

Title	乳癌の電子線照射に伴ふ肺放射線症：補償濾過板を使用する試み
Author(s)	松田, 忠義; 三浦, 剛夫
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1971, 30(12), p. 1137-1145
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18527
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

乳癌の電子線照射に伴ふ肺放射線症

(補償濾過板を使用する試み)

国立名古屋病院放射線科

松田 忠義

豊橋市民病院放射線科

三浦 剛夫

(昭和45年11月17日受付)

The Roentgenographic Changes of Lung Following Electron Therapy for
the Breast Cancer

By

Tadayoshi Matsuda, M.D.

Department of Radiology, Nagoya National Hospital

Takeo Miura, M.D.

Department of Radiology, Toyohashi Municipal Hospital

1. Fifty five patients of the breast cancer were irradiated on their chest walls with betatron electrons and 16 patients out of 55, that is 29.1%, showed the roentgenographic changes of lung.
2. Energy of electrons was selected and tumor dose was calculated, which were based on the several axial transverse tomograms of the breast.
3. The details of 16 patients shown the roentgenographic changes of lung were as follows.
 - 1) The roentgenographic changes of lung were divided into pneumonitis type and fibrosis type according to the view of the roentgenogram of the chest and 16 patients were divided into two groups, 8 cases each.
 - 2) Most of the pictures showed that the shadow extended 1/4 to 1/2 of their entire lungs.
 - 3) The lung changes appeared average 4.3 months after the completion of the irradiation.
 4. Studying the factors that might be related with the causes of the lung Change, we came to the following conclusions:
 - 1) The lung changes decreased considerably when a compensating filter (Mix D Wedges) was used in order to equalize the thickness of the chest wall. Five patients out of six who were irradiated with electron without using a compensating filter showed lung changes. But this ratio changed into nine out of forty, i.e. 22.5%, when a compensating filter was used.
 - 2) The number of patients with the roentgenographic changes of lung increased in proportion to the energy of electron.
 - 3) Only when more than 5000 R tumor dose was used, we found out the roentgenographic changes of lung.
 - 4) We could not detect the relationship between the degree of skin damage by electron irradiation and the roentgenographic change of lung.

緒 言

最近ベータトロンやライナックの電子線による乳癌の放射線治療が盛に行はれつつある。これは電子線の特長な線量分布から、肺の障害が少く胸壁に十分な照射ができるとの考えからである。また、一方では電子線は肺ではほとんど減弱されないの、肺の障害はむしろ多いのではないかと危惧される向きもある。こうした疑問があるが、電子線の胸壁照射に伴う肺障害については未だ充分な研究が報告されていない。それで私共がベータトロンで電子線治療した55例の経験を基にして、電子線照射に伴う肺放射線病の実態と、この発生に関係する因子について報告しようと思う。

I. 観察症例

豊橋市民病院で Siemens 18Mev Betatron の治療を開始した¹⁹⁾²⁰⁾昭和38年8月より昭和44年7月までの6年間に、電子線治療した乳癌の中、胸壁を対象にベータトロン電子線だけで照射したものは65例である。65例の内訳は手術後乳癌44例、術後照射を行なわない再発乳癌12例、非手術乳癌

9例である (Table 1)。この中照射後定期的に観察していない5例と治療開始前、肺野と肋膜に異常所見のあつた5例は観察対象から除外した。観察症例はいずれも照射終了後1年以上を経過しており、観察期間の最も長いのは6年半に及んでいる。55例の患側の年齢は Table 2 に整理した。両側が大体同数であり、年齢は29才から80才に及び、40才代が最も多い。

II. 電子線治療の実施法

A. 症例の選択：この期間中乳癌の胸壁照射は一般には ^{60}Co 切線照射を基本に実施した。しかし ^{60}Co 切線照射にも欠陥があり、此の場合はベータトロン電子線照射を行なつた。それは次の症例の場合である。1) 丸い漏斗状の胸廓：胸廓の横断面が円形に近い場合は、腋窩線と胸骨線を結ぶ ^{60}Co 切線照射では、患側の肺野が異常に広く照射される。2) 扁平な胸廓：反対に胸廓の横断面が扁平な楕円形の場合は、 ^{60}Co 切線照射では反対側の肺まで広く照射される。3) 上胸部の傾斜が大きい胸廓：一般に第4ないし第5肋間の胸廓中央の前後径に比べると、第2ないし第3肋間の胸廓上部の前後径が小さいのが普通である。この差が大きい胸廓では、照射野の中央で選んだ切線角度で照射すると、第2ないし第3肋間腔の胸壁が充分照射されない。胸壁照射に電子線を選んだ症例の大半は、これに該当した。

B. 電子線照射における照射野の選定と補償濾過板の応用：患側の上肢を挙上した姿勢で鎖骨窩と腋窩を含む照射野を選ぶ。胸壁は健側の胸骨線から患側の後腋窩線の範囲に2門ないし3門の照射野を選ぶ。例外として胸骨部を中心に $12 \times 6 \text{ cm}$ の1門照射を行なつた症例が4例含まれている。胸壁はすべて電子線照射であるが、鎖骨窩と腋窩を含む範囲の照射は、電子線照射以外に一部 ^{60}Co 照射の場合がある。

手術後乳癌の場合、胸壁の厚さを均等にする目的で、Mix D で作つて楔形の補償板を使用する。例えば今、照射野の中央で撮影した横断写真 (Fig. 1) で、胸壁の厚さを計測し実大に換算す

Table 1. Breast cancer treated with high energy electrons

	Postoperative case	Inoperable case	Total
Number of treated cases	56	9	65
Number of observed cases	50	5	55

Table 2. Age distribution of the observed cases

	Postoperative case		Inoperable case	
	Right	Left	Right	Left
20 — 29		2		
30 — 39	7	3	1	
40 — 49	10	11	1	1
50 — 59	4	5		
60 — 69	5	2	1	
70 — 79	1			
80 — 89				1
Total	27	23	3	2

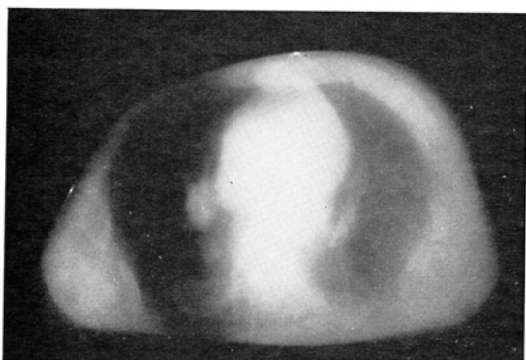


Fig. 1 Axial transverse tomogram of postoperative breast cancer. Two points at the front and the right breast shows the skin markers for adequate radiation fields. The wall of the breast is remarkably thin due to surgical operation.

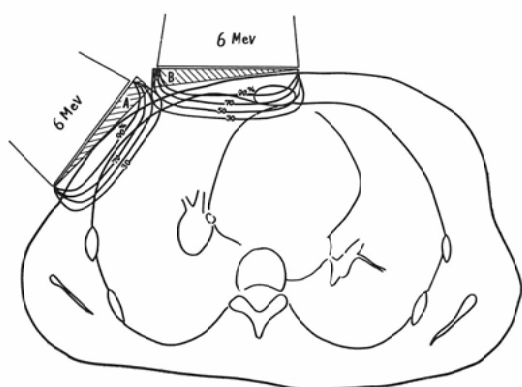


Fig. 2 Isodose curves for irradiation of postoperative breast cancer when attached with a compensating filter A and B.

ると、胸骨後面までは2cm、手術創周辺の中央部では5mm、側胸部では1.7cmである。胸壁の厚さの不均等を補正する目的で楔形の Mix D 板を作成する (Fig.2 A.B.)。

この補償板をのせた状態で胸壁の内面が80%内外の線量域になるエネルギーを選ぶ。

C. 電子線エネルギーの選択：観察症例55例について適用した電子線のエネルギーを内側の照射野を代表して Table 3 に整理した。その結果 4 Mev から15Mev まで広汎に及び、最も多いのは 9 Mev の32例58.2%である。15Mev は新鮮乳癌の1例であり、4 Mev は手術後乳癌に適用した。

Table 3. Energy of electrons and tumor dose

	Energy					Tumor dose		
	4 Mev	6 Mev	9 Mev	12 Mev	15 Mev	4000 R	5000 R	6000 R
Postoperative case	3	4	31	12		3	42	5
Inoperable case			1	3	1	1	2	2
Total	3	4	32	15	1	4	44	7

今、同じ人の内側と外側の照射野に採用したエネルギーを比較すると、両方のエネルギーが同じものの33例、内側のエネルギーが外側よりも大きいものの13例、その反対が9例である。

D) 照射線量：90%の線量域を病巣線量として200R ずつ連日照射した。照射した総線量が4000R/3週が4例、5000R/4週が43例、6000R/5週が8例であり、5000R照射したものが大半である。なお、胸壁の内側の線量を80%内外に選んであり、肺の表面近傍の線量は病巣線量から容易に計算できる。

III. 電子線照射により発生する肺放射線症

A) 発生頻度：定期的に撮影した胸部写真で、電子線の照射部位に、電子線照射が原因と考えられる異常陰影を認めたものが16例である。これは全観察例55例の29.1%に相当する。16例の内訳は手術後乳癌14例、非手術乳癌2例である。

B) X線写真の所見：胸部写真の所見から二つの型に分類した。その一つは肺炎型で、これは照射部位に一致して広汎な滲出性陰影を呈するものである。大半は滲出性陰影が吸収されて索状陰影の増加に移行する。他の一つは、線維増殖型であり、これは胸部写真に最初から滲出性陰影が認められず、照射部位に一致して索状陰影が増殖し、その周辺に軽度の滲出性陰影を伴うものである。

胸部X線写真に異常所見を認めた16例の中、肺炎型8例、線維増殖型8例である (Table 4)。その進展度は、陰影の拡がりを基準にした菊池の分類¹⁴⁾で判定すると、I度3例、II度10例、III度3例である。濃厚陰影が肺野の半分以上に及んだIII

Table 4. Classification and extension of the lung changes

	Cases	Extention		
		1 st Grade	2 nd Grade	3 rd Grade
Radiation Pneumonitis	8	2	3	3
Radiation fibrosis	8	1	7	
Total	16	3	10	3

Table 5. Months between the finding of changes and the completion of irradiation

Months	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7
Cases	3	4	1	4	4

度の3例は手術後乳癌1例、新鮮乳癌2例であつた。なお前者の1例は3カ月に肺炎様陰影は吸収されたが、後者の2例はともに吸収されずに残存した。

C) 発生時期：定期的検査以外に、胸痛、咳嗽、胸部の圧迫感等を訴えて撮影した胸部写真に異常所見を発見した例が多い。16例について照射終了後から胸部写真に異常所見を発見するまでの期間を Table 5 に整理した。

その結果最も早いのは照射終了後2カ月目であり最も遅いのは6カ月後で平均3.4カ月である。肺炎型と線維増殖型で相違は認められずほとんど各月に均等に発生した。

代表的な症例を供覧して説明する。

第1例。34才、女性。右側乳癌 $T_2N_1M_0$ の手術後24日より照射を開始した。鎖骨窩と腋窩を含む 14×9 cm の範囲にテレコバルトで 6000R 照射した。胸壁は手術創を中心に 12×8 cm の照射野2門を選び、9 Mev 電子線で27日間に 5000R 照射した。この症例は Mix D 補償板を使用していない。電子線照射の皮膚は比較の軽度の変化で、手術創周辺の一部のビランに止つた。照射終了後4カ月を経過し、10日來の咳嗽、喀痰、胸部の圧迫感を訴え受診した。その際の胸部写真では、右肺

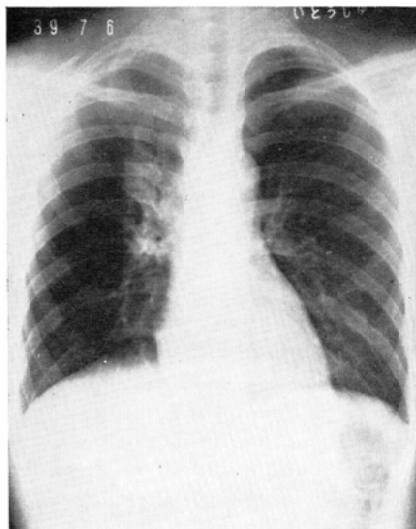


Fig. 3A The patient was a 34 year old female after right mastectomy who was irradiated with 9 Mev electrons, delivering tumor dose of 5000R for 27 days. The chest film taken after 4 months of irradiation shows radiation pneumonitis.

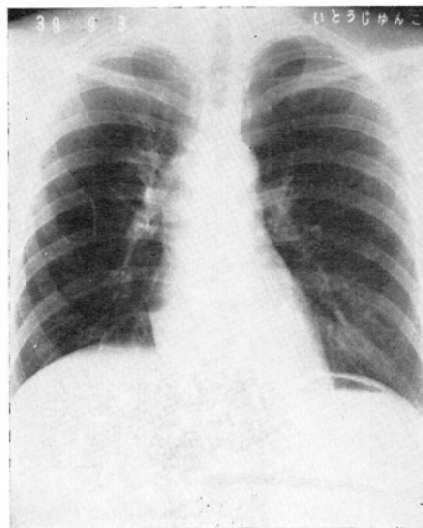


Fig. 3B The chest film taken after 2 months of Fig. 3A shows radiation fibrosis, which is considerably resolved pneumonitis shadow.

門部の上方に比較的限局した滲出性陰影が認められた (Fig. 3A)。断層写真ではこの陰影内に気管支拡張が認められる。2カ月後の胸部写真では、肺炎様陰影は吸収され、肺野内の索状陰影の増

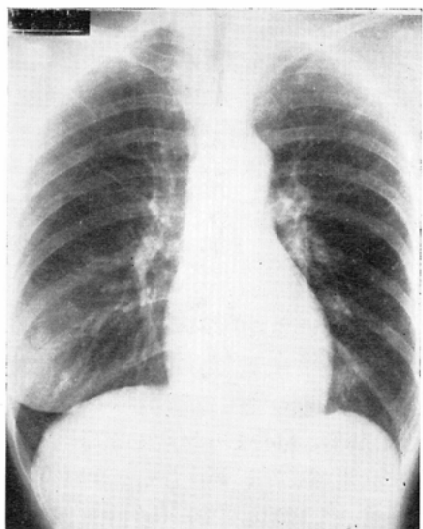


Fig. 4A The patient was a 46 year old female after left mastectomy, who was irradiated with 9 Mev electrons, delivering a tumor dose of 5000R for 29 days. The chest film taken after 2 months of the completion of irradiation does not show any pathological shadows.

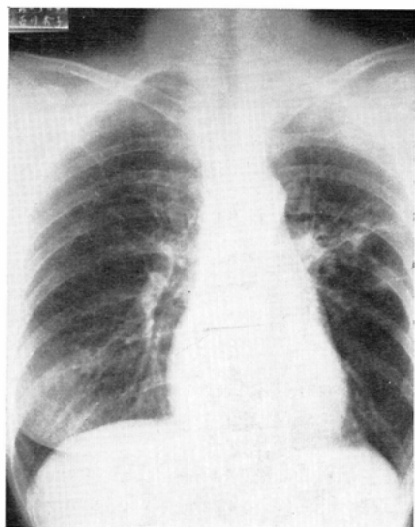


Fig. 4B The chest film taken after one month of Fig. 4A shows some increased strand shadows, which are slightly exsudativ.

加, 肺紋理の上方への牽引変位, 肋膜肥厚等の所見が見られる (Fig. 3B). この後の胸部写真はほとんど同一所見で5年後まで観察している. この

症例は放射線肺炎の典型的な経過を示めすものである.

第2例. 46才, 女性. 左側乳癌 $T_2N_1M_0$ の手術後40日目より術後照射を開始した. 鎖骨窩と腋窩を含む 14×9 cmの範囲はテレコバルトで6000R照射した. 胸壁には 12×8 cmの照射野を2門選び, 補償板を胸壁にのせ, 9 Mev 電子線で29日間に5000R照射した. 照射後2カ月の胸部写真には異常陰影を認めない (Fig. 4A). この5週間後に突然左胸部に圧迫感を訴え受診した. その際の胸部写真では, 電子線の照射部位に一致し, 左肺門から辺縁に向う数条の索状陰影が増加し, その周辺に軽度の滲出性陰影を認める (Fig. 4B). この症例は最初から索状陰影の増加を主体とする線維増殖型のものである.

第3例. 69才, 女性. 初診時右側乳房に 9×9 cmの腫瘤をふれる. その表面に 5×2 cmの潰瘍を形成し, 糖尿病と高血圧を合併する. 乳房を中心に3門の照射野を選び, 乳房の内側は12Mev, 乳

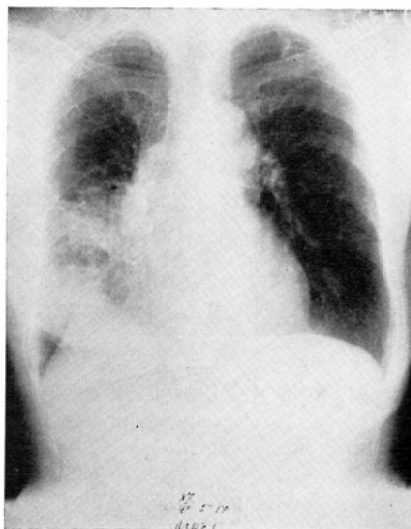


Fig. 5 The patient was a 79 year female with an inoperable right breast cancer. She was irradiated with 12 Mev and 15 Mev electrons through three fields, size of 12×8 cm, delivering 5000R for 30 days. The chest film taken after 5 months of irradiation shows the most extensive pneumonitis among our cases of breast cancer treated by betatron electrons.

房の部分は15 Mev の電子線で 5000R づつ照射した。照射部位の皮膚に広汎なビランを形成し、この回復に3週間を要した。照射後5カ月目の胸部写真で右下肺野に広汎な濃厚陰影と縦隔洞肋膜の肥厚、横隔膜の挙上が認められる (Fig. 5)。この1年6カ月後まで、肺炎様陰影は吸収されることなく、このままの状態が続いた。この症例は私共が電子線治療した乳癌で、最高の変化を起したものである。

IV. 肺放射線症の発生に関する因子

A) 補償板使用の有無との関係：手術後乳癌で Mix D の補償板を使用したかどうかで肺放射線症の発生頻度が著明に相違した。手術後乳癌の電子線治療を開始した当初も、やはり横断写真で胸壁の厚さを計測し、電子線のエネルギーを選定したが、補償板を使用せずに照射した。

この方法で照射した6例中5例に放射線肺炎を起した。このように放射線肺炎が多発した原因には次の事が考えられる。すなわちその一つは、手術後の胸壁は、胸骨部と側胸部では2cm前後であるのに対し、手術創周辺の中央部では極端に薄く5~9mm程度である。それで胸骨部や側胸部で選んだエネルギーの電子線では、中央附近の肺野内へ深くまで侵入することになる。さらに、手術創周辺で両側の照射野が接近しており、両側からの線量が重積する。これらの事柄が重なり合つて、中央部肺野が過大照射されるのである。この欠陥を除くために、胸壁の厚さの不揃を楔形の Mix D

Table 6. Frequency of incidence of the lung changes concerned with using of a compensating filter

	Postoperative case	Inoperable case
Without compensating filter	5/6	2/5
With compensating filter	9/40	
One port irradiation*	0/4	
Total	14/50	2/5

* Restricted to the parasternal region

板で均等にする方法を採用した。この補償板を使用した40例中放射線肺炎を起したのは9例であり、補償板を使用しない場合に比べて著明に減少した (Table 6)。この比較は2~3門の照射野で胸壁を広く照射した手術後乳癌を対象としており、胸骨部のみを電子線で照射した4例は除外した。なおこの4例は補償板は使用せずに12×6cmの照射野に12Mevで5000R照射したが、いずれも肺と肋膜に変化を起していない。

B) 電子線エネルギーとの関係：電子線エネルギーと肺放射線症の発生の関係を Table 7 に整理した。この結果4 Mevと6 Mevの電子線照射で肺放射線症を発生したものはなく、9 Mevでは32例中10例31.3% 12Mevでは15例中5例33.3%で

Table 7. Frequency of incidence of the lung changes concerned with energy of electrons

	4 Mev	6 Mev	9 Mev	12 Mev	15 Mev
Number of treated cases	3	4	32	15	1
Number of cases with lung changes			10	5	1

ある。胸骨部のみを照射した4例を除くと12Mevの発生率は11例中5例45.5%である。すなわち胸壁を広く照射した症例では電子線のエネルギーが大きい程肺放射線症の発生が増加する。

C) 照射線量との関係：90%線量域で計算した病巣線量と肺放射線症の発生との関係を Table 8 に整理した。

すなわち4000R/3週の4例に発生した例はなく、5000R/4週の44例中14例、6000R/5週の7

Table 8. Frequency of incidence of the lung changes concerned with tumor dose

	4000R/3W	5000R/4W	6000R/5W
Number of treated cases	4	44	7
Number of treated cases with lung changes		14	2

Table 9. Frequency of incidence of the lung changes concerned with skin damage

Lung changes \ Skin damage	Number of cases without lung changes	Number of cases with lung changes	Total
Number of cases without erosion	13	4	19
Number of cases with partial erosion	11	4	15
Number of cases with extensive erosion	12	9	21
Total	38	17	55

Table 10. Frequency of incidence of the lung changes concerned with age distribution

	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89
Number of treated cases	2	10	21	9	8	1	1
Number of cases with lung changes		2	9		4		1

例中2例にそれぞれ肺放射線症を発生した。4000Rと6000Rの照射した症例数が少なく、照射線量と肺障害の関係は確実ではない。

D) 皮膚障害との関係：照射部位の皮膚の変化と肺放射線症の関係を Table 9 に整理した。皮膚障害の程度を、a) ビランを形成せず、落屑回復したもの b) 照射野の一部にビランを形成したもの c) 広汎なビランを形成したものの3段階に分類した²¹⁾。その結果、広汎なビランを形成した症例に、肺放射線症が若干多く発生した。しかし皮膚変化が軽度ですんだ19例中4例に肺放射線症を発生した一方、皮膚に高度の変化を起した21例中肺障害を起さない症例が9例もあり、皮膚と肺の障害の程度は必しも相関していない。

E) 年齢との関係：60才以上の高齢者に発生頻度が多くしかも高度の変化がみられた。しかし40才代の21例中9例に発生したのに対し、50才代の9例には1例も発生しておらず、年齢との関係

は必しも相関はしていない (Table 10)。

考 按

乳癌の胸壁照射は現在は ⁶⁰Co γ線またはライナックX線の切線照射が主体である²³⁾。これは皮膚と肺の障害が少くて、胸壁に十分な照射ができるからである。電子線ではその特長的な線量分布から乳癌に応用して、X線深部治療や ⁶⁰Co 切線照射では果し得ない特長が期待される³⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾。

1923年 Groover 等¹¹⁾の臨床報告以来、乳癌のX線治療後に起る肺障害については、外国および国内に実に多数の研究報告があり、各方面について学問的体系が確立されている。一方電子線照射による肺障害⁶⁾²⁹⁾については、系統的に検討されては無いし、わが国では論文報告はない¹⁾²⁶⁾。それでX線深部治療の研究結果を基にして、ベータトロン電子線照射の肺障害について順に考察する。電子線照射で胸部のX線写真にみられる異常所見とその推移は、従来のX線治療に見られるもの¹⁷⁾²⁴⁾と本質的な差はない。ただ電子線照射の場合X線写真に最初に認められる所見の大半が索状陰影で、これに軽度の滲出性陰影を伴う症例が約半数をしめた。この理由は、放射線による肺の組織学的変化は Warren³¹⁾等が明らかにし、Rubin²⁵⁾が集成するごとく、肺炎から線維化の過程が本態であり、電子線照射では、肺炎から線維化へ推移が早いとまでは考えられないだろうか。

私共がベータトロン電子線で胸壁に4000~6000R/3~5週照射した場合の肺障害の発生率は、全体では55例中16例29.1%であるが、補償板を使用した術後乳癌に限定すると、その発生率は40例中9例22.9%であり、これが私共の術後乳癌の電子線照射に伴う発生頻度と言える。

この発生頻度はX線の垂直照射について、山下³²⁾等が国内と外国の文献を集計した50~60%の発生率よりは遙に少なく、X線または ⁶⁰Co γ線の切線照射について、菊池¹⁵⁾、北島¹⁶⁾、渡辺³²⁾等が集計した発生率に近似する。

肺障害の発生頻度には種々の事柄が関係する。その一つは補償板の応用である。横断写真で観察すると、術後乳癌の胸壁は一様の厚さではない。

この厚さの不揃を楔形の Mix D で均等にす補償板を作成し、これを使用すると、肺障害は著明に減少する。これは胸壁の薄い処で肺が過大照射される事を補償するためである。

次は電子線のエネルギーとの関係である。補償板をのせた状態で胸壁の内面が80~70%の線量域になるエネルギーを選んだ。この範囲ではエネルギーが大きい程、肺障害の発生頻度が大きい。これはエネルギーが大きい程肺が深くまで照射されるためである。若し体表面のみを対象として小さいエネルギーの電子線で照射すれば、肺障害を皆無にすることは可能である。しかしこれでは治療の目的は果たせない。

次に照射線量と肺障害の関係を検討する。すべての症例が90%領域を病巣線量として4000R~6000R/3~5週照射した。胸壁内面は80~70%に設定しており、肺の表面線量に換算して肺障害との関係をみると、3000R以下の照射では障害の発生がなく、すべて4000R/4週以上の照射で発生している。100~200kVp X線の垂直照射で肺障害を起す線量は、Engelstadt⁸⁾、Schere²⁷⁾、Fiebelkorn⁹⁾、Bate²⁾、Meurk¹⁸⁾、Gisch¹⁰⁾、吉村³⁴⁾、菊池¹⁴⁾、市川¹³⁾等は3000Rから4,000Rと報告している。したがって100~200kVp X線と4~15 Mev 電子線の肺障害を起す線量は電子線が若干大きいが大差はないと考えられる。

私共の観察結果では個体側の条件として皮膚障害の高度なものと高齢者に肺障害が多いが、これは必しも相関はしていない。従来のX線治療の場合、肺障害と皮膚障害、白血球減少、宿酔等の程度、年齢、既往症との関係を検討した結果⁹⁾¹²⁾¹⁴⁾³⁴⁾は報告者により一致していない。

最後に乳癌の電子線治療の計画と実施に際しての横断撮影の意義について考えてみよう。電子線の胸壁照射の条件を設定するのに基本的に重要な事は胸壁の厚さを正確にする事である。Boone⁴⁾等は電子線の胸壁照射の場合の肺線量を犬の食道内で実測し、肺線量は全通過距離よりも胸壁の厚さに左右されると結論している。一般に胸壁の厚さは胸部の側面撮影、または側面断層撮影で計測

するのが普通である。これらの方法でも確かに胸壁の一つの断面の厚さは計測できる。しかし手術後乳癌の横断写真で観察すると、胸骨から側胸部までの胸壁の厚さは一様ではなく、また個人により可成り相違する事が判る。個々の症例について胸壁の厚さを全周に亘って具体的明確にする事は横断撮影²²⁾²⁸⁾以外では不可能である。横断写真の所見に基づき適切な補償板を作成し、これを応用する事は、電子線の胸壁照射の新しい方法であり、肺障害の軽減に役立つものである。

結 論

1. ベータトロン電子線で胸壁照射した乳癌患者55例中16例29.1%に肺放射線症を発生した。
2. 肺放射線症16例の内容は次の通りである。
 - 1) 胸部写真の所見から肺炎型と線維増殖型に分類するとそれぞれ8例ずつである。
 - 2) 両型ともⅡ度の拡がり過半数である。
 - 3) 発生時期は照射終了後平均4.3カ月である。
3. 肺放射線症の発生に係る事柄を検討して次の結果を得た。
 - 1) 補償濾過板の使用により肺放射線症の発生が著明に減少する。すなわち補償板を使用しないで照射した手術後乳癌6例中5例に障害が起つたが、補償板を使用したものは40例中9例22.5%に減少した。此の22.5%が私共の肺障害の発生頻度である。
 - 2) 電子線のエネルギーが大きい程多く発生した。
 - 3) 肺の表面の照射線量が4000~4400R/4週以上で発生している。
 - 4) 皮膚の障害程度と肺放射線症の発生率は必しも相関しない。
 - 5) 肺放射線症の発生は年齢と相関しないが60才以上の高齢者に多く起つた。

(御校閲を戴いた高橋信次教授に感謝します。)

参考文献

- 1) 芦沢 昭：電子線治療による放射線肺炎（会）日医放誌，29，123，昭和44。
- 2) Bate, D. et al.: Changes in lung and pleura following Two-Million volt for carcinoma of the breast. Radiology, 69, 372-383, 1957.
- 3) Becker J.: Supervolt therapie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1961.
- 4) Boone M. et al.: Skin Reaction and Tissue Heterogeneity in Electron Beam Therapy. Radiology, 84, 817-822, 1965.

- 5) chu, F. et al.: Electron beam therapy in the management of carcinoma of the breast. *Radiology*, 75, 559—567, 1960.
- 6) Chu F. et al.: Treatment of breast cancer with high—energy electrons produced by 24 Mev betatron. *Radiology*, 81, 871—880, 1963.
- 7) Chu, F.: Experience with electron irradiation of breast cancer. *Symposium on High-Energy Electrons*. Springer-Verlag, Berlin 1965.
- 8) Engelstadt R.: Pulmonary lesion after roentgen and radium. *Am. J. Roentgenol*, 43, 676—681, 1940.
- 9) Fiebelkorn, J.: Über die Strahlen reaktion der Lunge und der Pleura als Folge von Mamma Karzinom Bestrahlungen. *Strahlen Therapie*, 93, 509—520, 1954.
- 10) Gisch. R. et al.: Pulmonary Radiation Reaction. *Radiology*, 73, 679—683, 1959.
- 11) Groover, A. et al.: Intrathoracic changes following roentgen treatment of breast carcinoma. *Am. J. Roentg.* 10, 471—476, 1923.
- 12) 市川平三郎他: 胸部X線照射による肺障害に関する研究(第一報)日医放誌, 19, 2272—2288, 昭和34.
- 13) 市川平三郎他: 胸部X線照射による肺障害に関する研究(第二報)日医放誌, 21, 617—626, 昭和36.
- 14) 菊地 章: 肺放射線症に関する研究(第2編)日医放誌, 21, 1047—1074, 昭和37.
- 15) 菊地 章: 胸壁に対するX線切線照射後の肺放射線症, 日医放誌, 22, 1304—1314, 昭和38.
- 16) 北畠 隆他: ^{60}Co 遠隔照射による乳癌の治療, 日医放誌, 21, 794—800, 昭和36.
- 17) 古賀良彦他: 放射線診断学(I). 東京, 南山堂, 昭和42.
- 18) Meurk M. et al.: Dose Distribution with Four Radiation Technics for Carcinoma of the Breast *Radiology*. 73, 607 617, 1959.
- 19) 松田忠義他: Beraron 治療3カ年の経験(第一報)日医放誌, 27, 1194—1201, 昭和42.
- 20) 松田忠義他: Betaron 治療3カ年の経験(第二報)日医放誌, 27, 1202—1210, 昭和42.
- 21) 松田忠義他: 電子線照射の皮膚変化. 日医放誌, 27, 1494—1500, 昭43.
- 22) 松田忠義: 健常胸部の横断面のX線の観察. 日医放誌, 12, 2, 1—9, 昭和27.
- 23) 宮川正他: 放射線治療学. 東京, 朝倉書店, 昭和41.
- 24) 岡 治道: 肺野の所謂レントゲン線維症のX線像分類について. 臨放6, 1, 15—29, 昭和36.
- 25) Rubin P. et al.: *Clinical Radiation Pathology*. W.B. Saunders Company, Philadelphia. 1968.
- 26) 佐藤幸雄, 乳癌術後電子線照射による放射線肺炎(会)日医放誌, 28, 1772, 昭和43.
- 27) Schere E.: Der heutige Stand der Strahlenbehandlung des Mammakarzinoms. *Strahlen Therapie*. 93, 509 520, 1954.
- 28) Takahashi, S.: *Atlas of Axial Transverse Tomography*. Berlin, Springer-Verlag, 1969.
- 29) Tapley N. et al.: *Skin Reaction and Tissue Heterogeneity in Electron Beam Therapy*. 84, 812 816, 1965.
- 30) 豊住房子: 乳癌 ^{60}Co 術後照射の治療成績について. 日医放誌, 29, 365—375, 昭和44.
- 31) Warren, S. et al.: Radiation reaction in the lung. *Am. J. Roentgenol*. 43, 682 701, 1940.
- 32) 渡辺克司他: 乳癌の術後照射の肺障害について, 日医放誌, 28, 392—399, 昭和43.
- 33) 山下久雄他: 放射線肺線維症. 日胸症臨, 23, 227—240, 昭和39.
- 34) 吉村克俊他: 放射線肺線維症の統計的観察. 日医放誌, 18, 168—175, 昭和33.