

Title	胸部X線照射による肺傷害に関する研究 第2報
Author(s)	市川, 平三郎; 荒居, 竜雄
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1961, 21(6), p. 617-626
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18174
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

胸部 X 線照射による肺障害に関する研究 (第 2 報)

千葉大学医学部放射線医学教室 (主任 寛弘毅教授)
助教授 市川平三郎 助手 荒居 竜雄

(昭和36年 8月24日受付)

Studies on the lung injuries following the X-ray
treatment of the breast cancer.

(2)

By

Heizaburo Ichikawa, M.D. and Tatsuo Arai, M.D.

Department of Radiology, School of Medicine Chiba University, Chiba, Japan

(Director: Prof. Hirotake Kakehi)

Studies have been carried out on the relationship between the lung injuries following the X-ray treatment of the breast cancer and the dose received, using the special chest phantom.

1) A chest phantom was constructed (Fig. 1~3) which is almost identical to the chest of a woman with operated mammary carcinoma, and the dose distribution within the lung were measured when the Mac. Whirter's technic was used for the treatment. (Fig. 4~6) (Table 2)

The highest dose in the lung was 150-160 per cent of the surface air dose of one of four portals. The part of the lung where the tissue recieved the highest dose was the upper, anterior and outer part of the irradiated lung.

2) Iso-dose-curves in frontal, sagittal and horizontal sections of the lung, were illustrated and the dose-distribution in the lung was made clear. (Fig. 7~18)

3) The lung tolerance dose was determined to be 3800 r in thirty to fourty days. It would be influenced by the irradiated lung volume. (Fig. 21)

4) Lung doses of the chest phantom with cork lungs having densities of 0.24 g/cc and 0.48 g/cc were compared. The dose of the former was measured 10 per cent more than that of the latter. (Fig. 20) (Table 3)

目 次

緒言

- 1. phantom の作成
- 2. 肺腺量の測定
- 3. 肺比重の相違による深部率の変化

4. 肺障害と線量との関係

5. 文献的考察

結 論

文 献

緒 言

著者等は本研究の第1報(本誌19巻11号)に於て、乳癌術後照射にみられる肺障害について主としてその臨床的事項を中心に概説を試みた。今回は実際使用した phantom の構造と、肺内線量測定成績を述べ、更に文献に見られる此種 phantom との比較考察を行ったので報告する。

1. Phantom の作成

出来る丈人体に近い phantom を作るということと、肺内線量を測定し易い様に、更には又肺の比重の変化を考慮して肺 phantom の入れ替えが可能になる様に、等の諸点を考えて各構成部分につき次の各項の如き注意を拂つた。

① 骨

剖検屍の全骨を晒した上、骨比重が 1.2~1.4 になる様にパラフィンを浸み込ませた。実測では鎖骨の比重は1.22であつた。之等の骨を組合せて、胸廓及び左腕を作つた。

② 軟部組織

軟部組織に相当する部分はすべて Mix D²⁾³⁾を使用した。併し乍ら、原法の Mix D は、冷却の際亀裂が生じ易く、亀裂の修正に可成りの困難を感ずるばかりでなく硬度の点からも細工が不便なので、尾内等⁴⁾の改良したものをを用いた。

③ 胸壁の作成

入手した人骨と同程度の体格の乳癌術後患者の上半身のギプス型を作り、之を外型とした。次に組立てた胸廓の内側に丈夫な紙を張り、肋膜に相当すると見做し之を内型とした。ギプスの型の内この胸廓と鎖骨、肩胛骨左上膊骨を固定したまま、溶かした Mix D を流し込み、亀裂の生じない様に、出来る丈ゆつくり冷却して、Mix D の固まるのを待つてギプスを取り去り、X線透視で亀裂の有無を確かめ、多少の修正を加えた。右上膊は測定邪魔になるので、又横隔膜は必要がないので作成しなかつた。

④ 心臓の作成

Mix D を用い、統計上の重さ、外形を参照し、剖検例の2~3の心臓を見本として刻んで作つた。

⑤ 肺の作成

Krause⁴⁾によると、肺の比重は次の如くであ

Fig. 1. Chest phantom made of ONAI's modification of Mix-D, human bone frame, and cork.

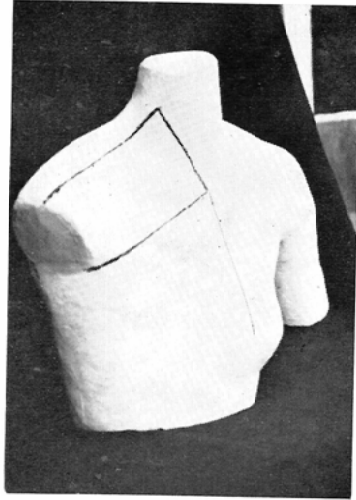
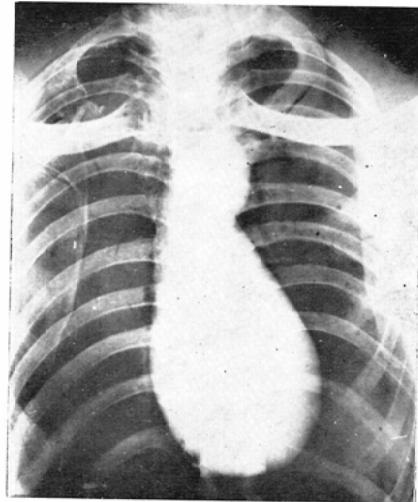


Fig. 2. Radiograph of the phantom.



る。

空気を最も吸つた状態	0.126
中等度の呼吸状態	0.345~0.746
全く空気を出した状態	1.045~1.056

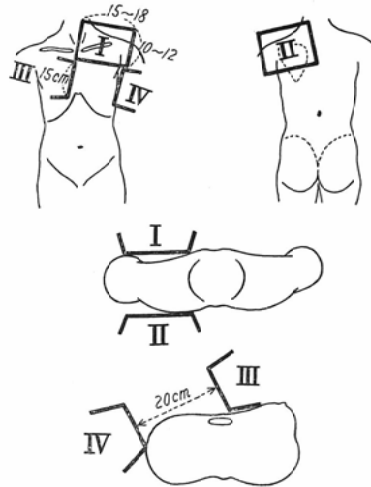
そこで著者等は、治療時の患者の状態を考慮して、中等度の呼吸状態のものとして比重0.48のコルク、又はそれより少々吸気時のものとして0.24のコルクを使用し、各々に就て測定を行つて比較した。

Fig. 3. Chest phantom and lung phantom, lungs are made of cork with two different densities. Nine cork made sticks inserted from the base into the apex of the right lung are made for the insertion of dosimeter.



コルクの5~8枚を積みあげて肺の形を作り、各層に、内、中、外及び、前、中、後の9点に孔

Fig. 4. Irradiation fields used (Mac. Whirter's method)



をあけた。孔の直径は 1.1cmで、そこに深部線量計を挿入し得る様にし、一つの孔で測定する場合には、他の8個の孔には同質のコルク棒を挿入した(第1, 2, 3図)。

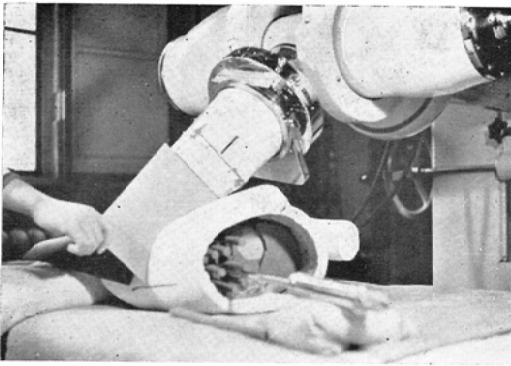
⑥ phantom の X線透過度

以上の如くにして作成した phantom が、果して X線の透過の点から人体に近い減弱を示すか否

Tab. 1. $\frac{\text{exit dose}}{\text{surface dose}}\%$ are measured on 10 cases of out patients and are compared with what are measured on our phantom, which show no significant difference between each of them. Thus, the phantom is thought to be adequate for this study.

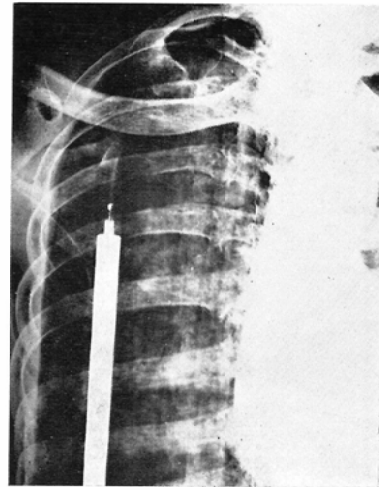
Case	Localization measured	Thickness of the chest (cm)	Exit dose / Surface dose %
T.A.	Infraclavicular region (Median)	18	17
S.H.	"	17	18
M.S.	"	16	22
M.K.	"	16	21
K.U.	"	15.5	21
T. It	"	15.5	22
Y.S.	"	14.5	23
H. Iw	"	14	25
Y.S.	"	13.5	25
S.M.	"	13.5	25
Lung Phantom (density is 0.48m/cc)	Infraclavicular region (Median)	15	24
	3cm, below the clavicle	18	18

Fig. 5. Preparation for measurement—aim of tangential irradiation of portal III



かを検討する為に、鎖骨下部に於けるX線入射線量と射出線量を測定し、その比を求めた。照射条件は、200KV H.V.L 1.25mm Cu F.S.D. 40cm,

Fig. 6. Radiograph of the phantom showing a dosimeter inserted into one of the holes.



Tab. 2. Lung dose measured, density of the cork used is 0.48 m/cc. The left upper, right upper, left lower and the right lower figures refer the depth dose rate of I. II. III. and IV portals of Mac. Whirter's irradiations field (Fig. 4) respectively. Big figures refer the total of these four depth dose rate of each site.

Cork Density 0.48m/cc		Apex	3 cm	6 cm	9 cm	15cm
Anterior	Medial		40 32 17 24	9 32 27 33	6 26 32 37	2 5 25 40
			113	101	101	72
	Middle	90 41 5 4	83 41 23 9	14 38 51 37	8 32 51 41	3 5 37 40
		140	156	140	132	85
	Lateral	82 44 9 7	80 44 20 17	37 41 38 46	8 32 51 41	3 5 37 40
		142	161	162	132	85
Middle	Medial	68 48 3 4	42 44 6 6	11 41 9 8	7 18 11 11	3 5 9 11
			98	69	47	28
	Middle	75 57 3 4	68 52 9 7	14 46 13 9	9 25 15 12	3 5 13 13
		139	136	82	61	34
	Lateral	74 63 3 4	70 58 19 7	41 53 34 11	10 33 35 14	3 6 28 15
		144	154	139	92	51
Posterior	Medial		51 50 5 5	11 50 6 6	7 13 7 7	3 5 7 7
			111	73	34	22
	Middle	53 65 3 2	52 65 6 5	16 57 8 6	9 12 8 7	3 5 8 7
		123	128	87	36	23
	Lateral	57 77 4 3	55 77 7 4	36 69 9 6	10 25 10 7	3 5 9 8
		141	143	120	62	25

Fig. 7. ~Fig. 15. Each curves represent a variation of depth dose rate from the apex to the lung base in each portals of Mac. Whirter's method. Thick line represents the total dose rate of these four curves. A solid circle in the right upper figure refer the spot of the hole where dosimeter is inserted in each case.

Fig. 7.

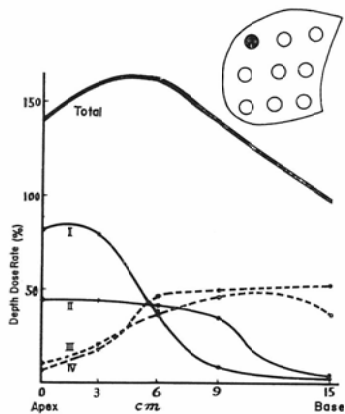


Fig. 8.

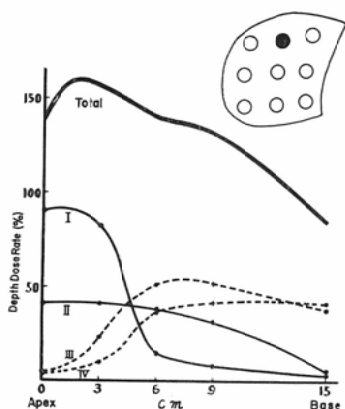


Fig. 9.

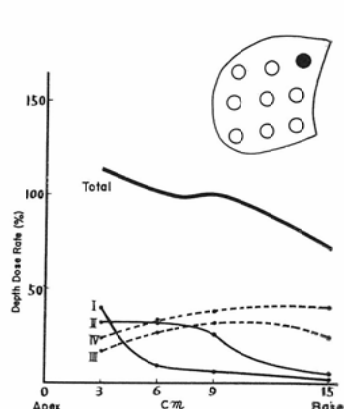


Fig. 10.

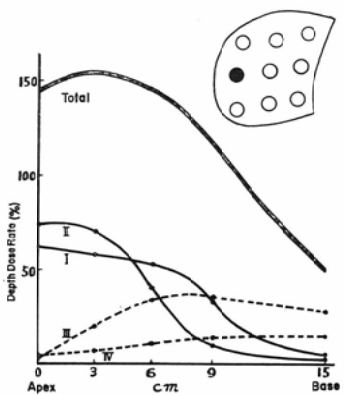


Fig. 11.

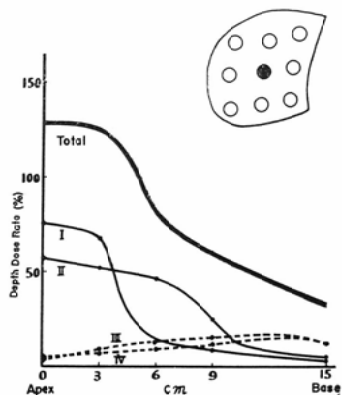


Fig. 12.

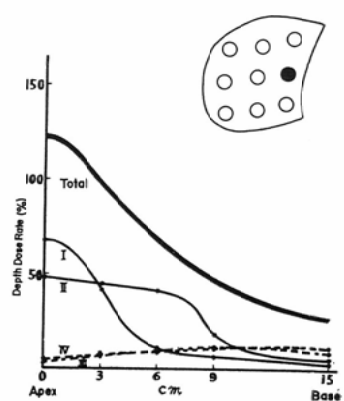


Fig. 13.

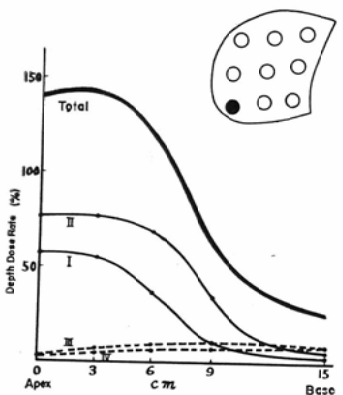


Fig. 14.

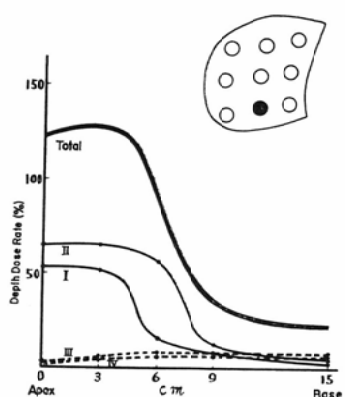


Fig. 15.

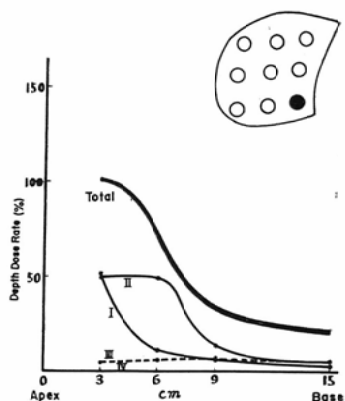


Fig. 16. Dose distribution in the lungs (frontal cutting)

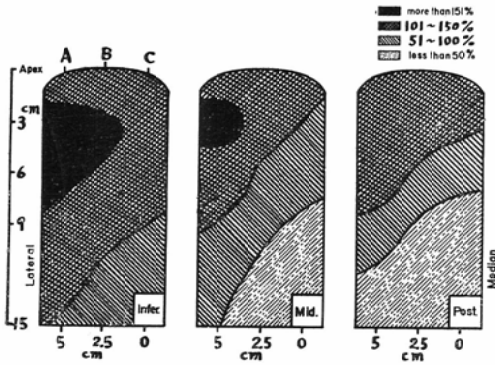


Fig. 17. Dose distribution in the lung (sagittal cutting)

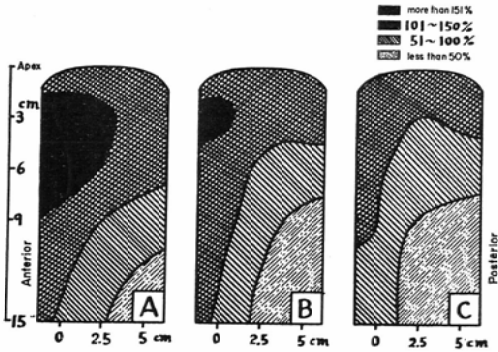
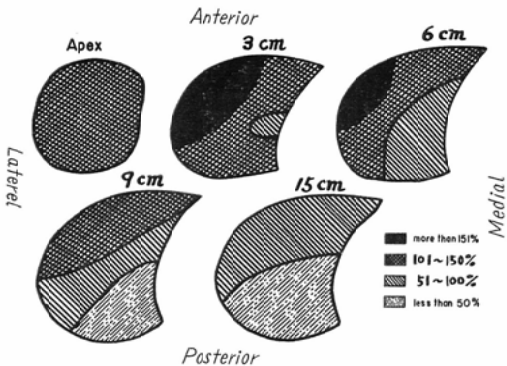
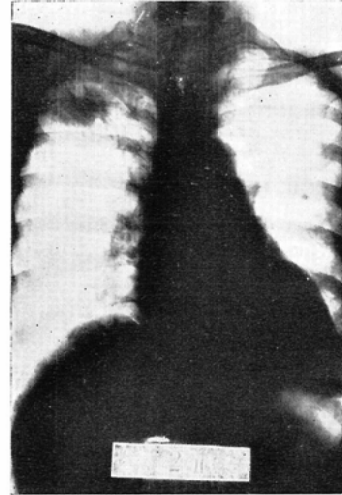


Fig. 18. Dose distribution in the lung (cross section)



照射野10×10cmである。測定結果は第1表の如くで、種々の胸厚の乳癌手術後の患者10例の測定結果と比較して、僅かに高い値を示しているが、略

Fig. 19. Chest film of radiation pneumonitis. The lesion is located in the infraclavicular region antero-laterally where the dose distribution in the lung (Fig. 16~18) shows maximum.



々等しい値を示し、実験に適した phantom であると云えよう。

2. 肺線量の測定

① 照射方法

照射野は、教室で行っている Mac Whirter の方法(第4図)である。照射条件は、管電圧 200 K V, 管電流 20mA, F.S.D. 40cm, 濾過板 0.7 mmCu+ 0.5mmAl, 半価層1.25mmCu, 照射野は10×15cm, 線量率82r/min. である。接線照射は、ボール紙で紙型を作り、胸壁には米袋を重ねる等出来る丈患者照射時と同じにした(第5図)。第6図は線量計を挿入し測定位置に於けるX線写真である(東芝製深部線量計)。

② 測定方法

4門照射の各々に就て、肺にある9個の孔に順次線量計を挿入して測定した。1個の孔に就ては、先づ肺尖部を測り、次に3cmの長さのコルク棒を孔に入れてから線量計を入れることにより、肺尖部から3cm下方の位置を測定し、同様に、6cm, 9cm, 15cmの5点を測定した。但し、肺尖部は狭いので4点を測るに止めたところもある。

③ 測定結果

Fig. 20. Variation of depth dose rate measured by using two phantoms made of cork with two different densities respectively. Two plates of Mix-D with different thickness placed both anteriorly and posteriorly to each cork are supposed to be a chest wall of patients. The curves show the variation between these two kind of cork not to be more than 10 per cent.

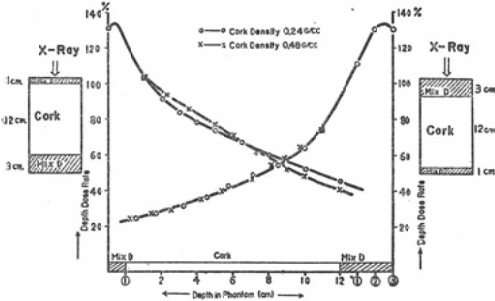
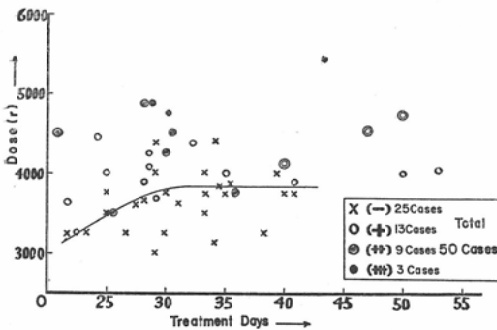


Fig. 21. Relation between the lung injury, the maximum dosis in the lung and the treatment days. (—) (+) (++) (###) present the grade of the lung injury. The lung tolerance line is 3800 r/30~40 days.



こゝでは、肺 phantom の比重0.48のものについて述べる。比重0.24のものについては項を改めて比較することにする。

測定結果は第2表に示した。数字は深部線量率を表わす。肺尖3cm, 6cm, 9cm, 15cmの各層に於て、各々前, 中, 後, 及び内, 中, 外の9点宛を測定したものである。一つの枠の内の数字で左上, 右上, 左下, 右下は夫々 Mac Whirter の照射野の I, II, III, IVを照射した場合の深部線量率

で、大字は4門照射の合計である。之等の数値を各孔につき図示すると、第7図~第15図となり、太線は4門合計を示していることになる。

④ 肺の等量曲線

第2表の結果を、前頭面、矢状面及び横断面に於ける等量曲線として示すと、夫々第16図, 第17図及び第18図の如くなる。即ち、一見して明らかな如く、肺の上部、外側、前面に多くの量が集中し、最高約160%という値を示していることが判る。事実此の部は、臨床的にも第1報に詳述した如く、此の照射法で最も肺障害を起し易い所であつた。第19図に1例の肺線維症胸部X線像を掲げる。

3. 肺比重の相違による深部率の変化

前述の如く著者等は、中等度呼吸時の肺の比重に相当する0.48の比重のコルクと、少々吸気時の肺の比重に相当する0.24の比重のコルクと2種類を用意したので、この比重の相違がどの程度深部率に影響を及ぼすかを検討した。

先ず予備実験として、次のような実験を行つた。即ち、Mix D の1cm, 2cm, 3cm, 4cmの厚さの層を透して比重0.24と0.48のコルク内にどの程度の深部率を示すかを測定した。これは、Mac Whirter の照射野のI及びIIを考慮して、行つたものであり、乳癌手術後の患者の前胸壁の厚さが1~2cm, 背面は、3~5cmと考えられたからである。第20図には、左側に厚さ1cm, 右側に厚さ3cmの Mix D を透過した際の深部率の変化を示した。図に見られる如く、厚さ1cmの Mix D を透過した場合は、深さ1~6cmの所迄は、比重の高い方が、低いものより、高い深部率を示すが、6~8cmの深さでは、略々等しい値を示し、8cm以上深い所では、むしろ逆に、比重の低いコルクの方が深部率が高くなつてゐる。これは、比較的浅い所では、比重の高い方が散乱線が多いし、深い所になると、逆に比重の高いものは吸収が強く働いて来る為と思われる。而し乍ら、之等の差はせいぜい10%以内であつて、特に大きい因子とは思われない。厚さ3cmの Mix D を透過した場合は、図に見られる如く、コルクの比重

Tab. 3. Lung dose measured, density of the cork used is 0.24 gm/cc. Arrangement of figures is in the same way as in Tab. 2.

Cork Density 0.24gm/cc		Apex	3 cm	6 cm	9 cm	15 cm
Anterior	Medial		$\frac{70}{33} \quad \frac{37}{6}$ 146	$\frac{23}{17} \quad \frac{34}{40}$ 114	$\frac{7}{9} \quad \frac{31}{47}$ 94	$\frac{3}{5} \quad \frac{6}{48}$ 62
	Middle	$\frac{95}{8} \quad \frac{40}{5}$ 148	$\frac{80}{27} \quad \frac{42}{5}$ 154	$\frac{16}{23} \quad \frac{38}{41}$ 118	$\frac{9}{13} \quad \frac{35}{55}$ 112	$\frac{4}{5} \quad \frac{6}{48}$ 63
	Lateral	$\frac{92}{17} \quad \frac{43}{5}$ 157	$\frac{92}{23} \quad \frac{42}{5}$ 162	$\frac{53}{30} \quad \frac{40}{49}$ 172	$\frac{10}{23} \quad \frac{38}{69}$ 140	$\frac{4}{5} \quad \frac{7}{50}$ 66
Middle	Medial	$\frac{78}{3} \quad \frac{43}{3}$ 127	$\frac{63}{4} \quad \frac{44}{5}$ 116	$\frac{15}{4} \quad \frac{41}{8}$ 68	$\frac{9}{4} \quad \frac{35}{8}$ 56	$\frac{4}{3} \quad \frac{6}{9}$ 22
	Middle	$\frac{78}{3} \quad \frac{49}{3}$ 133	$\frac{73}{4} \quad \frac{51}{5}$ 133	$\frac{15}{10} \quad \frac{47}{8}$ 80	$\frac{10}{7} \quad \frac{39}{10}$ 66	$\frac{4}{5} \quad \frac{6}{9}$ 24
	Lateral	$\frac{80}{4} \quad \frac{52}{3}$ 139	$\frac{75}{4} \quad \frac{52}{5}$ 140	$\frac{35}{16} \quad \frac{49}{14}$ 114	$\frac{12}{18} \quad \frac{48}{15}$ 92	$\frac{4}{13} \quad \frac{7}{10}$ 34
Posterior	Medial		$\frac{62}{2} \quad \frac{48}{4}$ 116	$\frac{15}{2} \quad \frac{47}{5}$ 69	$\frac{10}{2} \quad \frac{29}{5}$ 46	$\frac{4}{2} \quad \frac{6}{7}$ 19
	Middle	$\frac{68}{2} \quad \frac{61}{3}$ 134	$\frac{69}{2} \quad \frac{52}{3}$ 126	$\frac{33}{3} \quad \frac{55}{5}$ 95	$\frac{10}{3} \quad \frac{39}{5}$ 57	$\frac{4}{2} \quad \frac{7}{5}$ 18
	Lateral		$\frac{69}{3} \quad \frac{46}{3}$ 121	$\frac{60}{3} \quad \frac{45}{5}$ 113	$\frac{13}{3} \quad \frac{33}{5}$ 54	$\frac{4}{3} \quad \frac{6}{6}$ 19

の差は殆んど認められない。

この予備実験を基に、実際の照射の際の深部率を考察した。Mac Whirter の照射野 I, II の場合、II は背面からの照射で、Mix D 3cm 以上の軟部組織があるので、肺の比重の差は先ず影響ないと考えられる。又 I の前面からの照射の場合でも、実際の場合には骨があるし、照射野がツープスに密着しない場合も考慮しなければならず、可成りの程度の誤差があると思わなければならないので、肺比重の変化は、深部率に於て、10%以内の影響ではないかと推定した。

事実、我々の phantom に、比重 0.24 のコルクを入替えて、前と同様の測定を行つたところ、第3表に掲げた如く、第2表と殆んど等しい値を得た。最高の総量分布を示す、肺の前、上、外側では、比重の高い (0.48) もので 162%、比重の低い (0.24) もので 172% を示し、予想に合致した様である。

4. 肺障害と線量との関係

以上を要約して、実際の照射にあてはめてみると、最高線量分布を示すところが 160% 前後であるから、1門平均 40% となり、4門夫々 2,500r 宛照射したとすれば、その部の肺は約 4,000r 照射されることになる。

この様な計算を、教室の症例 50 例に行つた結果は、既に第1報に示した如く、第21図に見られる。即ち、胸部 X 線像上肺障害を起す許容限界 (lung tolerance line) は約 3,800r/30~40日であつた。

5. 文献的考察

胸部照射に際しての肺内線量の測定には、種々の試みがなされて来た。1921年 Failla⁶⁾ が空気の入つてない人肺組織をラジウムを用いて測定したり、1930年 Weatherwax, Robb⁷⁾ が人肺を水中に入れて、種々の程度に膨ませて測つたり、1934年 Quimby⁸⁾ は屍体の胸部を実測して、それか

ら補正曲線を画いたりしている。Nahon⁹⁾¹⁰⁾は患者の胸部の透過線量を測り、又小櫃の胸廓内に比重0.5のply woodのphantomを入れて、肺線量を測定した。更にKornelsen¹¹⁾は入射線量と透過線量とを測定して、内部散乱を推定し、直接吸収量に加えて胸部病巣線量を出そうと試みた。其後、使用するphantomも次第に精巧さを増し、Jacobson¹²⁾¹³⁾はMasonite Press woodを用い、肺としては比重0.27のコルクを使用したし、Nahon¹⁰⁾の他F.C.H. Chu¹⁴⁾、Bate¹⁵⁾等も各々特殊材料で、肺の比重0.3~0.5のものを作成している。而して、Harris¹⁶⁾の作ったphantomが現在のところ最も精巧を極めたものである。彼は、屍体の胸廓にパラフィンと無水硅酸の混合物の軟部組織を入れ、肺には、比重0.15の小さなゲラチン・カプセルを詰め込んだ。この模型は特に血管、気管にまで注意して作られたものである。

著者等のphantomは、Harrisのものと同様に屍体の胸廓を用い、軟部組織にはMix D、肺にはコルクを使用した。Harrisのものは、肺測定用には使われていないが、著者等のものは、横断面で9カ所が測れ、比重の違う別の肺と交換することも可能である。肺測定用に使われたJacobsonのものは、肺交換が出来ず、測定点も4カ所であるのに比し優れていると思われる。更に、Jacobsonの肺線量測定は、胸部に直接照射した場合のものであり、著者等の如く、特に乳癌術後照射を対象として測定したものは、あまり見当らぬ様である。測定点の数も、F.C. Chuが10数カ所を、別の照射術式で測定しているのが最高であるから、著者等が45カ所を測定して、肺の前頭面、矢状面、横断面の等量曲線を描いたことは、極めて意義のあることと思われる。測定値に関しては、我々の数値と比較し得る詳細なものが見当らず、又線量分布は、当然その照射術式に左右される為比較検討すべくもないが、臨床的に、又実験的に、Whitefield¹⁷⁾、Engelstadt¹⁸⁾¹⁹⁾、Fiebelkorn²⁰⁾、Schere²¹⁾、Bate、Guttman¹⁵⁾、F.C.H. Chu¹⁴⁾²³⁾、Gish²⁴⁾、吉村²²⁾、玉木²⁵⁾等の述べてい

る障害の許容限界が凡そ、3,000rから4,000rの間にあることから見て、我々の数値、即ち3,800r/30~40日は、比較的高い所にある。言い換えれば、肺障害は案外に起り難いものであることを暗示していると思われる。

結 論

(1) 乳癌手術後の人体胸部模型を作成し、これを用いて、Mac Whirterの術式によるX線照射に際しての肺内線量を測定した。

(2) 肺の前頭面、矢状面、横断面の等量曲線を描き、肺内線量分布を明らかにした。

(3) 肺内線量の最高値を示す部位は、外側斜々上方、前面で、各門1回の照射量を夫々100とした場合162を示した。

(4) 此の数値を基に、症例50例に就き検討した結果、肺障害許容限界は3,800r/30~40日となった。

(5) 呼吸による肺比重の変化は、比重0.48と、比重0.24との間に於て10%以内の肺内線量の変化として考えられる。

(本論文の要旨は第108回日本医学放射線学会関東部会に発表した)。御校閲下さった寛弘毅教授に感謝し御協力下さった医局員諸君に御礼申上げる。

文 献

- 1) 林香苗編：“日本人並びに日本産医学実験動物の解剖学及び生理学計数”。—2) Jones, D.E.A and Raine H. C.: “A letter to the editor” Brit. J. Rad. 1949, 22, 549~550. —3) Harris, J.H., Tuddenham, W.J., Stantom, L, Glauser F. and Pendergrass E.P.: “The development of a Chest phantom for use in Radiologicdosimetry” Radiology 67, 805~813, 1956. —4) 尾内能夫、楠本五郎：“水と等価な固形 Phantom の試作” 日本医放会誌, 19巻5号, 1012~1015. —5) 森於兎：近世解剖学(下)。—6) Failla, G.: “The Absorption of Radium Radiation by Tissues” Am. J. Roentgenol, 8, 215~232, 1921. —7) Weatherwax, J.L. and Robb, C.: “Determination of Radiation Values in Lung Tissue with Variable Qualities of Radiation” Radiology 14 : 401~409, 1930. —8) Quimby E.H. Copeland M. M. and Woods R.C. “The Distribution of Roentgen Rays within the Human Body” Am. J. Roentgenol, 32 : 534~551, 1934 (Oct.). —9) Nahon J.R. and Naidore C.P. “Comparative Study of

X-Ray Transmission in Thorax and Abdomen in Living Subjects" Radiology 58 : 241~245, 1952 (Feb). —10) Nahon J. R. and Hawkes J. B.: "Energy Distribution in the Thorax During Multiple Field and Rotational Therapy" Am. J. Roentgenol. 72 : 819~825, (Nov) 1954. —11) Kornelson R.O.: "Tumour Dose in the Chest Cavity" Brit. J. Radiol. 27 : 289~293, (May) 1954. —12) Jacobson L.E. Knauer I.S.: "Correction Factors for Tumor Dose in the Chest Cavity Due to Diminished Absorption and Scatter in Lung Tissue" Radiology 67, 863~876, 1956. —13) L.E. Jacobson, I. Knauer: "Absorption in Different Tissues of Cobalt-⁶⁰ Gamma Radiation and Roentgen Rays with Half-Value Layers from 1 mmAl to 5 mmCu. Radiology 66, 70~84, 1956. —14) F. C. H. Chu. R. Phillips, J.J. Nickson, J.G. McPhee "Pneumonitis Following Radiation Therapy of Cancer of the Breast by Tangential Technic". Radiology 64, 642~654, 1955. —15) D. Bate, R.J. Guttmann: "Changes in Lung and Pleura Following Two-Million-Volt Therapy for Carcinoma of the Breast" Radiology 69, 372~383, 1957. —16) J.H. Harris, W.J. Tuddenhan, L. Stanton, F. Glauser: "The Development of a Chest phantom for Use in Radiologic Dosimetry" Radiology 67, 805~813, 1956. —17) A. G. Whitefield, W. H.

Bond: "Fatal Post-Radiation Pneumonitis" The Lancet 2, 117~119, 1954. —18) R.B. Engelstad, "Über die Wirkungen der Röntgenstrahlen auf die Lungen" Acta Radiol. Suppl. 19, 1934. —19) R.B. Engelstad: "Pulmonary Lesions after Roentgen and Radium Irradiation" Am. J. Roentgenol 43, 676~681, 1940. —20) H.J. Fiebelkorn, H. Hillger: "Über die Strahlenreaktion der Lunge und der pleura als Folge von Mamma Karzinom Bestrahlungen" Strahlen Therapie 96, 583 ~ 592, 1955. —21) E. Scherer: "Der heutige Stand der Strahlenbehandlung des Mammakarzinoms" Strahlen Therapie 93, 509~520, 1954. —22) 吉村克俊他: "放射線肺線維症の統計的観察" 日, 医, 放, 学会誌, 18巻2号, 168~175, 1958. —23) M. L. Meurk, F.C.H. Chu: "Dose Distribution with Four Radiation Technics for Carcinoma of the Breast" Radiology 73, 607~617, 1959. —24) J.R. Gish, E.O. Coates: "Pulmonary Radiation Reaction—A Vital Capacity and Time-Dose Study" Radiology 73 (679~683) 1959. —25) 玉木喜一: 肺線維症に於ける機能的並びに組織学的変化に関する実験的研究, 日・医・放・学会誌, 19巻, 10号, 2090~2103, 1960. —26) 市川平三郎, 荒居竜雄: 胸部X線照射による肺障害に関する研究(第1報), 日医放学会誌, 19巻11号, 2272~2288, 1960.