X 線 管 容 器 の 漏 洩 線 量 に つ い て

金沢大学医学部付属病院中央放射線部

技師長 松 田 憲 司・山 本 喜 代 治

金沢大学医学部付属診療X線技師学校

箱田外代治・前田秀夫・森美喜雄・渡辺清次

(論文受付 昭和34年4月5日)

THE STUDY ON THE LEAKAGE OF THE
THERAPEUTIC X-RAY TUBES

By KENJI MATSUDA

KIYOJI YAMAMOTO

Department of Radiology, Faculty of
Medicine, Kanazawa University.

TOYOJI HAKODA

HIDEO MAEDA

MIKIO MORI

SEIJI WATANABE

School of for X-ray Technician, Faculty
of Medicine, Kanazawa University

(Article received : April 5, 1959)

Summary

The writers investigated the leakage from four kinds of therapeutic X-ray tubes now operating in the University Hospital of Kanazawa with following results.

The leaking dose was, in general, rather large. For example, it amounted to 440 mr. in hour at one meter under loading of 200 kVp. 25 mA.

So the writers concluded that more strict control of X-ray apparatus should be employed in Japan.

I. 緒 言

放射線の許容量は1950年の国際放射線学会で0.3r/Wと決められた¹⁾が、現在ではさらに厳格な基準の設定が要求され、これよりはるかに少ない許容量²⁾を称える動きが強い。わが国でも障害防止の見地から医療法施行規則³⁾で防禦法を詳細に規定している。また、X線管容器の利用線錐外の漏洩線量の検査規格もJIS⁴⁾で定められているが、深部治療の装置では170kVpで試験し、しか

も相対的な値で決められているので、大電流装置に移行しつつある現在、これは妥当な方法と考えられない。われわれは現在使用中の深部治療装置4台について漏洩線量を測定し、有意な値を得たのでその成績を報告する。

II. 装置および測定器

I. KXC-18型	200kVp-25mA 振子照射装置
II. 信愛号	200kVp-20mA
III. KXC-17型	200kVp-6mA

Ⅳ. 信 愛 号 200kVp-6mA

電離槽型サーベイ・メータ MI101B2 No. 200

Ⅲ. 測 定 方 法

測定条件は第1表のとおりで、われわれが治療に用い

第1表 各装置の測定条件

装 置	測 定 条 件	線 量 r/min	半 価 層 Cu : mm
I	200kVp 25mA	52.0	1.78
Ⅱ	200kVp 20mA	53.5	1.52
Ⅲ	180kVp 6mA	12.36	1.42
Ⅳ	180kVp 6mA	13.6	1.20

ている管電圧と管電流であり、容器の高さは1.25mとし、シャッターを閉じたまま、管軸を含む利用線錐の平行断面と、直角断面の場合で、前者は放射口を床に対して平行に、後者は垂直にした。

なお、第1図のように容器の表面では24、焦点より半径1mの円周上では22.5°の間隔で15の測定点を定めた。

第1図 装置の各測定点

第2表 管容器表面の漏洩線量

単位・mr/時

測 定 位 置			イ	ロ	ハ	ニ	ホ	ヘ	ト	チ	リ	ヌ	ル	オ	ワ	カ	ヨ	タ	レ	ソ	ツ	ネ	ナ	ラ	ム	ウ
装置	測 定 条 件	利用線 錐方向																								
Ⅰ	200kVp	垂直	380		220	350	650	550	12	70	190		○	200	80		1.8	1.0	0.7	2.3	2.5	1.3	1.2		1.5	
	25mA	水平	○ 400	100	280	660	430	29	47	174		98	○	19		2.5	1.3	1.0	3.5	2.5	3.4	0.1	1.7	4.2		
Ⅱ	200kVp	垂直	44	7.5	2.6	6.8		11.5	27	55	63		380	162	47		3.0	1.5	0.6	0.5		1.1	0.5	0.6	2.6	
	20mA	水平	5.3		2.6			3.6	1.7	3.5	40		11	○	6.8		2.5	0.5	0.2	1.0		0.4		1.0		
Ⅲ	180kVp	垂直	130	72	61	0.8	1.0	1.2	67	52	350	240	1,000	○	1,350	28	4	1.5	1.2	0.5	0.4	0.5	2.5	27	45	260
	6mA	水平	250	37	50	0.5	1.2	1.7	18	50	48	250	920	○	500	77	3.5	1.4	5.0	1.4	0.8	0.4	1.8	0.8	2420	
Ⅳ	180kVp	垂直	5.5	4.8	1.0	2.5		3.7	0.8	3.0	3.2		92	108	54		2.0	0.8	0.1	0.1		0.5	0.3	1.0	1.0	
	6mA	水平	0.6		0.8			1.3	0.6	2.2	3.2		400	1,950	250		0.8	0.3	0.2	0.4		0.3		0.3		

○印は測定不可能の点

管容器の漏洩を検べるには、側方よりの入射線の影響をできるだけ少なくするように(1%以下)2.86mmの鉛板で写真Ⅰのように覆い、木製支持台に固定し、同時に鉛遮蔽筒を除き、1mの各点で側方よりの影響を含めた線量もあわせて測定した。また、漏洩線線質を第1図のX、Y点、放射口中心より45°、焦点より50cmの点で半価層法により求めた。

写真Ⅰ 電離槽型サーベイ・メータ

Ⅳ. 測 定 成 績

管容器表面の漏洩線量は第2表のごとくで、○印は放射口の部分にあたり漏洩多量のため測定不能な点であり、空欄は容器の機構上測定できなかった点である。各装置とも測定点中央部オ、ル、ワおよび陰極側にその漏洩量が多くなっていた。第3表は1mの距離における測定値を示し、上段は鉛板で遮蔽した値を、下段の括弧内は鉛遮蔽筒を除いた値で第2表とおなじく中央部H、G、Iおよび陰極側に多くなっている。なお、水平方向ではオの点はいずれも漏洩量が多くなっており、また、第Ⅱ、Ⅲ

第3表 焦点測定器間1mの漏洩線量

単位: mr/時

測定位置			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
装置	条件	利用線 維方向															
I	200kVp	垂直		13.5 (15.5)	30 (36)	66 (77)	10 (13)	5.1 (10.2)	49 (55)	22.1 (26)	5.5 (9.1)	3.1 (5.5)	2.0 (4.0)	1.3 (2.5)	1.9 (3.2)	1.8 (2.2)	
	25mA	水平		20 (25)	25 (28)	68 (71)	12 (20)	10.3 (18)	290 (430)	280 (440)	230 (350)	10 (15)	2.4 (5.5)	1.3 (3.6)	1.3 (3.1)	1.3 (2.8)	
II	200kVp	垂直	2.5 (4.0)	2.3 (3.9)	2.4 (3.9)	3.5 (3.8)	2.6 (4.1)	2.5 (4.2)	4.8 (7.0)	8.5 (10.7)	3.5 (4.8)	2.2 (3.3)	1.8 (2.8)	1.2 (2.4)	1.3 (2.5)	1.5 (2.7)	1.5 (2.8)
	20mA	水平	50 (65)	2.9 (50)	4.4 (9.1)	2.0 (4.2)	3.8 (6.5)	2.5 (4.6)	11.3 (23)	580 (750)	27 (38)	2.0 (3.7)	1.6 (2.5)	0.9 (1.3)	0.7 (1.2)	1.0 (2.3)	0.8 (3.2)
III	180kVp	垂直	48 (83)	35 (65)	24 (49)	4.8 (33)	38 (59)	51 (65)	58 (60)	50 (76)	51 (73)	44 (85)	24 (72)	2.8 (42)	18 (70)	40 (97)	50 (90)
	6mA	水平	4 (14)	5 (15)	25 (89)	6.2 (35)	27 (58)	15 (39)	37 (40)	250 (260)	18 (37)	60 (69)	39 (60)	2.1 (31)	1.1 (7)	0.9 (7)	1.1 (12)
IV	180kVp	垂直	0.3 (0.8)	0.4 (1.0)	0.5 (1.2)	0.8 (2.1)	0.3 (0.9)	0.2 (1.5)	0.7 (16)	1.0 (12)	0.5 (2.6)	0.4 (3.0)	0.3 (3.3)	0.3 (1.0)	0.3 (0.9)	0.3 (0.2)	
	6mA	水平		1.2 (1.8)	0.7 (1.0)	0.8 (1.0)	0.4 (0.8)	0.7 (0.8)	12.2 (14.5)	51 (120)	1.3 (3.8)	0.8 (2.4)	0.7 (0.8)	0.3 (0.8)	0.5 (0.7)	0.5 (0.5)

第2図-1

第3図-1

第2図-2

第3図-2

第4表の装置Ⅰ，Ⅱでは漏洩量の少ない陽極側で半価層は厚く，Ⅲでは放射口部の陽極側に漏洩の多い部分があるため，半価層はほぼ等しくなっている．Ⅳでは漏洩が少なく測定できなかった．また，当然のことながら，1次線の半価層よりもⅠ，Ⅱの陽極側で約1.7～2倍，陰極側では約1.3～1.5倍，Ⅲでは約1.3倍と厚くなっている．

裝置	測定條件	利用線錐 50cm		漏洩線 50cm			
		線量 r/分	H.V.L. Cu (mm)	X(陽極側45°)		Y(陰極側45°)	
				mr/時	H.V.L. Cu (mm)	mr/時	H.V.L. Cu (mm)
I	200kVp 25mA	52.0	1.78	8.7	3.03	22.0	2.35
II	200kVp 20mA	53.5	1.52	4.7	3.37	7.3	2.36
III	180kVp 6mA	12.36	1.42	350.0	1.84	80.0	1.85
IV	180kVp 6mA	13.6	1.20	1.6	—	2.2	—

V. 考 按

(3) 装置 I, II では漏洩線量の少ない陽極側で半価層が増すことから I, II の鉛当量は未だ不十分と思われる。

(4) 1953年 ICRP¹⁾で造血臓器の他に水晶体, 生殖腺についても考慮し, われわれの許容量を 0.3r/W としている. この値を基準に各容器の漏洩量の大きいもの3つ宛について検討すると, 装置Ⅰの垂直方向では, 77, 55, 36mr/h ゆえ, われわれの1日の従労時間を8時間とするならば, 管球焦点から1mの点で5~6分, 水平方向の350, 440, 420mr/h では50~60秒, 装置Ⅱ. 水平方向の65, 50, 38mr/h の点では7~10分, Ⅲの垂直方向97, 90, 85mr/h では4~4.5分, 水平方向では89, 60, 69mr/h 4~6分で 6.25mr/h ($=0.3\text{r/W}$)の値をこえることになる. しかもわれわれが実際作業する位置は焦点より1m以内の点であり, 漏洩線の線質は第4表に示したように非常に硬く, かつ量的にも1mの値よりはるかに大となるから, シャッターを閉じているとの安易な考えで容器に接近することは危険である.

(5) 鉛当量 0.3mm 程度の鉛ゴム製品では, かかる線質の漏洩線に対してはせいぜい半減できるにすぎない).

VI. 結 論

以上を総括すると

- (1) X線管容器の漏洩試験は JIS T-1104 の方法による相対的なものでなく絶対量で, また, 試験電圧は 170kVp でなく, 最大使用電圧で規制されるべきである.
- (2) X線管容器製作のときには, 陰極側の防禦を特に

入念に.

(3) シャッター機構はより充分にその機能を発揮できるように改善すべきである.

(4) 高圧を印加し, 管電流を流したままの状態では, シャッターを閉じてても管容器に接近することは避けるべきで, 万止むを得ないときには陽極側で操作すること.

(5) 管容器を傾斜させて治療をおこなう場合, 患者の被曝線量を軽減するために, 陰極側を遠ざけるような体位をとらせることが必要と思われる.

報告を終るに際し, 本実験に数々のご指導とご助言をいただいた放射線科医局長宮村利雄先生に深謝の意を表します.

参 考 文 献

- 1) 樋口助弘: 放射能の人体最大許容量, 日放技誌, 第14巻 1, 2号, 1頁, 1958.
- 2) 国連科学委員会報告: 科学朝日, 朝日新聞社, 1958.
- 3) 医療法施行規則, 第四章, 第二節, 第28条.
- 4) 日本工業標準調査会: JIS T-1104.
- 5) 青木重秋: X線治療および放射性同位元素治療時の散乱線防護, 日放技誌, 第12巻, 3, 4号, 9頁, 1956.
- 6) 藤本慶治: 工業X線写真, 日刊工業新聞社, 1954.
- 7) 三上徹吉他: ビニール製防護手套の鉛当量測定成績について, 日工技会誌, 第5巻 1号, 1958.

本 部 報 告

- ◇34年7月4日 本部事務所において事務局, 運営, 編集部 の定例協議会を行いそれぞれ担当事務の処理を行う.
- ◇34年7月8日 山中太郎先生御逝去され本会より, 金子会長代理として川崎常任幹事が御葬儀に参列して御弔意を捧げ御冥福を祈りました.
- ◇34年8月1日 本部事務所において事務局並編集部委員会を開催し第十五巻一号誌の校正並びに社団法人の手続要項に関しそれぞれ協議を行う.
- ◇34年9月5日 事務局, 編集部, 運営委の合同協議会を開催し, 特輯四号アイソトープ基礎編発行準備及び

法人要項につき協議を行う.

- ◇34年9月7, 8日 第十五巻一号誌並びに幹事委囑状発送す.
- ◇34年10月3日 本部事務所において編集部並びに事務局の定例協議会を開催し第十五巻二号誌発行準備を行い併せて特輯号校正を行う.
- ◇34年10月7日9日 事務局会議を行い法人手続に関し京都府庁教育文化財保護課を訪問す.
- ◇34年10月30, 31日 事務局会議を行い法人手続上の内容につき再検討をする.