量を島津製キュストナー線量計、中等度の線量には振動容量型電位計を線量率計とし、小線量には同上電位計を積算型として使用した。

IV 測定方法

鉛によるX線の減弱曲線の測定には第1圖の如く廣散線束を使用した。

第1圖 減弱曲線測定圖



管球容器の鉛當量の測定にはA點に鉛を置くべきであり、利用線の測定にはB點に鉛を置くべきであるが、後者の場合A點に置いても餘り差がな

いので、(空氣散亂量と鉛からの二次線量の差)鉛の量が少なくてすむA點に鉛をおいて測定した。

- (1) 濾過板及びシャッターは第1報と同様
- (2) 線束の幅は管球焦點から23cmで9×9cmとした。

(3) 線量計は線束の中央で焦點より1mの所に置いた。

40~200KVでは島津製信愛 200-20型(グライナッヘル)を使用した。250~400KVでは獨乙 Zeifert 社(グレンツ)を使用して測定し、米國 N.B.S. 獨 DIN 及び國際勧告を考慮して減弱曲線を求めた。

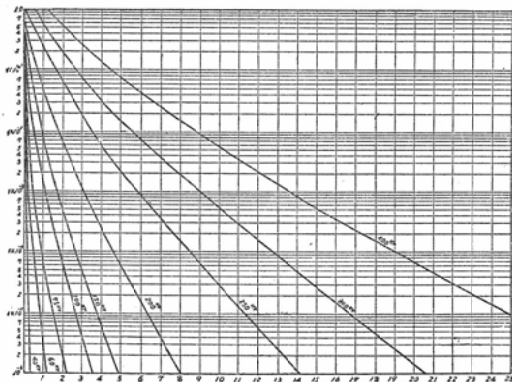
V 實 驗

實用濾過板を使用したX線を種々の厚さの鉛に照射し、その減弱された線量を第1表及び第2圖に示す。但し管電流1mA、管球焦點からの距離は1米である。

第1表 40~400KV, X線の鉛板による減弱線量

KV	0.1	0.3	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0	7.0	10.0	15.0	20.0
40	0.5	3.7×10 ⁻⁵	6.5×10 ⁻⁵	7.5×10 ⁻⁵	—	—	—	—	—	—	—
50	1.0	1.43×10 ⁻⁴	6×10 ⁻⁵	7.5×10 ⁻⁵	1.5×10 ⁻⁴	2.8×10 ⁻⁴	—	—	—	—	—
75	2.0	3.5×10 ⁻⁴	2.4×10 ⁻⁴	3.8×10 ⁻⁴	8×10 ⁻⁴	7.0×10 ⁻⁴	—	—	—	—	—
100	2.0	8.4×10 ⁻⁴	—	2.8×10 ⁻³	2.4×10 ⁻³	2.0×10 ⁻³	6.6×10 ⁻³	—	—	—	—
150	4.5	4×10 ⁻³	—	3.0×10 ⁻²	5.0×10 ⁻²	4.0×10 ⁻²	5.0×10 ⁻²	—	—	—	—
200	10	0.5	6×10 ⁻²	—	1.4×10 ⁻¹	4.3×10 ⁻¹	6.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁰	5.0×10 ⁻¹	—	—
250	15	1.0	1.0	—	—	2.5×10 ⁰	6.0×10 ⁰	1.7×10 ¹	2.2×10 ¹	4.0×10 ¹	2.8×10 ¹
300	20	1.6	2.0	—	—	—	1.8×10 ¹	6.5×10 ¹	1.35×10 ²	5.0×10 ²	2.5×10 ²
400	40	2.0	3.3	—	—	—	—	2.5×10 ²	9.0×10 ²	2.5×10 ³	6.2×10 ³

第2圖 40~400KV, X線の鉛による減弱曲線



VI 考 案

(A) X線遮蔽に關する根本問題の一つは、許

容線量である。これに就ては色々問題もあるが一應國際勧告に従い週 300mr とする。

(B) 治療用利用X線の遮蔽について

X線から出る線量を左右するものは、

(I) X線管電壓(V)

(II) X線管電流(i)

の二つであり、利用線の場合はその被曝量を左右するものは、

(III) 線源からの距離(L)

(IV) 被曝時間(T)

の二つである。

以上四つの項を同時に變化させて考える事は困難であるので、まづ $i=1\text{mA}$, $L=1\text{m}$, とし T は週36時間と一定にして、 V のみの變えて考えてみる(現行法は i, L, T を適當に一定値と與えている)。この場合週 300mr と與えるには $300 \times 36 \times 60$ で割つた値、即ち $1.4 \times 10^{-4} \text{mr/min}$ となるが、管電壓管電流等に多少の誤差が考えられるので、安全をみて週 150mr とすれば $7 \times 10^{-5} \text{mr/min}$ の量と與える線と各電壓の減弱曲線との交點の鉛當量を求めれば、 $i=1$, $L=1$, $T=36$ の各電壓に必要な鉛當量となる。この値を第2表に示す。

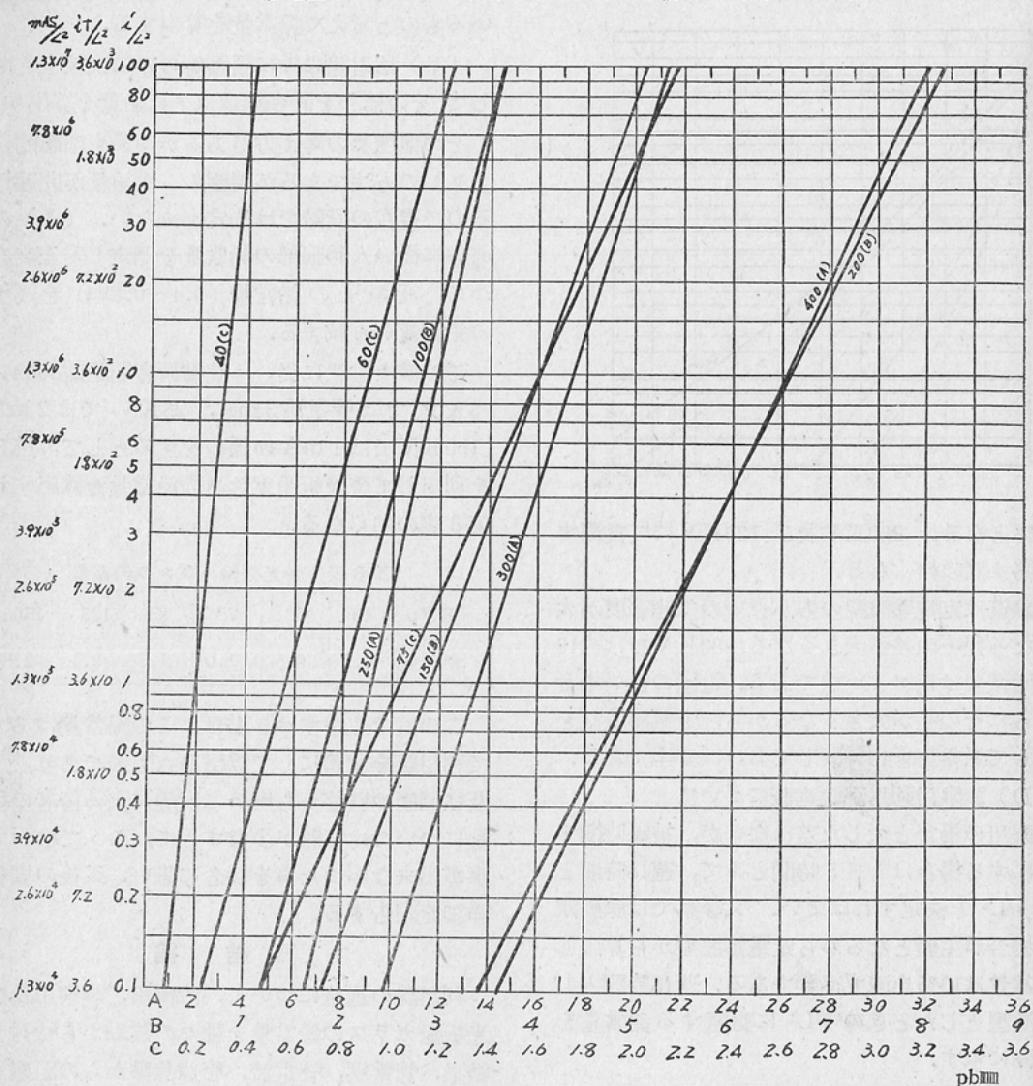
第2表 管電壓40~400KV, 管電流1mA の治療用利用X線を遮蔽するに必要な鉛當量

KV	40	60	75	100	150	200	250	300	400
1	0.20	0.57	1.04	2.00	2.90	5.0	9.0	13.4	20.2

次にX線量は管電流に比例する事、及び距離二乗に逆比例する事から、 i の項は i/L^2 と書き直しても良い事が判る。又 $i/L^2=10$ の項の鉛當量を求めるには $i/L^2=1$ の $1/10$ の線量、即ち $7 \times 10^{-6} \text{mr/min}$ の線量と與える線と減弱曲線との交點から鉛當量を求めればよい。同様に $i/L^2=100$ 及び $i/L^2=0.1$ も 7×10^{-7} 及び $7 \times 10^{-4} \text{mr/min}$ として求められる。同様に $i/L^2=0.1 \sim 100$ の値を求めた結果を第3圖に示す。

次に被曝時間と被曝線量は當然比例すると考えてよいから、 i/L^2 の項に36を乗じた軸を作れば、 i, L, T 全てに對應するものとなる。これを it/L^2 とする。又撮影の時はその度ごとに i が變り T も

第3圖 管電圧40~400KV の治療用利用X線を遮蔽するに必要な鉛當量



變るので mAs の軸を作り mAs/L^2 の軸を作れば撮影時の鉛當量の算出に便利である。斯様にして表わされた圖は如何なる條件の下でも、それに必要な鉛當量の算出が可能である。

例えば、200KV の装置で20mA 流し2m の距離で、鉛5mm張つてある防護壁の後では何時間の被曝が許されるかを算出してみよう。

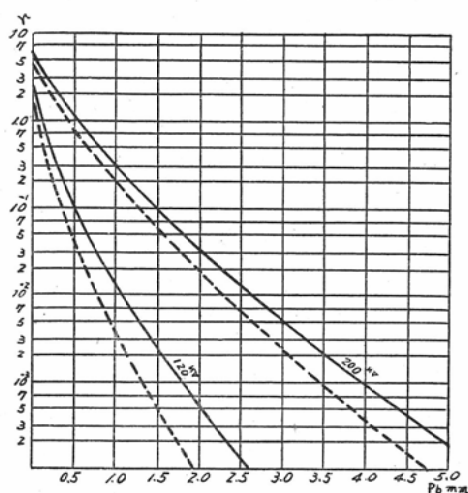
i/L^2 の項は5t となり、鉛5mm に相當する i/L^2 は36となるから $5t=36$ から許容時間7時間強となる。

更に週36時被曝を許される様にするには鉛を何mm追加すればよいかを検討してみよう。

i/L^2 の5の軸で200KV の減弱曲線の交點を見れば鉛6.1mmとなるから、追加すべき鉛當量は $6.1-5=1.1mm$ となる。

(C) 電壓波型によつて線量の異なる事は當然である。種々の文獻によれば線量は電壓の約1.5乗乃至3乗と考えられる。200KV以下の醫療用X線では約2乗とみて定電壓波型と脈動波型の場合の線量を比較してみれば、計算では後者は前者の

第4圖 定電壓波型と脈動波型との線量差



約78%となる。200KV及び120KVにて實測すれば第4圖の如くなる。

又線質は定電壓波型の方が硬いので遮蔽度が大きくなる程その差が大きくなる。200KVでは約10%の増減ではほぼよい様である。電壓の低い場合は更にその差が大きくなるから、定電壓波型を元にして鉛當量を10%減じておけば安全である。

(D) 診察用利用線の遮蔽について

治療用の場合と大した差はないが、被曝時間を一定にする場合は1日3時間とみて、週18時間として i/L^2 を決定すればよい。又診察では脈動波型の場合が主體となるから定電壓波型から算出した鉛當量は10%を減すべきである。週18時間とし脈動波型としたときの i/L^2 に對應する鉛當量を第5圖に示す。

(E) 螢光板鉛ガラスの鉛當量

この鉛當量を決定するには種々の考え方がある。その2, 3例を次に示す。

(I) 利用線が直接螢光板にあたつても、術者の利用線による被曝量を許容線量以下に鉛當量を算出する。

(II) 被検者をある程度の減弱物とみて、その分だけ上記の鉛當量を少なくする。

(III) 管球容器の鉛當量と考え方を同様にする。

(IV) 術者は常に防護前掛等の遮蔽物を付けているものと考えて鉛當量を算出する。

(V) 利用線の外に周囲からの二次線をも考慮して、その總和を許容線量以下に鉛當量を算出する。

その他種々の考え方があるが、最も理想的には(V)の方法であるが周囲の二次線量が問題になるので現在の段階では決定出来ない。(I)の考え方に従い人體胸部の鉛當量を測定し安全度をとつて、その $1/2$ の鉛當量(0.1~0.2mm)を(I)の鉛當量から減ずる。

この様な方法に従い、焦點術者間距離80cm40~75KVでは管電流3mA、95KVでは2mA、150KVでは1mAの透視をするとして、第5圖を利用して螢光板鉛ガラスの鉛當量を算出すれば第3表の如くなる。

第3表 螢光板鉛ガラスの鉛當量

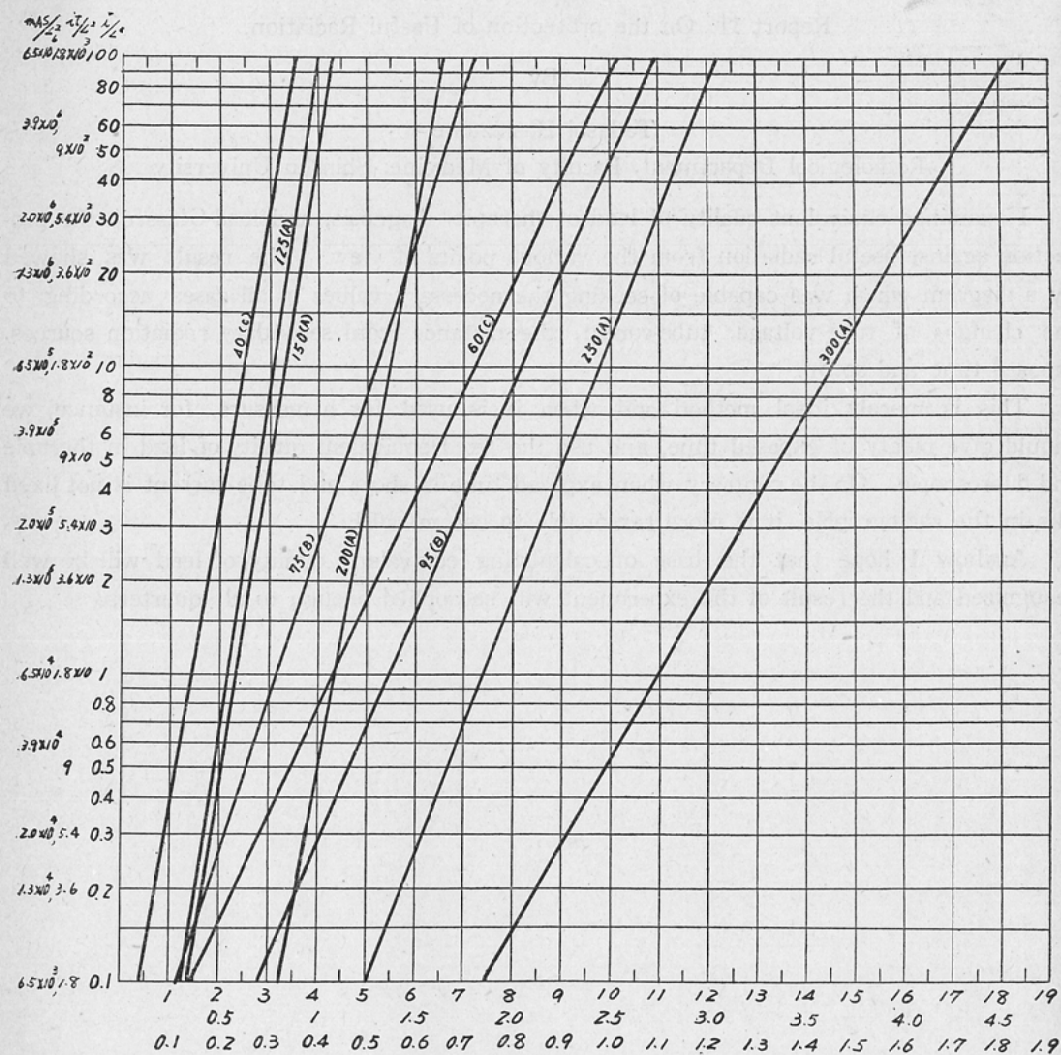
KVp	40	60	75	95	125	150
鉛當量	0.2	0.5	1.0	1.5	2.1	2.3

この表で注意すべき點は、この鉛當量はあくまで利用線を主體にして算出したものであり、患者及び周囲の壁等から出る二次線による術者の被曝量については實驗が少なすぎて、こゝで検討する事が出来なかつた事を残念に思い、又後の機會に詳細を報告する。

Ⅶ 結 論

利用線の遮蔽について、治療用、診察用及び螢光板鉛ガラスの鉛當量を種々の觀點から検討した結果、管電壓、管電流、管球焦點からの距離及び被曝時間等の變化に對應して、如何なる場合にも必要な鉛當量が求められる様に圖表を作製した。これはあくまで理想的なものであつて、防禦對策として一定の基準を作る場合には、治療や透視では被曝時間のある程度餘裕をみて一定にした方がよいと思われる。しかし撮影では被曝時間が短いと管電流が撮影によつて異なる事から mAS/L^2 を使用出来れば、それに越した事はない。いずれにしろ、鉛當量算出の基礎概念を良く理解されて、これ等の圖表を少しでも有効に利用される事

第5圖 管電壓40~400KV の診察用X線を遮蔽するに必要な鉛當量



を望んで止まない。

文 献

- 1) 橋詰雅: 日本醫放會誌, 14卷 (1954) 7號. —2) National: Buyeaue of Standards Hand book

41, 50. —3) Fortschri: aut dem Röntgenstrahlen 80 (1954) 4, 5. —4) Recomendations: of the international conclusion on Radiological: Protection (1954).

Fundamental Studies on X-ray Protection
Report 11 On the protection of Useful Radiation.

By

Tadashi Hashizume

Radiological Department, Faculty of Medicine, Shinshu University

I examined equivalent quality of lead of therapie, diagnosis, and lead-Glass on the protection against useful radiation from the various points of view. The result was showed by a diagram which was capable of seeking the necessary values in all cases according to the changes of tube-voltage, tube-curent, the distance from secondary radiation sources, exposed time and so on.

This is merely ideal method and when it is used for a measure, for instance, we should give plenty of exposed time, and use the fixed equivalent quality of lead in therapie and fluoroscopic. On the contrary when exposed time is short and tube-current is not fixed like in the radiographie, it is more reasonable to use mAs/L^2 .

Anyhow I hope that the base of calculating equivalent quality of lead will be well recognized and the result of the experiment will be applied enough to all quarters.