



| | |
|--------------|---|
| Title | 乳癌術後レ線治療後の肋骨骨折5例 |
| Author(s) | 菊池, 章; 山口, 昂一; 志田, 寿夫 他 |
| Citation | 日本医学放射線学会雑誌. 1963, 23(3), p. 264-287 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/15830 |
| rights | |
| Note | |

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

乳癌術後レ線治療後の肋骨骨折5例

東北大学医学部放射線医学教室（主任：古賀良彦教授）

菊 池 章

| | | |
|---------|---------|---------|
| 山 口 昂 一 | 志 田 寿 夫 | 篠 原 照 彦 |
| 上 村 和 夫 | 豊 川 保 雄 | 畠 山 武 |

（昭和38年4月16日受付）

Five Cases of Rib Fractures Following Postoperative Roentgen Treatment of the Breast Cancer

By

Akira KIKUCHI

Kōichi YAMAGUCHI, Hisao SHIDA, Teruhiko SHINOHARA,

Kazuo UEMURA, Yasuo TOYOKAWA

and Takeshi HATAYAMA,

Department of Radiology, Faculty of Medicine,

Tohoku University, Sendai, Japan

(Director: Prof. Yoshihiko KOGA)

The effect of roentgen rays and radium on the bone has been well known. In the field of treatment for malignant tumors, the femoral neck fracture following irradiation of the pelvic tumor as well as the radionecrosis of the mandible following irradiation of the intraoral carcinoma has been noticed as serious complications of the radiation therapy.

In spite of the widespread use of roentgen rays in the treatment of carcinoma of the breast, the damage to the rib and clavicle has been reported rather rarely^{4)~25)} and has been considered to have a low incidence¹³⁾¹⁹⁾²¹⁾.

In the literature of the world we could find detailed reports of 81 such cases and they are presented in Table 1^{4)~20)24)}.

During these four years from 1959 to 1962, 56 cases of breast cancer were treated in our clinic postoperatively with roentgen rays and were followed up with serial roentgen examination of the chest over a period of more than six months after the completion of irradiation. Five cases of them, we could find, with a fracture or fractures of the rib (a incidence of 8.9 per cent)³⁾. Roentgen treatments which we used were not serial irradiation as ever seen in many reports. A brief outline of the method was as follows. First, patients received ten exposures each over two fields directly: the clavicular and axillary regions with field size of 10×10 or 8 cm.. Then the anterior chest wall including the parasternal lymphnodes was irradiated tangentially with the angle of about thirty degree, eight sometimes ten exposures each from medial and lateral portals. A conventional deep

Table 1. Outline of 81 cases reported by many authors and our 5 cases which developed radiation injuries of the ribs and the clavicle following radiation therapy.

| Author | Irradiation for: | Irradiation with : | Tissue Dose | Duration of Treatment Period | Bone injured Rib Clavicle | Time from End of Treatment to Fracture |
|----------------------------------|--|--------------------|---|------------------------------|--------------------------------|--|
| Blass 1934 1 Fibrosarcoma | | Roentgen | ? | ? | 1 | 7 yr. |
| Eggs 1941 3 Breast Cancers | | Roentgen | 1,800—2,400 r (T.D.) | 1yr. 7mo.—2yr. 2mo. | 3 | 6yr. 10m—9yr. 4mo. |
| Steller 1942 1 Dermatitis (?) | | Roentgen | ? | 3 yr. | 1 | 12yr. |
| Slaughter 1942 8 Breast Cancers | (5 : Radium treatment in addition | Roentgen | 1,500—4,000 r (T.D.) (averaged 2,000 r) | 2 mo.—2 yr. 4 mo. | 3 | 1 yr.—12yr. |
| Paul 1942 15 Breast Cancers | | Roentgen | 2,600—6,400 r (Air Dose) | 3 mo.—3 yr. | 15 | 7 mo.—4 yr. 1 mo. |
| Wammock 1943 10 Breast Cancers | Radium Implantation (2 : Preradium Roentgen Radiation) | | 22,000 mghr (averaged) | | 10 | 11mo.—7 yr. |
| Svab 1947 3 Breast Cancers | Roentgen | | 6,000—10,000 r (Skin Dose) | ? | 3 | 2 yr.—3 yr. |
| Hildebrand 1949 1 Hodgkin | Roentgen | | 6,500 r (T.D.) | about 1 yr. | 1 | 9 yr. |
| Steingräber 1951 1 Breast Cancer | Roentgen | | 4,600 r (T.D.) | 6 mo. | 1 | 10mo. |
| Greve 1952 3 Breast Cancers | Roentgen | | 4,500—6,600 r (T.D.) | 1 yr. 2 mo. | 3 | 6 mo.—2 yr. |
| Birkner 1954 6 Breast Cancers | Roentgen | | 4,000—10,500 r (T.D.) | 1 yr.—13yr. | 7* | 1/2 yr.—10yr. |
| | 2 Lung Cancers | | | | | |
| | 1 Leiomyosarcoma | | | | | |
| Braun 1954 3 Breast Cancers | Roentgen | | 4,500—7,500 r (Skin Dose) | 1 yr.—3 yr. 9 mo. | 4 | 0—2 yr. 9 mo. |
| Schröder 1955 4 Breast Cancers | Roentgen | | about 4,000 r (T.D.) | 1yr. 1mo.—1yr. 9mo. | 3 | 1/2 mo.—2yr. 2 mo. |
| Schoenheinz 1955 1 Breast Cancer | Roentgen | | 60% "HED" × 6 × 2 | 4 mo. | 1 | 14yr. |
| Dobek 1959 11 Breast Cancers | Roentgen | | 5,000 r (Skin Dose) | ? | 11 | 3 mo.—1 yr. 3 mo. |
| Baudisch 1960 4 Breast Cancers | Roentgen | | 3,000—3,500 r (T.D.) | 6 mo.—7 yr. 5 mo. | 2 | 11mo.—7 yr. 3 mo. |
| Kato 1960 1 Breast Cancer | Roentgen | | 5,000 r (Air Dose) | 2 yr. 10mo. | 1 | 1 yr. 6 mo. |
| Kolář 1961 1 Breast Cancer | Roentgen | | 9,960 r (Skin Dose) | 9 mo. | 1 | 2 yr. 7 mo. |
| Kikuchi 1963 5 Breast Cancers | Roentgen | | 2,850—5,250 r (T.D.) | 1 1/2 mo.—6 mo. | 5 | 4 mo.—1 yr. 8 mo. |

* One case of this group was confirmed a necrosis of synchondrosis between manubrium and corpus sterni as of the border of bone and cartilage.

Table 2 : Five Cases of Rib Fracture following Roentgentherapy for Breast Cancer

| Case | 1. K. H. | 2. K. I. | 3. H. K. | 4. T. W. | 5. Y.O. |
|--|----------|-----------|----------------|-----------------------|----------|
| Age | 47 | 42 | 45 | 55 | 45 |
| Rib fractured | 3 rd | 4 th | 2 nd | 2 nd | 3 rd |
| Duration of Treatment Period Contributed to Fracture | 23d. | 23d. | 11d. | 99 d. | 18d. |
| Irradiation Field Contributed to Rib Fracture | Axillary | Axillary | Calvicular | Clavicular & Axillary | Axillary |
| Tissue Dose at Rib Fracture | 3,150 r | 2,850 r | 3,450 r | 5,250 r | 3,150 r |
| Time from End of Treatment to Fracture | 10m. | 1 y. 8 m. | more than 9 m. | 4 m. | 1 y. |
| Time from Appearance of Fracture to Callus Formation | 4 m. | | less than 7 m. | No | No |
| Time from Appearance of Fracture to last Observation | 11m. | 0 | less than 8 m. | 10m. | 2 m. |
| Healing of Fracture | Yes | | Yes | No | |
| Radiation Reaction in Skin overlaid Rib Fracture | Severe | Severe | Mild | Moderate | Moderate |
| Radiation Reaction in Lung | No | No | Mild | Moderate | Mild |
| Metastasis or Recurrence | Yes | Yes | No | No. | No |

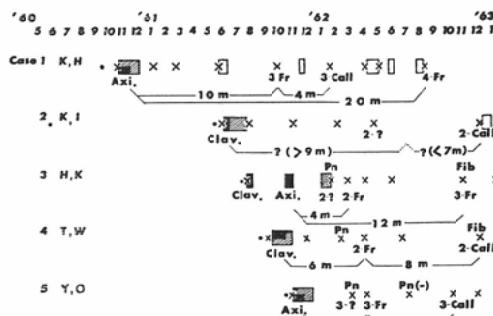


Fig. 1. Summary of clinical course

● ; surgical operation, ; × roentgen examination, ■; prophylactic irradiation, ■; irradiation contributed directly to occurrence of each fracture, □ ; radiation treatment for metastasis or recurrence, Axi.; irradiation to axillary region, Clav.; irradiation to clavicular region, 3-Fr; third rib fracture, 2-?; suspicious rib injury of second rib, 3-Call; callus formation of third rib, Pn; radiation pneumonitis, Pn(—); disappearance of it, Fib; radiation fibrosis.

X-ray therapy was used for all fields: 180kV, filter 0.7 mm. Cu+0.5 mm. Al, H.V.L. in Cu=1.11 mm., F.S.D. 40 cm. and the single dose in air 300 r each day. Short summaries of these 5 cases are listed below and shown in Table 2. and Figure 1.

Case Reports

Case 1. K. Honda, female, 2-1-1914

A radical mastectomy was performed on October 13, 1960, for a carcinoma of the

right breast. Histologically it was confirmed to be scirrhus. The patient admitted to our clinic on November 7, 1960, for postoperative irradiation. The following radiation treatment was given :

from 11-8-1960 to 11-30-1960 clavicular region with total skin dose of 4,080 r,

from 11-9-1960 to 12-1-1960 axillary region with total skin dose of 4,080 r,

from 12-2-1960 to 12-19-1960 chest wall with total skin dose of about 3,100 r.

The controll examination on 1-20-1961 and 3-6-1961 did not show the recurrence or metastasis.

The third controll examination on 6-8-1961 discovered a lymphnode-swelling in the right supraclavicular region, then from June 8 to June 28 she was given treatment with roentgen irradiation, receiving 6,700 r of the skin dose.

The fourth controll examination on 10-13-1961 presented a radiation skin ulcer of about 2×3 cm. at the supraclavicular region accompanied with pigmentation, depigmentation and sclerosis of the skin. Moreover by roentgen examination a fracture in the anterolateral segment of the third rib was found but the site of this fracture did not seemed to be included into the last supraclavicular field (Fig. 2-A and D).

Then the following irradiation was performed for metastasis of various tissues and sites :

from 11-29-1961 to 12-11-1961 left axillary region with total skin dose of 4,500 r by use of conventional roentgen rays,

from 4-26-1962 to 5-17-1962 left clavicular region with total air dose of 5,100 r by telecobalt gamma rays,

from 6-7-1962 to 6-18-1962 and from 8-8-1962 to 8-24-1962 the skin metastasis of the right chest wall with the total air dose of each 2,500 r and 3,500 r by low voltage near distance tube.

The roentgen finding on February 3 1962, showed the healing with callus formation at the site of the third rib fracture (Fig. 2-B).

Then on August 27, 1962, new fracture occured at the site of the anterolateral segment of the fourth rib (Fig. 2-c) while this was not seen on the last examination on May 18, 1962.

The lung changes following irradiation were not observed during all over the time followed up and symptom based on the fractures was not recognized.

Case 2. K. Imamura, femal, 12-26-1918.

A simple mastectomy was performed for right mastopathia on 6-8-1960, later a growing tumor was visible in the operated region, then on 6-1-1961 tumorextirpation was done and confirmed to be duct cell carcinoma histologically.

The patients admitted in our clinic on 6-19-1961 for postoperative radiotherapy and received following treatment :

from 6-20-1961 to 6-30-1961 clavicular region with the total skin dose of 4,080 r,

from 7-1-1961 to 7-14-1961 axillary region with the total skin dose of 4,020 r,

from 7-17-1961 to 8-7-1961 chest wall with the total dose of 3,900 r.

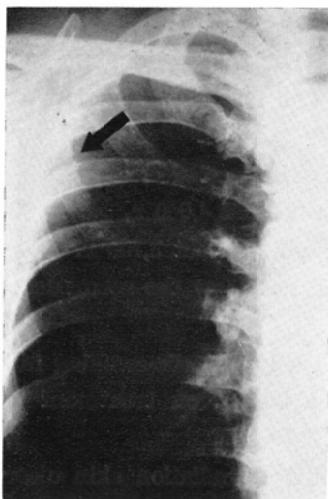


Fig. 2-A.

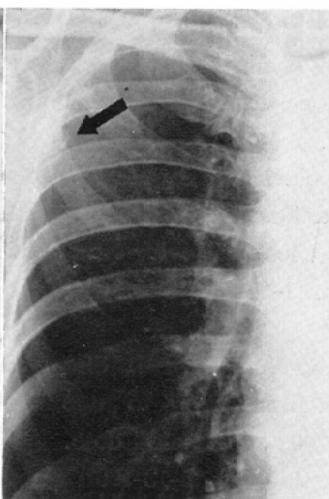


Fig. 2-B

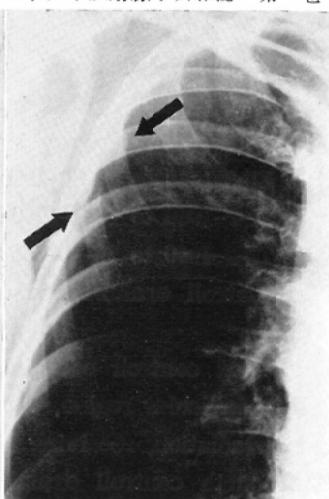


Fig. 2-C



Fig. 2-D

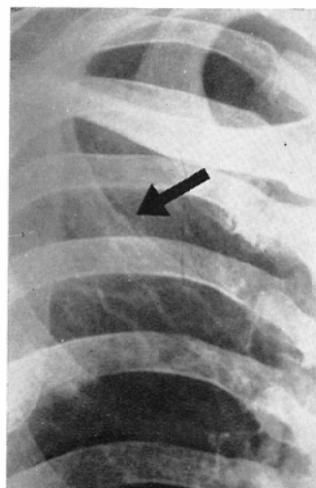


Fig. 3-A



Fig. 3-B

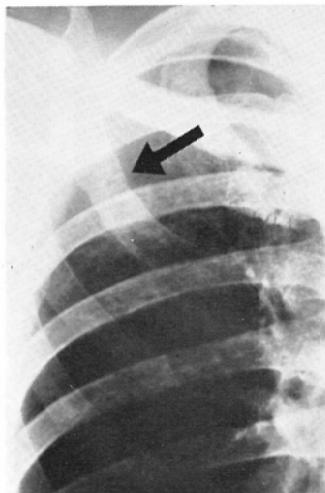


Fig. 4-A



Fig. 4-B

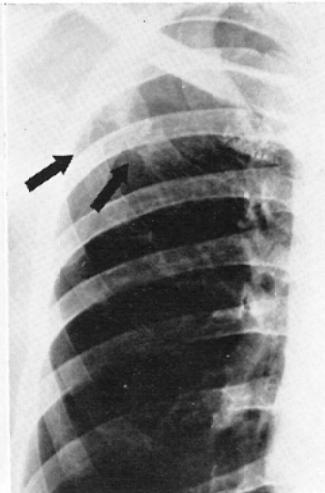


Fig. 4-C



Fig. 4-D

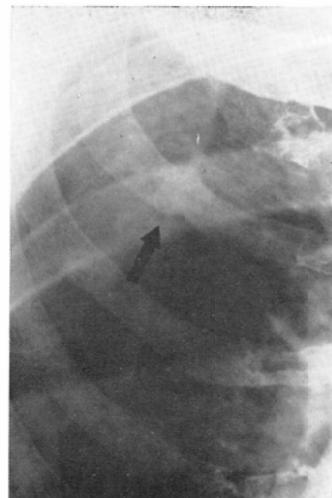


Fig. 5

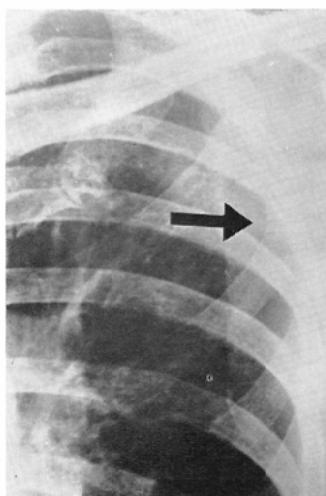


Fig. 6-A

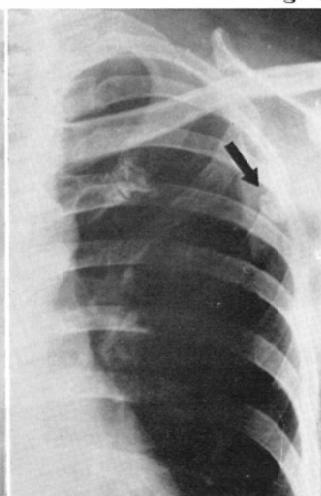


Fig. 6-B

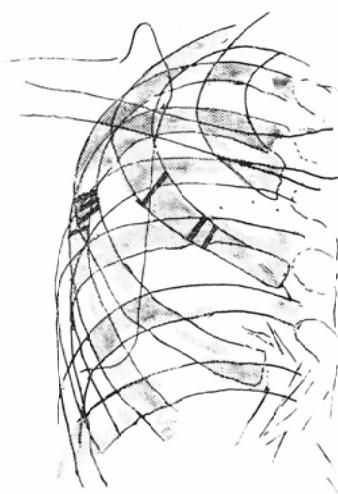


Fig. 7

Fig. 2. K.H. (Case 1)

A, October 13, 1961. Fracture of third rib discovered with separation of fragments ten months after radiation treatment.

B, February 3, 1962. Fracture healed already by callus formation.

C, August, 27, 1962. New fracture of fourth rib found twenty months after radiation treatment.

D, March 30, 1962. Severe radiation skin change with ulcer almost healing by ointment treatment. The skin dose delivered was 9,580 r during a period of eight months. But the rib fractures did not site under this severely changed skin, while the underlying ribs or clavicle showed no remarkable changes.

Fig. 3. K.I. (Case 2)

A, May 7, 1962. Appearance of right upper field of chest nine months after completion of radiotherapy. An irregular short transverse fissure in upper margin of the second rib, suspecting early rib injury.

B, December 19, 1962. Callus formation 16 months after completion of radiotherapy and 7 months after discovery of suspicious rib injury.

Fig. 4. H.K. (Case 3)

A, February 6, 1962. Appearance of right upper field of chest three months after completion of clavicular and axillary irradiation, showing slight pulmonary reaction in upper lung field and bone sclerosis in part of anterior segment of the second rib.

B, March 12, 1962. Fracture of the second rib discovered without bone absorption four months after completion of radiotherapy.

C, November 15, 1962. Unhealed Fracture with loss of bone substance and similar lesion presented in third rib one year after radiation treatment.

D, January 15, 1962. Moderate skin change induced by roentgen treatment showing pigmentation, depigmentation and teleangiectasis. Under the line combined with above and below arrows, it was confirmed, the second rib fracture would be located.

Fig. 5. T.W. (Case 4)

December 18, 1962. Consolidation by luxurious callus formation of the second rib, 13 months after completion of radiotherapy and 8 months after discovery of rib fracture. Pulmonary changes absorbing fairly well became more fibrous in upper lung field.

Fig. 6. Y.O. (Case 5)

A, May 7, 1962. Appearance of right upper field of chest nine months after completion of radiotherapy. An irregular short transverse fissure in upper margin of the second rib, suspecting

early rib injury.

B, December 14, 1962. Consolidation by luxurious callus formation 12 months after completion of roentgen treatment and 8 months after discovery of rib fracture. Pulmonary reactions appeared in upper lung field 3 months after completion of radiotherapy had not been visible absolutely on July 19, 1962.

Fig. 7.

Location of the seven rib fractures overlapping in a roentgenogram of the right chest.

The control examinations on November 15, 1961, and February 22, 1962, showed no evidence of metastasis or recurrence.

On March and May 1962 she had sharp pains on the right anterior chest wall.

A roentgenogram of the chest taken on May 7, 1962 manifested the lack of continuity at the upper margin of the second rib without a fracture line being visible, which was suspected to be a radiation damage of the rib (Fig. 3-A). Already after 7 months from this time, callus formation was observed at the same site.

On November 1962, she noticed a small skin tumor of the right chest wall and it is being treated by low voltage near distance tube since December 1962. On December 19, 1962 there was no change in the findings of the rib as reported one month ago (Fig. 3-B).

If a perfect fracture of the second rib occurred, it would be observed during from third to fourth examination. The patient showed no lung change and moderate skin reaction following irradiation for breast cancer.

Case 3. H. Kumagai, female, 1-1-1916

A radical mastectomy was performed for carcinoma of the right breast on 7-26-1961, and histological finding was scirrhous. Then she received following treatment with roentgen rays ambulatory :

from 8-8-1961 to 8-18-1961 clavicular region with the total skin dose of 4,080 r,

from 10-27-1961 to 11-13-1961 axillary region with the total skin dose of 4,020 r,

from 1-16-1962 to 2-6-1962 chest wall with the total skin dose of 3,100 r.

The roentgenogram of the chest taken on 2-6-1962 showed the finding of radiation pneumonitis in the right upper field and bone sclerosis in length of about 3 cm. and slight narrowing in width at the site of anterolateral segment of the second rib (Fig. 4-A). These bone findings may be a sort of early roentgenographic evidence for radiation injuries of the bone.

The control examination on 3-12-1962 showed the progressive change of the intrapulmonary involvement and clear fracture with a light dislocation at the above mentioned site. The location of this fracture situated under the line of the chest wall where overlapping of clavicular and axillary fields might presumably occur, so the dose delivered was greater than the others (Fig. 4-B and D).

The lung shadow was absorbed gradually, while the lesion of the second rib showed a tendency to become stationary after an interval of months and healing did not occur within 10 months after the fracture was first noticed. Furthermore the roentgen examination of the chest on 11-15-1962 discovered a new fracture at the site of the anterolateral

segment of the third rib (Fig.4-C). The patient has now moderate skin changes with teleangiectasis and thickening of the skin, but no skin ulcer (Fig. 4-D).

Case 4. T. Wakayama, female 1-24-1906.

The patient had left exsudative pleuritis and has been nodular goiter. A radical mastectomy was treated for carcinoma of the right breast on 9-4-1961, histological examination revealed infiltrative mucinous carcinoma.

A standard chest film when she first came in our clinic on September 18 showed irregular pleural calcifications in the left hemithorax and shift of the trachea to left side. In both apices several fibrotic and nodular densities that were of long standing were noted.

The postoperative roentgen irradiation for right breast cancer were as follows :

from 9-29-1961 to 10-21-1961 clavicular region with the total skin dose of 4,080 r,
from 9-30-1961 to 10-23-1961 axillary region with the total skin dose of 4,020 r,
from 10-24-1961 to 11-11-1961 chest wall with the total skin dose of 3,100 r.

The first control examination on December 11, 1961, did not present recurrence, metastasis and other pathologic findings.

The second control examination on February 27, 1961 revealed a diffus haziness with soft patchy, ill-defined densities over upper pulmonary field while she had not cough and was afebrile. This finding was suspected to be radiation pneumonitis.

On April 14, 1962, a chest film revealed a fairly absorption of the intrapulmonary shadows and a bone fracture at the anterior segment of the second rib.

The chest roentgenogram on July 5, 1962, revealed almost the same findings as reported on April 14.

On December 18, 1962, radiation fibrosis was established and union by callus formation was seen at the site of the rib fracture (Fig.5).

Case 5. Y. Oikawa, female, 11-11-1916.

A radical mastectomy for carcinoma of the left breast and a simple mastectomy for mastopathia of the right breast were performed on October 27, 1961. Histologic examination confirmed left scirrhouous carcinoma and right cystadenoma.

A postoperative prophylactic irradiation for only left side was as followr :

from 11-13-1961 to 12-5-1961 clavicular region with the total skin dose of 4,080 r,
from 11-14-1961 to 12-6-1961 axillary region with the total skin dose of 4,020 r,
from 12-7-1961 to 12-25-1961 chest wall with the total skin dose of 3,120 r.

On March 20, 1962, there were irregular and increased densities in the upper pulmonary field and a lack of continuity at the upper margin in the site of anterolateral segment of the third rib as reported in case 3(Fig. 6-A).

On April 20, 1962, the roentgen findings revealed fairly absorption of the intrapulmonary shadows and confirmed the third rib fracture at the above mentioned site.

On July 19, 1962, pathologic intrapulmonary densities, which seemed to be radiation pneumonitis, absolutely disappeared but union was not demonstrated yet.

On October 24, 1962, there was evidence of a callus formation at the site of third rib fracture. Thereafter a tendency of healing with thickening of callus was recognized.

(Fig. 6-B) Till now in another ribs and clavicle could not be detected any radiation injuries.

Summary and Conclusions

We could find five patients of 56 who were treated postoperatively with roentgen rays for carcinoma of the breast and subsequently developed fractures of the rib.

Periods from completion of treatment to discovery of the lesions were 4 to 20 months. The latent periods were shorter than that were reported by many authors. The location of the rib fractures were limited in 2nd, 3rd and 4th ribs and at the anterior or antero-lateral segments. They were not seen in the ribs included in the tangential field (Fig. 7). The tissue dose at the site of fracture, excepted a case, ranged from 2,800 r to 3,500 r. Individual biological factors besides the dose delivered seemed to have contributed to the development of the rib fracture. In 4 of 5 fracture, which were followed up during a period of more than eight months, complete union by luxurious callus formation appeared in 4 to 8 months after the discovery of the fracture.

We could not find any correlation between the dose delivered to the rib and the duration of the latent period as well as the healing speed of the fractures.

Moreover we could observe that each radiation change which was recognized clinically in the skin, the lung and the bone disagreed concerned with the grade of severities from patient to patient.

1. まえがき

癌の如何なる根治療法でも患者にとって多少の犠牲は免がれ得ない。例えば放射線で癌病巣を絶滅させようとすると、同時に癌周囲の健康組織にもかなりの放射線が照射されることになり、その結果時には健康組織の重篤な放射線障害を招くことにもなる。特に放射線感受性の高い組織、その障害が直接生命に或いは生活機能に重大影響を及ぼす様な組織が主要線維内に含まれる際は問題となつてくる。

乳癌術後照射では必然的に胸腔内の諸臓器が同時に照射され、就中肺の放射線障害（肺放射線症¹⁾）が呼吸機能に影響する点²⁾、不快な呼吸器症状を残し得る点で最も重要視され、屢々報告されている。一方肺放射線症を減少させる様な乳癌照射法が30年来続けられて居り、我々も臨床上の経験から現在の照射法を採用した結果従来の方法と比較して半分以下の発生率に減少させ得ている³⁾。肺に次いで心障害が問題となるが、乳癌術後照射例についての我々の経験では直接生命に影

響する様な例には未だ接して居らず、今回の56例の系統的な観察では従来寧ろ問題とされなかつた放射線による肋骨障害を5例に発見することが出来た³⁾。

成熟した骨の放射線障害は子宮癌等の照射による大腿骨、骨盤で最も多く観察され、ついで口腔内癌の照射による下顎骨壊死が問題とされているが、胸部照射による鎖骨、肋骨障害は比較的少なく⁴⁾⁻²⁵⁾、全体の照射例数からみると頻度はかなり低いものと一般に考えられている¹³⁾¹⁹⁾²¹⁾。事実欧米文献からの我々の集計では1934年 Blaß⁴⁾の報告以来81例に過ぎず、本邦でも教室の加藤等²⁴⁾の1例が唯一の報告の様で、他に井染等²⁵⁾の発表がみられるに過ぎない。（その大要は Tab.1に掲げてあるが、Kritter (1955)²²⁾, Wieland (1956)²³⁾, 井染 (1961)²⁵⁾並びに Ross (1956)²¹⁾の報告は詳細な内容が不明の為81例には含めていない。）この点果して鎖骨、肋骨障害が稀であるのか、それとも見逃されている¹³⁾のか疑問を生じてくる。併し今回の我々の調査によると 8.9%の発見率が

示された上, Dobek¹⁸⁾ (17%), 井染等²⁵⁾ (10.4%) の乳癌照射後の報告でも明らかな如く照射方法並びに照射後の観察如何によつては決して少ないものでもないと考えられる。

乳癌術後照射患者にみられる肋骨骨折については本邦では従来殆ど関心が示されず, 恐らく時には骨転移と誤まられたりして患者の予後を正しく評価されないでいる症例も多いと思われる所以, この際我々の経験した乳癌術後レ線照射後の肋骨骨折5例を詳細に報告すると共に, 臨床上の種々の問題点につき検討を加えてみた。

2. 症例について (Tab. 2, Fig. 1参照)

症例1. 本○き○, ♀, 大正3年2月1日生, 主婦

昭和35年4月右腋窩リンパ節腫脹に気付き, 同年10月1日某医にて右乳癌として腋窩リンパ節廓清を含む根治手術を受けた。手術時右腋窩にはかなりのリンパ節転移があり組織学的には硬性癌であつた。

昭和35年11月4日当科初診時には再発, 転移はみられず, 胸部レ線写真でも異常所見は見られない。11月7日当科入院後, 翌日より先づ鎖骨上下窩と腋窩に交互に連日レ線照射を行ない各野10回宛夫々23日間に4,080rが皮膚線量として与えられた。ついで12月2日より12月19日までの期間傍胸骨リンパ節を含む右胸壁に対して内外2門よりする切線照射が試みられ, 両方向とも8回宛で結局胸壁中央部皮膚線量として略3,100rが18日間に与えられたことになる。12月30日退院時には腋窩, 鎮骨窩の照射野に紅斑, 色素沈着をみると胸部レ線写真でも特別変化はみられなかつた。

昭和36年1月20日(第1回定期検診), 右上肢の浮腫が増強し, 照射野に色素沈着をみると胸部レ線写真には異常所見はない。

同年3月6日(第2回定期検診)胸部レ線写真上異常所見は見られない。

同年6月8日(第3回定期検診)右上肢の浮腫が稍増強し照射部の皮膚に中等度の色素沈着を認める他, 新に右鎖骨上窩内側よりに拇指頭大の硬い, 周囲と癒着したリンパ節腫をふれた。胸部レ

線写真では全く異常はない。診断……右鎖骨窩リンパ節転移。

外来通院にて直ちに放射線治療が右鎖骨上窩に對して開始されX線にて21日間に6,700rの皮膚線量が与えられた。6月28日の照射終了日にはリンパ節は稍縮少をみせるも照射野は紅斑烈しく, 7月初旬には糜爛を生じた。

同年10月13日(第4回定期検診)右鎖骨窩の糜爛は完全には治癒せずに経過していたが, 最近深く且つ拡がる傾向を認めるため來院。右鎖骨上窩は一部に色素脱失を伴なう色素沈着が強度でその中央に2×3cm程度のレントゲン潰瘍をみる。附近は一様な硬結をつくるもリンパ節を触れず, 又その他の部位にも再発, 転移は証明されない。胸部レ線写真では肺野には異常陰影をみぬものの, 右第3肋骨が前上部で骨折しているのを発見した(Fig. 2-A)。診断……右鎖骨上窩のレントゲン潰瘍及び右第3肋骨骨折, 尚本骨折部は6月の鎖骨上窩の照射野には直接的には含まれていないものと考えられた。

レントゲン潰瘍には直ちに軟膏療法が開始されたが, 拡大傾向がみられる為, 同年10月25日当科に入院した。入院時の潰瘍は2×6cm, 深さ3mm程度で時に疼痛を訴える。苦心の療法の結果潰瘍は約1カ月後より徐々に縮少を見せ始め表面も清浄化し, 遂に漸く5カ月後に略消失をみせた(Fig. 2-D)。併しこの間11月25日頃には左乳房外側上部に拇指頭大硬固の腫瘍をふれ, 更に之より左腋窩に向う索状の抵抗をふれ始めた。一応リンパ節転移として11月29日より12月11日まで左前胸壁より腋窩に向けて照射を行ない, 皮膚線量で4,500rを与えた。この結果腫瘍は漸次縮少し12月下旬には全く触知不能となつてゐる。又昭和37年3月20日頃には右前胸壁の術創部内側に米粒大の硬い皮下腫瘍をふれるも3月30日一応潰瘍の治癒の為退院した。尚2月3日の胸部レ線写真では右第3肋骨骨折部は假骨形成により癒合をみせて居り, 又肺野には病的陰影は認められない(Fig. 2-B)。

外来にて胸壁小腫瘍の試験切除の結果は単純癌と組織診断され, 更に4月24日には左鎖骨上窩に

小指頭大2ヶのリンパ節転移が発見された。この時の胸部レ線写真は前回と同様の所見を示している。

4月26日より5月17日まで⁶⁰Co遠隔照射にて5,100rが左鎖骨上窩に照射され、更に男性ホルモン療法(週2回、毎回50mg Testoviron 筋注)も始められた。5月18日、左鎖骨上窩のリンパ節は稍縮少をみせた他、胸部レ線写真でも新たな変化はみられない。6月1日左鎖骨窩リンパ節は殆ど消失をみせたが、左前胸壁の以前試験切除を行なつた上部に別の皮下小腫瘍をふれ、6月7日より直径1cmの照射野に体腔管にて総計12日間に2,500r(皮膚線量)が照射された。

8月8月再び右前胸壁術創部の内外側に夫々大豆大的皮下腫瘍を生じ、以前と同様皮膚転移として体腔管照射を行なつた。その結果17日間に夫々直径1cmの照射野に3,500rが投与された。8月17日右腋窩に白苔で掩われたレントゲン潰瘍を新たに生じた。この間Testovironは継続されて8月31日には総計2,700mgに達した。8月27日の胸部レ線写真では右第3肋骨骨折部の下方に当る第4肋骨の骨折を新たに認めた。その他の骨には異常なく又肺野内にも放射線肺炎や転移を思わせる陰影は見られていない(Fig. 2-C)。同年9月以来衰弱がひどくなつた。

小括:右乳癌術後照射後6カ月で右鎖骨上窩リンパ節転移を来し、同部に強力なレ線照射が追加された。その結果3.5カ月で同部に潰瘍を伴なう高度の皮膚障害を来すと共に、それと離れた右第3肋骨前部の骨折を発見した。骨折部位は最初の照射の腋窩野に含まれ、他の照射野よりの直接線錐内には位置しないことが確かめられた。従つて組織線量は23日間に3,150rと計算され、腋窩照射終了後10カ月で骨折を生じたことになる。本例は更に反対側の乳房、腋窩、鎖骨窩、ついで病側皮膚に転移を来し夫々放射線治療が試みられたがこれらによる肋骨骨折は現在まで認められて居らず、反つてその後照射されていない右腋窩に新しい潰瘍と右第4肋骨骨折が生じた。この骨折部位も前と同様腋窩野に含まれ、従つてその照射終了後1年8カ月に当り、両骨折間の10カ月の発現時

期のそれは深さの多少の違いによる線量の差のみでは説明し難い様に思われる。尙肺放射線症は最後まで観察されなかつた。

症例2、今○か○る、♀、大正7年12月26日生、主婦

幼時右肋膜炎を罹患している。

昭和35年5月、右乳頭より出血をみ、同時に乳頭を中心とした胡桃大の柔かい腫瘍をふれた。同年6月8日右乳腺症として本院桂外科にて右乳腺切断術を受けた。組織学的にも乳腺症と診断されてその儘退院した所、翌昭和36年4月(術後約10カ月経過)手術創中央部内側附近に小豆大の腫瘍を発見、同年6月1日桂外科にて腫瘍の試験切除を行ない組織学的検査の結果今度は確実に腺管癌と断診された。

昭和36年6月14日当科初診では腋窩、鎖骨窩にリンパ節をふれず、皮膚転移もなく又胸部レ線写真でも異常所見を認めなかつた。

同年6月19日当科に入院し、翌20日より先づ鎖骨上下窩に対し10×10cmの照射野で11日間に皮膚線量4,080rが照射された。ついで7月1日より腋窩に対し前方より10×8cmの照射野を用い14日間に4,020rが照射され、引続き7月17日より8月7日にかけて右傍胸骨リンパ節を含む胸壁に対して内外2門よりする各門10回宛の切線照射が行なわれた。これによる胸壁中央部の皮膚線量としては22日間に略3,900rが照射されたことになる。更に去勢の目的で両側卵巣に対して皮膚線量で夫々820rの照射が加えられた。

8月12日の退院時には鎖骨窩、腋窩に軽い糜爛を伴なう放射線皮膚炎をみる他、再発及び転移は認められないし、胸部レ線写真にも格別異常所見は見当らなかつた。

昭和36年11月15日(第1回定期検診)。再発及び転移を認めず、単に全照射野に色素沈着と脱失がみられるのみで又胸部レ線写真でも異常所見はない。

昭和37年2月22日(第2回定期検診)、自覚症として右背部より前胸部にかけて時に重苦しい感じを訴えるもリンパ節をふれず胸部レ線写真でも全く異常はない。

同年5月7日（第3回定期検診）前回来院後3月中旬に夜間就寝中右背部より右前胸部にかけて突然息が止まる程の激痛を感じ、更に5月初めにも同様疼痛を生じたという。胸部レ線写真では肺野には全く異常所見をみぬが、右第2肋骨前部（肋軟骨境界より3cmの部分）の上縁が斜に断裂している所見が得られた（Fig. 3-A）。診断……右第2肋骨障害の疑。

同年12月19日（第4回定期検診）患者は8月にも3月、5月の時と同様な胸痛を訴えたという。11月中旬より右前胸部の試験切除を行なつた手術創の内上部に拇指頭大腫瘍をふれるので来院した。この腫瘍は基底部と一部癌着し、弹性軟であったが圧痛はない。その他にリンパ節、皮膚転移は認めない。胸部レ線写真では肺転移及び肺放射線症の陰影は全くなく、単に前回異常を疑われた右第2肋骨前部は骨折後の假骨形成による癒合が認められた。即ち骨折部の上半分では骨梁の断裂が著しく、この間隙をうめて一様な濃度の再生がみられ、骨折部の上縁では正常範囲をこえて半球状に膨隆をみせている（Fig. 3-B）。前回の検診との間隔が7カ月もあり、この間に恐らく確実な骨折を來したものと思われるが、一応骨障害が疑わされてからでも7カ月で假骨形成をみたものである。尙本例は現在右胸壁腫瘍を再発と考えて体腔管治療を施行中である。診断……右胸壁再発及び右第2肋骨骨折の癒合。

小括：右乳癌術後照射後6カ月までは骨障害は認められず、7カ月頃より時々右前胸痛を訴えた。9カ月で右第2肋骨前部の異常所見がレ線学的に証明され、その存在位置より鎖骨窩の照射野に含まれることが確かめられた。従つて骨折部位の組織線量は11日間に3,450rと計算された。次の観察はこの7カ月後になされたが既に假骨形成がみられ、果してこの間に完全骨折が起つたか否かは明らかでない。併し假に骨折がこの間に生じたとしてもそれは鎖骨窩照射終了後9乃至16カ月の間にある。又本例では肺放射線症もみられず、皮膚反応も極めて軽微である点は特有と云える。

症例3. 熊○は○、♀、大正5年1月1日生、主婦

昭和36年2月右乳房上外側に小指頭大の腫瘍をふれ、同年7月26日本院脳外科にて右乳癌として腋窩リンパ節廓清を含む根治手術を受けた。組織学的診断は一部に扁平上皮様の部分をもつ硬性癌である。

昭和36年8月7日当科初診時には再発、転移を認めず、胸部レ線写真にも異常所見は見られない。

8月8日より外来治療として先づ鎖骨窩に対し11日間に皮膚線量4,080rが投与された。その後家庭の事情で一時照射を中絶していたが、9月11日の来院では右鎖骨窩の照射野に一致して強度の発赤と一部に糜爛が認められた。この放射線皮膚炎の治療の為と患者の事情で腋窩の照射は10月27日より開始され、18日間に4,020rが投与された。その後再び患者の来院がなかつたが、12月7日の来院の折には鎖骨窩の糜爛は完全に治癒をみたものの、腋窩には強い発赤と糜爛をみた。胸壁に対しては翌昭和37年1月16日より照射が始められ切線照射で、毎日一方向宛交互に繰返し、各方向共8回宛で2月6日まで24日間に胸壁中央部皮膚に対し3,100rが与えられた。治療期間が若干遷延したものは1月29日頃より患側胸壁より背部にかけてHerpes zosterを生じた為である。この照射終了の2月6日に既に胸壁には発赤が認められ、且つ胸部レ線写真では右肺上野に第1第2肋間に亘つた淡い索状、斑状影の増強がみられ、一方右第2肋骨の前上部が略3cm位の長さにわたり均等な硬化像を呈し、その中央部は上下からつぶされた如く稍幅が狭くなつてゐる所見が得られた（Fig. 4-A）。診断……放射線肺炎1度及び右第2肋骨障害の疑。

昭和37年3月12日（第1回定期検診）。自覚症は全くなく、再発、転移も認められない。全照射野に色素沈着と脱失がみられるも、胸壁では比較的軽度である。胸部レ線写真では右肺尖及び上野の索状、小斑状影は稍増強し、一方右第2肋骨の前回異常を認めた部分は所々に境界不鮮明の小斑状の透亮像をみ、更にその肋軟骨側には上下に約1mmのくいぢがいを伴なう骨折線を認めた（Fig. 4-B）。診断……放射線肺炎1度及び右第2肋骨骨折。

同年4月17日（第2回定期検診）。鎖骨窩及び腋窩では従来の色素沈着及び脱失の他に、新に毛細血管拡張を認める。右肺上野の陰影は殆ど前回と変らず、又右第2肋骨の変化の程度が稍減じたと思われる他、特別変りはない。

同年6月14日（第3回定期検診）。右肺上野の陰影はかなり吸収されて明るくなつたが、右第2肋骨の骨折間離解は幅が2～3mmと増大し、その両縁は鋸歯状を呈している。骨折線を中心とした硬化像の程度は益々減じ略正常肋骨と同程度となつていて。

同年11月15日（第4回定期検診）。皮膚所見は不変である他（Fig.4-D）、胸部レ線写真（Fig.4-C）では右肺上野に軽度の索状陰影を認め、更に右第2肋骨の骨折間離解の幅は2～3mmと前回と同様であるが、骨折端に沿つて略2mm位の硬化像がみられた。又新に第2肋骨骨折と同じ高さの第3肋骨の部分にも骨折がみられ、この離解の幅は略2～3mmで前回までには全く変化を認められなかつたものである。診断……放射線肺線維症1度及び右第2第3肋骨骨折

小括：本例の術後照射は患者の都合で断続的に実施され結局6カ月間に亘り、而も皮膚反応は著しく強く糜爛を生じた。照射終了時既に右肺上野の放射線肺炎と右第2肋骨上部の異常硬化帶を認めた。同部の位置は腋窩と鎖骨窩の両照射野の境界線上にあり、線維の拡散より考えて両照射野から二重に線量を受けたものと判定され、その組織線量は99日間に5,250rと計算された（Fig.4-D）。約1カ月後のレ線像で骨折線が認められ（照射後4カ月に当る）、その後の追跡では骨折間距離は漸次拡大し、現在まで仮骨形成はみられない。更に又第2肋骨骨折後8カ月して新に右第3肋骨前上部にも骨折を認めているが、この存在位置から腋窩野に含まれるものと判断した。従つてその組織線量は18日間に3,150rと計算され、腋窩照射後12カ月で発生したものである。この両者の骨折部位は明らかに線量が異なり、大線量を受けた第2肋骨障害が先行したものと思われる。尙本症は肺放射線並びに毛細管拡張、皮膚肥厚等の高度の皮膚反応をみているが潰瘍は未だ認められない。

症例4. 若○と○、♀、明治39年1月24日生、主婦

43才の時左浸出性肋膜炎に罹患している。

昭和36年8月右乳房腫瘍に気付き、9月4日本院臓外科にて右乳癌として腋窩リンパ節廓清を含む根治手術を受けた。組織学的診断は粘液癌である。

昭和36年9月18日当科初診時の胸部レ線写真では左肋膜に不規則な形の石灰沈着が広くみられ、気管は鎖骨上方で強く左に牽引されている。又両肺尖部には小斑状索状の硬化性と思われる結核陰影を認める。両側横隔膜の走向は異常であるが右毛髪線の位置は正常である。

外来治療で9月29日より10月23日まで右鎖骨窩上下窩は10×10cm、腋窩は10×8cmの照射野を用い、交互に連日照射された。結局前者は23日間に4,080rが後者は21日間に4,020rが与えられることになる。引続き10月24日よりは傍胸骨リンパ節を含む胸壁に対し切線照射が試みられ、両方向とも8回宛で11月11日までの19日間に胸壁中央皮膚線量で略3,100が投与された。

昭和36年12月11日（第1回定期検診）。全照射野に亘つて色素沈着と脱失をみると、胸壁の変化は稍軽度である。但し右第2肋骨肋軟骨境界部外側よりに圧痛が証明された。胸部レ線写真では肺野、肋骨とも3カ月前と比較して著変はなかつた。

昭和37年2月27日（第2回定期検診）。自覚症なく、新たな皮膚所見として腋窩、鎖骨窩に軽度の毛細血管拡張が出現をみせた。胸部レ線写真では右上肺野全域に索状影を混えた斑状影が不規則に存在し、毛髪線は外側が上方に引張られている所見がみられる。併し第2肋骨の前部はこれら肺内陰影と重なつて明瞭ではないが、大体異常は見られなかつた。診断……放射線肺炎2度

同年4月14日（第3回定期検診）。胸部レ線写真では右肺上野の前回陰影はかなりの吸収をみせ索状影が変化の主体となり明るさも増加して來ている。一方右第2肋骨の肋軟骨移行部に近く骨折像がみられる。診断……放射線肺炎2度及び右第2肋骨骨折。

同年7月5日（第4回定期検診）。右肺上野の陰

影は更に若干吸収が示されるも、右第2肋骨骨折は上下に約2mmのくいちがいを示し、骨折間の離解の幅は約2~3mmであることが明らかとされた。

同年12月18日（第5回定期検診）。右第2肋骨骨折部に相当して圧痛が証明される他、胸部レ線写真（Fig. 5）では右肺上野の陰影は索状線維状となり、範囲も第2肋骨の周囲に限局してきた。右第2肋骨骨折部は上下にくいちがいを呈した偽癒合をみせ、特に上縁では紡錘状となり假骨が形成されたことが示される。骨折が確診された第3回検診以後8カ月に当る。尙他の肋骨及び鎖骨には異常所見は認められていない。診断……放射線肺炎症1度及び右第2肋骨骨折の癒合

小括：石灰沈着を伴なう左肋膜ベンチをもつ右乳癌根治手術後の患者に予防的レ線照射が施こされた。照射後2.5カ月で自覚症を欠くもレ線学的に放射線肺炎が証明され、更にこの後1.5カ月で右第2肋骨前部に骨折像が発見された。骨折の存在位置から鎖骨窩の照射野内に含まれることが確かめられた結果、その組織線量は23日間に3,500rと計算され又鎖骨窩照射後6カ月で生じたことになる。その後のレ線学的追究では放射線肺炎症の移行と骨折の癒合が証明され、更に照射による皮膚反応は軽度に属すると云える。

症例5。及○ 幸、♀、大正5年11月11日生、主婦

昭和36年6月左乳房外側に直径1cm位の腫瘍を発見、同年10月27日本院横外科にて左乳癌及び右乳腺症として、左は腋窩リンパ節廓清を含む根治手術を、右は乳腺摘除術を受けた。組織学的診断は左硬性癌、右乳腺症である。

11月11日当科初診時には再発、転移を認めず、胸部レ線写真にも異常所見は見られない。

術後予防照射は左にのみ施すこととし、先づ11月13日より12月6日までの間に左鎖骨上下窩と腋窩に対し前方より10×10及び10×8cmの照射野にて交互に連日レ線照射が行なわれた。その結果両野とも夫々23日間に皮膚線量で4,030r、4,020rが与えられたことになる。続いて12月7日より左内胸動脈リンパ節を含む胸壁に対し内外側2

門からの切線照射が行なわれた。即ち毎日交互に一方向宛、空中量で1日300r、総計で両方向とも2,400rを照射したもので、これによる胸壁中央部の皮膚線量は18日間に略3,120rと計算された。12月25日の治療終了前後より鎖骨窩、腋窩の照射野皮膚に糜爛を生じた為その後約1カ月間放射線皮膚炎に対する治療を必要とした。

昭和37年3月20日（第1回定期検診）。せき、息切れ、胸痛等の自覚症はない。腋窩、鎖骨窩の糜爛は完全に治癒したもの、同部には色素沈着と脱失がまだになつて認められた。併し胸壁には未だ変化を認め得なかつた。胸部レ線写真では左肺上野外側に第1、第2肋間に亘つた雲絮状陰影がみられ、更に左第3肋骨が前上方部で上縁が断裂している所見を得た（Fig. 6-A）。診断……放射線肺炎1度及び左第3肋骨障害の疑。

同年4月20日（第2回定期検診）腋窩、鎖骨窩の皮膚所見は前回と同じく、更に今回は左胸壁の一様な軽度の色素沈着を認めた。胸部レ線写真では左肺上野の雲絮状陰影はかなり吸収されて淡くなりその範囲も減少して来たが、左第3肋骨の前回疑われた個所には明らかに上下約1mm程のくいちがいを示した骨折が認められ、骨折間の離開の幅は不明瞭ながらも極めて狭い様に思われた。診断……放射線肺炎1度及び左第3肋骨骨折。

同年7月19日（第3回定期検診）。左肺上野の異常陰影は略完全に消失をみせるも（出現以来4カ月）、左第3肋骨は骨折線を中心幅2cm程の一様な骨硬化像を認めた。

同年10月24日（第4回定期検診）。新たな変化として左腋窩、鎖骨窩の皮膚毛細血管拡張を生じた他、胸部レ線写真上右第3肋骨の骨折線を中心とした部分の硬化が著明となり、而もこの硬化像は正常肋骨縁を超して半球状に膨れ出し所謂假骨が形成されたものと判断された。肋骨骨折が明らかに診断された第2回検診の時から6カ月に当る。診断……左第3肋骨骨折の癒合。

同年12月24日（第5回定期検診）。左第3肋骨の假骨形成は進行し、境界明瞭で鮮明となつて居り、その他の肋骨及び鎖骨には全く異常所見を認めない（Fig. 6-B）。

小括：左乳癌に対する術後予防照射後 3.5カ月で自覚症を欠くもレ線学的に上肺野に放射線肺炎並びに左第3肋骨前上部に骨障害を疑わせる所見が指摘された。同部の位置は腋窩照射野内に含まれることは明らかでその組織線量は23日間に 3,150rと計算された。この後1カ月して同じ個所に骨折線を認めたが、これは腋窩照射終了より4.5カ月後に当る。その後骨折部を中心とした骨硬化が進行し、骨折発見後6カ月で假骨形成による癒合をみた。一方放射線肺炎は完全に吸収され、皮膚反応も軽度と云える。

3. 総括ならびに考按

骨に対するレ線の影響の中で幼若動物の骨発育障害については極めて早くより知られていた。即ち1903年 Perthes²⁶⁾は鶏のひなの一方の翼にレ線照射を行なつた結果、照射側に著明な発育遅延を来すことを報告し、かゝる事実は間もなく他の人々により種々の動物でも確かめられるに至つた。²⁷⁾⁻³²⁾その後幼小児のレ線照射でも同様な成長障害が起り得るものかどうかについて1910年より1920年代にかけて盛に議論が繰返された。当時は観察例も少なく、又たまたまレ線治療後の発育障害例が認められてもその原因はむしろ照射目的となつた原疾患(例えば骨関節結核の如き)のためと考えられ³³⁾、更に組織のレ線感受性は代謝速度に依存するので人では実験に用いられた動物程障害は強くなく従つて臨床経験と動物実験結果とは一致しないのであるともみなされていた。而るに次第に放射線照射に基づく成長障害例が報告されるに及んで³³⁾⁻³⁸⁾、1930年頃には漸く人でも骨発育障害は確実に起り得るものと考えられる様になつた。⁴²⁾

これら若い発育中の骨に比較して成熟骨は長い間レ線やRaに対して最も感受性の低い組織と一般に考えられていたが、1922年 Regaud⁴⁰⁾により始めてその障害が報告された。彼は口腔内の癌に対するレ線及びγ線照射後の下顎骨壊死を観察し、oste-radio-nécroseと名付けると共に骨細胞と血管の障害から骨変化の起り得ることを示した。ついで Ewing (1926)⁴¹⁾は骨腫瘍照射後の骨壊死を組織的に研究し、照射の強さと感染合併の

点で骨変化を5段階に分け、緩和照射では假骨による癒合がみられるに反し、強力照射では骨膜も障害されると述べている。一方 Flaskamp (1930)⁴²⁾は健全な成熟骨の放射線障害は未だ知られていないと断じ、Colwell (1934)⁴³⁾も成人の骨はX線に対し抵抗性であり、その障害は稀と述べているが、これが当時の大方の意見を代表するもの様であつた。

而るに1927年に相次いで骨放射線障害の3例が独立して報告されるに至つた。即ち Ottow⁴⁵⁾は手術不能の子宮頸癌照射9年後の恥骨壊死を、Rahm⁴⁶⁾は下口唇癌照射6年後の下顎骨壊死を、更に Baensch⁴⁴⁾は子宮癌に対するレ線及びRa照射後の両側大腿骨頸部骨折を報告し、何れもその原因として先行した放射線の影響が挙げられた。この結果成熟骨の放射線感受性に関し再検討が始まられ、臨床的に類似の報告が⁵¹⁾⁻⁵⁵⁾⁵⁷⁾、殊に大腿骨頸部骨折例⁴⁷⁾⁻⁵⁰⁾でなされると共に動物実験が³⁹⁾⁻⁵⁶⁾⁵⁸⁾強力に開始される緒ともなつた。

Dahl (1935)⁵⁶⁾はラツテの大量照射により造血組織の永久根絶、進行性骨吸收、自然骨折、更に最終的には完全な血行障害による骨壊死を生じ、少量照射でも造骨作用の抑制が現われるとし、又造骨細胞は破骨細胞より感受性の高いことを見出している。この点は Lüdin (1936)⁵⁵⁾が上顎に対する長期の照射後に歯冠の独特の崩壊を來した例の組織学的研究から歯髄の変性と造歯細胞の減少を認めた結果と一致する。Zwerg⁵⁷⁾(1935)はラツテ、モルモットのRa照射実験から骨障害の原因として血行障害を考えたが、人の下顎骨壊死では明らかに感染の関与がある為に動物実験結果とは違つてくることを観察し、又 Bade (1939)⁵⁸⁾は犬の実験で Dahl⁵⁶⁾と同様骨は皮膚や結合組織より高感受性であると結論し、更に子宮頸癌照射後の大腿骨頸部骨折は疲労骨折であることを実験的に証明し得たと述べている。Zöllner (1941)⁵⁹⁾⁶⁰⁾も造骨細胞の選擇的障害により骨形成と骨吸収の平衡が妨げられる点を重視している。

結局これらの動物実験の組織学的所見を総括す

れば先づ骨髓では細胞成分の乏しい脂肪髓或いは線維髓に変化し、骨細胞は直接障害により消失し、更に造骨細胞、強照射では破骨細胞も減少する。一方血管は内膜の肥厚と硝子様変性を起し、時には完全閉塞にまで到る¹⁹⁾。以上の変化は線量と線質に依存するが、階段的に記すと骨形成の抑制、骨粗鬆症、進行性骨吸収、自然骨折、骨壊死となる⁵⁾⁶⁾。これらの変化は人でも主に大腿骨で⁴⁴⁾⁶²⁾⁻⁶⁵⁾⁷⁹⁾、一部は肋骨⁹⁾¹³⁾でも組織学的に確かめられている。

これらの骨障害過程を説明する理論としては種々の説が述べられているが、結局次の3障害に帰納される様に思われる。即ち骨細胞成分（造骨細胞、時には破骨細胞も含めて）の障害⁵⁵⁾⁵⁶⁾⁵⁹⁾⁶⁰⁾、照射領域の血管障害⁴⁾⁵⁸⁾、末梢神経（栄養神経と知覚神経）障害⁷⁹⁾である。Birkner等⁶¹⁾はレ線照射が蛋白質のイオン結合を変化させる結果、細胞透過性が高まり骨の鉱物質脱失を起すとし、Nevinny-Stickel⁵⁶⁾は腫瘍照射により内分泌と植物神経の平衡障害を招き、それが造骨細胞の不安定を促がして容易に造骨細胞の永久障害を来すとも考えている。

放射線により変化を生じた骨は完全に恢復するか、或いは壊死に陥るかの範囲に全て包含されるが、感染が合併しない限り骨壊死は長くその儘でとどまり¹⁶⁾、或いは破骨細胞、時には血流により除々に吸収されて行く。自然骨折はこの骨障害性変化を基盤として、健康例では問題とならぬ程度の外力の作用により容易に生ずる¹²⁾ものと考えられている。殊に大腿骨頸部骨折では肥満婦人に多いことを Schnappauf⁶⁶⁾は認め、Bade⁵⁸⁾も動物実験から疲労骨折であると解釈し、一方肋骨でも呼吸運動と腕の運動が骨折の直接的因子とされている。¹⁵⁾¹⁹⁾併し同様な照射法で同等な線量を照射された患者全体にかかる骨折を生ずるわけではない点は従来より屢々問題とされているが未だ明確な説明は与えられていない。高年令は骨粗鬆症の存在を予想する点で促進的因子とみなされ¹²⁾¹⁹⁾、照射前の血管硬化状況も骨放射線障害の成因上当然相加的に作用するし、骨に働く機能的要求の程度や体重⁶⁶⁾との関係も推定されたが、更に何等

かの体質に由来する未知の生物因子の存在¹⁴⁾¹⁶⁾¹⁸⁾を假定せざるを得ない様である。又これとは別に皮膚と同じく骨の放射線感受性にも個人差があることを推定する人々もいる¹⁴⁾¹⁶⁾¹⁷⁾。

文献に記された骨障害を導く線量に関しても極めてまちまちな値が記載されている。一つには骨障害のどの過程を指しているか不定の為であり、他のより大きな理由として少數の障害を起した例でのみ線量提示がされている為と思われる。即ち数少ない例では個人差もあり、偶然性が大きく可成りのバラツキを生ずるからであろう。古く Wetteler⁷⁵⁾は骨の耐線量として 400% H.E.D. と記載し又 Wintz⁷⁶⁾は 220% H.E.D. と考えたことはおくとしても、Eggs⁵⁾は 2,000 r 以上で骨障害を来すとしたが、一方 Greve¹²⁾は 1,500 r で大腿骨骨折を起した症例を報告している。尤も彼はこの例では老人性骨萎縮との合併障害を考えている様である。更に Slaughter⁷⁷⁾は 1,500 r 乃至 4,000 r、平均 2,000 r で肋骨障害をみ、Dobek¹⁸⁾も 2,000 r 以下では骨障害を来さぬことを報告した。一方高い耐線量を与えているのは Holthusen⁷⁷⁾(6,000 r), Hildebrand¹¹⁾ (6,500 r), Paul⁸⁾ (5,500 r 乃至 6,600 r, 最少は 3,200 r) 等であり、この中間の値をとる人々は Diethelm⁷⁸⁾ (3,800 r 乃至 4,300 r), Steingräber¹³⁾ (4,400 r), Schröder¹⁶⁾ (4,000 r), Baudisch¹⁹⁾ (3,000 r 乃至 3,500 r) 等がある。

Birkner¹⁴⁾は諸家の耐線量の不一致は一つには線質が異なる為に実際に骨に作用する線量が違うことに由来すると考え、骨有効線量を計算している。之は“r”で表わされた病巣線量に、種々の組織並びに線質毎に決定される負荷因子を乗じて得られ、この使用により始めて線量と潜伏期との間の相関関係が明らかに理解出来たと述べている。放射線の生物作用は吸収されたエネルギーに關係する以上、骨組織の線量を r 単位の照射線量で表わして他の組織線量と比較することは明らかに誤りである。何故ならば骨に豊富に含まれる Ca と P の為にその有効原子番号は高く（約 15）、従つて同じ照射線量に対しては軟部組織よりも骨ははるかに強く負荷されるからである⁷⁾⁶⁶⁾⁶⁸⁾⁷⁴⁾。又骨

質中の狭い Hevers 氏管内の血管、骨小腔内の骨細胞や骨に接した骨膜も骨質よりの豊富な二次線の影響を余分に受けるので有効線量を評価する上で注意しなければならない⁷¹⁾。

以上の点を考慮しても臨床的に骨の耐線量には尙問題が残ると我々は考えている。それは諸家の報告例の照射期間が様々で一定しないことによる。従来この点は余り問題とされず、僅に Stein-gräber¹³⁾ が以前の報告では短期間照射の方が長期間照射より骨障害が強い様に思われると述べているに過ぎない。従来の放射線治療は所謂 Serien 照射が多かつた為であるが、現在では比較的短期間に大線量を与える方式が盛であり新しい立場での再検討が必要である。Paul⁸⁾ は 1series の大線量照射で骨障害が起るか否かを知らぬと書いているが、今回の我々の報告はこれに直接答える最初のものと思われる。

各論的みて放射線治療後の骨障害は今まで大腿骨及び骨盤、下顎骨、鎖骨及び肋骨の3種が屢々報告され且つ重要と考えられている。就中子宮癌や卵巣癌照射後の大腿骨骨折は支持並びに運動機能が妨げられる点で、又口腔内癌照射後の下顎骨壊死は咀嚼機能障害から栄養摂取困難を起す点で重要視されている⁶⁷⁾。併し鎖骨や肋骨障害では力学的な支障はなく、且つ全身的影響もないのに臨床的意義は少ない⁸⁾¹³⁾⁶⁷⁾ とみなされてきた。我々は次の2点より鎖骨肋骨の放射線障害を探り上げるべきものと信じている。第1はこれらの骨障害がたとえ機能や症状の点で余り支障は生じないとしても、原則的にはかかる副作用を減らす様な放射線治療を目指すべきであること、第2に万一骨障害を発生しても癌転移と誤診して追加照射を行なつたり、患者の予後判定を誤まることのない様その本態を明らかにし且つ周知させる必要があることである。

内外の文献に見出された鎖骨肋骨の放射線障害例の詳細は Tab. 1 に掲げてある。但し前述した如く Kritter²²⁾ の41例、Wieland¹²⁾ の18例、井染²⁵⁾ の15例、Ross²¹⁾ の2例の他、Hodges, Carthy (Paul⁸⁾ による) の報告は詳細な内容が不明の為 Table には含めていない。更に大事なこと

は報告例以外に見逃されている数は意外に多いと推測できることにある。詳細な報告の81例の原疾患の90%以上(74例)が乳癌で、その他気管支癌2例、線維肉腫、平滑筋肉腫、ホジキン、皮膚炎症(?)、肺囊胞虫症各1例が挙げられている。使用された放射線は殆ど全てがレ線であり、Ra 単独照射は Wammock⁹⁾ の8例に、又レ線と Ra の併用は Slaughter⁷⁾ の4例及び Wammock⁹⁾ の2例にのみ見られる。放射線治療と手術の併用されたものは50例に達し、その内訳は術前照射2例、術前及術後照射10例、術後照射38例である。一方放射線単獨治療は17例で、残り14例は不明である。これからみると術後照射例が合計48例とかなり多く、不明14例を除いた67例中の72%を占めて居るがこれのみでは術後照射に頻度が高いか否かは不明瞭である。但し乳癌では手術により肋骨を被う軟部組織が広汎に取除かれる結果、骨組織線量が増加して障害を招き易いことが注意されている⁵⁾⁷⁾⁸⁾¹⁵⁾。

我々は1959年以来術後乳癌の予防的レ線照射として腋窩及び鎖骨上下窩には垂直照射を、傍胸骨部リンパ節を含む胸壁には切線照射を行なつてゐるが³⁾、既に現在まで56例中5例に肋骨骨折を見出している。この8.9%の発見率は従来の報告に比較するとかなり高い様であり、例えば Stein-gräber¹³⁾ は約80例中1例に、Ross²¹⁾ は49例中2例に、又 Baudisch¹⁹⁾ は369例中4例に肋骨骨折を見出しているに過ぎず、彼等の頻度は従来報告されている子宮癌照射後の大腿骨頸部骨折の頻度(大体1~2%前後²²⁾⁶⁶⁾⁶⁸⁾)とも一致する様である。我々の頻度との違いは何に基づくのかを知る為に更に照射法の細部の点、即ち組織線量と照射期間につき検討を加えてみた。その結果我々の5例7個の肋骨骨折部の組織線量は1個は稍高く5,250r であったが他の6個では2,800~3,500r であり、何れにせよ諸家の報告値と大差はないことが判明した。而るに照射期間は我々の場合多く1.5月(1例は例外的に6カ月)であるのに対し、諸家の報告例では何れも Serien 照射が採られている為大多数が1~3年の期間内に同程度の線量が与えられていることが知られた。今一つ

我々の56例は全て照射終了後も定期的にレ線撮影が実施されて居り、見逃された骨障害は殆んどないと考えられ、結局この2点が主な理由と考えられる。但し文献上でも Dobek¹⁸⁾ 及び井染²⁵⁾の頻度は我々より高いがその詳細な照射条件が判明していないので比較は不可能である。

集計された81例中肋骨障害は67例と圧倒的に多く、次いで肋骨+鎖骨障害9例、鎖骨障害4例、肋骨+胸骨障害¹⁴⁾が1例と云う順で、我々も全て肋骨にのみ変化を見出している。又肋骨障害のみをとつても上位の肋骨¹³⁾で而もその前部若しくは前上部が普通とされ⁸⁾²²⁾、我々も第2肋骨(3個)、第3肋骨(3個)、第4肋骨(1個)と全てがこの範囲に含まれていた。尙全肋骨骨折の部位を1枚の図に重ねて投影してみた結果凡そ3つの部分に分れることが判明した(Fig. 7)。即ちその第1は肋軟骨に近い部位の前内方型で、第2は前腋窩線に相当する前外方型で、第3はその中間に位置して居た。Zur⁷³⁾は骨粗鬆症の患者が咳嗽発作を繰返す時内肋間筋と斜角筋の牽引が斜角結節附近で拮抗する結果生ずる骨折を Osteoporotische Hustenfraktur と呼び、一種の疲労骨折と解釈している。我々の前内方型の2骨折はこの位置にあたり、Steingräber¹³⁾、Hildebrand の例でも同様で、この部に働く外力を具体的に説明するものとして考慮されるべきである。併し我々の2例では特に咳嗽の頻発はみられなかつた。中間型の位置については従来の報告では特に触れられていないが、我々の1例は鎖骨窩と腋窩の両照射野の交叉線下に骨折部位が位置することが確かめられている。即ちレ線の拡散の為両射野から重複して直接線を受けたと考えざるを得ない。Paul⁸⁾、Kritter²²⁾も照射野の重なりを生ずる様な、或いは種々の照射野からの散乱線が最大となる部分に骨折を生ずると述べている。前外方型は我々の場合4骨折と最も多く Braun¹⁵⁾、Baudisch¹⁹⁾も特に前腋窩線に多いとしている。Svab¹⁰⁾はこの部に線維の交叉により高いレ線吸収が起ることと、内胸動脈と肋間動脈の境界域に当り元来が血行の悪いことを理由として挙げ、一方 Braun¹⁵⁾は呼吸と腕の運動による肋骨への機能的作用を重視してい

る。併し照射法によつては下位の肋骨や背部の肋骨⁴⁾²⁰⁾にも骨折は生じ得るものであるが、我々の例では胸壁に対する切線照射野に直接含まれる肋骨には全く変化を見出せなかつた。この肋骨部分の線量は最高約2,800rと計算されている。

骨の放射線障害は長期間潜伏性に経過し、症状は無論のこと、時にはレ線撮影でも何等の異常を示さぬこともある。殊に肋骨ではその傾向が強く、骨折も偶然の胸部撮影により、而も恐らく骨折を生じてから長い期間を経て発見されている例が大半の様である。Eggs⁵⁾は2,000rの局所線量では照射後3年以上の潜伏期が必要と述べているが、その他の諸家の報告でも大部分が数年以上とされている。比較的潜伏期の短かい例では Schröder¹⁶⁾の3カ月、Paul⁸⁾の7カ月、Steingräber¹³⁾の10カ月、Birkner¹⁴⁾の6カ月、Baudisch¹⁹⁾の11カ月の各1例と Greve¹²⁾の6カ月2例等が認められるが、何れも Serien 照射である為照射期間が長く我々の場合と直接比較は出来ない。我々の5例では照射終了から骨折発見までの期間は4~20カ月(平均9.4カ月)とかなり短かいことは注目に値する。

Ewing⁴⁾は照射の強弱により骨障害の程度を分類したが、我々は Birkner¹⁴⁾の分類が大まかではあるが臨床上適当の様に思われた。即ち彼によると第Ⅰ群は骨構造の部分的消失をもつ一時的骨粗鬆化と皮質境界の不鮮銳を示すが骨折はなく、第Ⅱ群では骨折或いは腐骨化を示した骨構造の強度の崩壊を示すが再生又は癒合能力は保たれ、第Ⅲ群では高度の破壊性或いは溶解性の復旧しない骨変化で結局老朽化してしまう。第Ⅳ群は直接死因となる程の骨、軟骨の障害となる。骨折発見後6カ月以上観察された我々の5骨折は彼の分類によると、第Ⅱ群4個、第Ⅲ群1個となる。

レ線学的所見としては先づ骨粗鬆症、骨改変帶(Umbauzone)、骨吸收、骨壊死並びに骨折が主体で、骨折の治癒過程での假骨形成による癒合が稀に見られるとされている。Kolarzh⁴⁷⁾は骨粗鬆症、骨硬化症、Sudeck 氏症候群、骨膜炎、関節炎、改変帶、骨折がレ線学的に証明されたと記載している。

我々の観察した7骨折中、レ線学的に骨折が確診される以前に何等異常所見が認められなかつたものは4骨折で、Slaughter⁷⁾も骨折はレ線学的变化なしに起り得ると述べている。併し残り3個は骨折確認以前のレ線像で骨障害が疑われて居り、果して初期変化を示すものと云えるか否か少しく検討してみた。症例2の第3肋骨、症例5の第3肋骨は共に最初は骨上縁の皮質の断裂像を認めて居り、Paul⁸⁾は通常最初のレ線的所見は骨折線が見える見えないに拘らず肋骨の sharp change in alignment で示され、時には不規則に走る透過性の増した破裂や線が真先にみられると記述していると類似している。次に症例3の第2肋骨は獨特の変化をみせ、先ず第2肋骨の前部より前上部にかけて瀰漫性の骨硬化像を生じ、1カ月後にはその内部に点々と Umbauzone が見られ全体としても硬化の程度は減じて来た。この初期に骨硬化を示す意味を文献上で探すと、比較的強照射では進行性増殖性骨炎が起るという Ewing⁴¹⁾観察、低い線量では一過性に造骨細胞の反応性増殖を来しその後に骨新生を来すことを組織的に確かめた Schröder¹⁶⁾の記載があり、恢復過程での硬化像は普通にみられる所である。本例のみは照射期間が長く約6カ月に亘つて居り、且つ骨変化の存在部位より考えて、先づ鎖骨窩照射により生じた硬化像が、その後の腋窩照射の加わつた為に、より高度の変化に進展したものかもしれない。Serien 照射では前回までの照射でレ線学的に何等異常を認めなかつた肋骨が追加 Serien の終了直後や短期間後に骨折を生じた報告もあり¹⁹⁾、上記の解釈も充分成り立つものである。

放射線による骨障害の恢復は造骨細胞によりなされるが、血行障害状況も重要因子とされている。文献上からは、恢復は全く起らぬか或いは頗る困難と強調する人々⁷⁾⁹⁾¹²⁾¹⁹⁾と、或る頻度で恢復は見られるとする人々⁸⁾¹⁴⁾¹⁵⁾¹⁸⁾²²⁾とに分けられる。骨障害の程度は線量、線質による物理的因素や年令、血管硬化状態、体重、機能的要並びに未知の原因を含めた生物的因子の組合せによって種々に現われる。従つて軽度の障害では当然恢復も期待出来るものである¹³⁾⁶⁸⁾。我々の7骨折中、

発見後半年以上経過を追究し得た5個の中4個は既に假骨形成による癒合を認めて居り、Paul⁸⁾の14例中4例より高率で Dobek¹⁸⁾の11例中7例に匹敵するものである。この骨折癒合に至る期間は我々の場合発見後4~8カ月であるが、Paul⁸⁾は1年以内に治癒せね時は将来決して癒合しないと述べて居り、何れにせよこの假骨形成は過剰に起り、球状を呈することを一つの特徴と我々は考えている。

子宫癌等の照射後の大腿骨障害は畸形性関節炎、骨粗鬆性骨折と誤まられる⁶⁸⁾のに対し、乳癌照射後の肋骨鎖骨の障害は屢々転移と診断されがちである。²²⁾文献上からも癌転移と誤まつてレ線の追加照射を受けた例も稀でなく⁵⁾⁸⁾¹³⁾¹⁶⁾¹⁹⁾²⁰⁾²²⁾人によつてはこの結果良好な反応を示さぬことを骨障害の証拠と述べている程である⁹⁾¹²⁾¹³⁾²⁴⁾⁷⁴⁾。無論この方法は鑑別上積極的にすゝめられたものではなく、進行性の骨吸收を起したり²⁰⁾、時には致死的原因ともなり得る¹⁴⁾ので試験切除と同様¹⁾¹⁶⁾⁵⁸⁾寧ろ禁忌と考えねばならぬ。諸家の鑑別診断的根拠を整理すれば次の如くになる。

- 1) 良好な一般状態⁹⁾¹³⁾¹⁶⁾
- 2) 他の骨系や他臓器に遠隔転移のないこと⁵⁾
- 9)
- 3) 過去の充分大きな骨有効線量の照射¹⁹⁾
- 4) 照射範囲内に存在する骨折の位置⁹⁾
- 5) 骨折に相当する皮膚の著明な変化¹⁹⁾
- 6) 放射線肺線維症の同時的存在¹³⁾¹⁹⁾
- 7) 誘因を思わせる外傷並びに疼痛の欠除⁸⁾¹⁹⁾
- 8) レ線学的診断

最も確かなものはレ線像からの診断であるが、併し之によつても癌転移との鑑別は難しいとされ⁸⁾、決め手となる特徴は少ないが、レ線による骨折では骨折端が滑らかで⁹⁾、数カ月以上経てもレ線学的所見は殆んど変化せず⁵⁾¹⁶⁾、時には極めて緩慢に骨折間距離が増大し⁹⁾¹³⁾、多くは假骨形成を欠くも¹³⁾、偶には假骨形成による自然治癒傾向がみられる⁷⁴⁾と述べられている。我々の少數例の経験では改変帶(Umbauzone)、肋骨長軸と直交する狭い範囲の骨吸收像、過剰な假骨形成が極めて特徴的でレ線学的な確診と云える様に思われた。

肋骨骨折を掩う皮膚の放射線に基づく変化は従来より2つの点で注目されて来た様である。第1は初期の報告例で時に問題とされた肋骨障害が皮膚のレ線潰瘍からの二次感染で生じたものではないかという疑問である⁴⁾⁻⁶⁾。併しこの問題は実験的にも又臨床例の観察からも否定されて解決はついた。第2は骨と皮膚の感受性の差の問題である。Dahl⁵⁾, Bade⁶⁾は実験動物の組織像から骨は皮膚や結合組織より高感受性であることを明らかにし、少くとも曾て考えられた程骨は放射線抵抗性ではないことは今日の常識となつてゐる。併し臨床的に観察される骨障害と皮膚障害は自らその様相を異にするので、この組織学的観察結果から臨床に直接役立つものは殆んど得られない様に思われる。例えはある照射療法後に皮膚に毛細血管拡張を生じた時、その直下の肋骨にはどんな障害がどの位の確率で期待出来るかといった点は全く答えられないといつてよい。従来の報告は個々の例の記載のみで総括した意見に乏しいが、概して高度の皮膚変化を示した例が⁵⁾⁶⁾¹⁴⁾¹⁵⁾多い様である。この原因の一つは骨折発見が實際よりかなり遅れている為、後期皮膚障害も増大して来ることが考えられる。我々の場合骨折発見は照射終了後比較的の早期であるが、一方では短期間大量照射の為もあつて皮膚反応としては軽度変化（軽い色素異常のみ）3例、中等度変化（色素異常、毛細血管拡張、皮膚肥厚）1例、高度変化（潰瘍）1例がみられた。重要な点は皮膚障害が軽度であるにも拘らず既に骨折を来し得る事実にある。最近Kolarzh⁷⁾も骨変化の強度は皮膚変化とは必らずしも一致しないと述べているが、一方Baudisch¹⁹⁾、井染等²⁵⁾は全例とも皮膚障害は高度であったと報告している。

今5例の骨折中肺放射線症を同時に認め得たものは3例にすぎず、Greve¹²⁾、Baudisch¹⁹⁾が夫々全例に共存をみたのとは異なつてゐる。従つて必らずしも肺と骨の障害が同時にレ線像で認められるとは限らないことを注意すべきである。たゞ臨床上注意しなければならぬことは放射線肺炎の陰影が肋骨影と重なつて往々肋骨障害を見逃すおそれがある点である。かかる際は特に上位肋骨

の前部より前上部にかけて入念な観察が必要となる。

何れにせよ我々の症例では臨床的に観察された皮膚、肺、骨の障害程度は必ずしも比例したものではなかつた。

放射線による骨折は誘因と考えられる様な外傷や且つ疼痛も殆どない⁸⁾ことは事実の様で、我々の例でも大部分が偶然の定期的レ線撮影で発見されている。Rüther⁷⁹⁾は照射後の大腿骨頸部骨折患者の骨折領域での痛覚は著明に減退していることをみ、之を骨膜における深部感覺の神経障害に帰している。この点の証明は難しいが我々の経験でも骨折発見後に疼痛を訴えたものは殆どなかつた。

4. 結 語

1959年より1962年の4年間に乳癌レ線照射療法を行ない、照射後半年以上の経過を追究し得た56例中5例（8.9%）に7個の肋骨骨折を認めた。この放射線照射に由る肋骨骨折は鎖骨を含めても外国で81例、本邦で1例が詳細に報告されているに過ぎず頻度も低いと考えられていた。併し往時の放射線治療は数周（Serien）に亘る長期の照射が主で、且つ照射後の徹底した観察が不十分であつたようである。

症例毎に経過並びに所見を詳細に述べると共に従来報告された肋骨骨折例と比較して次の様な特徴を認めた。

肋骨骨折の発生個所は組織線量の比較的高い鎖骨窩、腋窩垂直照射野にのみ見られ、組織線量の稍低い胸壁に対する切線照射野には認められなかつた。骨折部の線量は我々の場合2,800r以上であつたが、同様の照射法にも拘らず何等異常所見を証明されなかつた90%以上の症例の存在を忘れてはならぬ。この点諸家の推定と同じく線量以外にも、未知の生物学的因子の関与を認めざるを得ない。照射終了後より骨折発見までの期間は4～20カ月と比較的短かく、更に発見後半年以上の経過をレ線学的に追究し得た5骨折中4個は假骨の過剰形成による癒合を証明し得た。この假骨形成までの期間は骨折後4～8カ月で、残り1骨折は組織線量も5,000rを超えて居るためか、発見後10

カ月を経るも何等恢復傾向が認められない。骨折部の組織線量と潜状期の長さ並びに恢復速度との間には密接な関係を見出し得なかつた。癌転移との鑑別上重要と思われるレ線学的特徴として改変帶(Umbauzone), 骨長軸と直交する狭い範囲の骨吸收像、過剰な假骨形成が挙げられる。

肺放射線症との合併は5例中3例にみられ、骨折部を直接掩う皮膚の放射線障害は軽度3例、中等度1例、高度1例であつた。同一患者における放射線による皮膚の肉眼的変化、肺のレ線学的陰影、肋骨骨折は必ずしも同時に生ずるものでなく、假に共存したとしても夫々の反応の程度はまちまちであることは重要である。

文 献

- 1) 菊池章: 肺放射線症に関する研究, 日医放線会誌, 21, 1030-1074, 1962. — 2) 金上晴夫他: 放射線肺線維症の臨床像一とくに肺機能を中心として, 日本胸部臨床, 21, 683-691, 1962. — 3) 菊池章: 術後乳癌予防照射法の改良について(第3報)胸壁に対するX線切線照射後の肺放射線症及び肋骨骨折, 日医放線会誌, 22, 1304, 1963. — 4) Blass, G.: Fragliche Knochenveränderung nach Röntgenbestrahlung. Festschr. Röntgenst., 49, 430-431, 1934. — 5) Eggs, F.: Osteoradionekrose der Rippen nach Röntgenbestrahlung des Mammarzinoms. Strahlenth., 70, 315-321, 1941. — 6) Steller, K.: Ein Fall von Osteoradionekrose mehrerer Rippen bei Strahlenschädigung der Haut. Strahlenth., 71, 694-696, 1942. — 7) Slaughter, D.P.: Radiation osteitis and fractures following irradiation with report of five cases of fractured clavicle. Am. J. Roentg., 48, 201-212, 1942. — 8) Paul, L.W. et al.: Radiation osteitis of the ribs. Radiology, 38, 543-549, 1942. — 9) Wammock, H. et al.: Fractures of the rib cage following interstitial radium therapy for cancer of the breast. Am. J. Roentg., 50, 609-615, 1943. — 10) Svab: Quoted by Birkner-Schaaf (14). — 11) Hildebrand, H.: Beitrag zur Strahlenschädigung des Knochens. Festschr. Röntgenstr., 72, 107-111, 1949. — 12) Greve, W.: Spontanfrakturen nach Röntgentiefenbestrahlung. Strahlenth., 86, 617-621, 1952. — 13) Steingräber, M.: Über Strahlenschäden an den Rippen bei Vorbestrahlung des Brustkrebses. Zbl. Chirur., 76, 1305-1308, 1951. — 14) Birkner, R. und Schaaf, J.: Neun Fälle von Strahlenschädigungen der knorpelig-knochernen Brustwand. In einem Fall tödlicher Ausgang. Strahlenth., 94, 454-465, 1954. — 15) Braun, H. et al.: Rippenschädigung nach Röntgenbestrahlung. Strahlenth., 94, 234-238, 1954. — 16) Schröder, G.: Strahlenschäden an Rippen nach Röntgen-Tiefentherapie beim Mamma-Karzinom. Strahlenth., 96, 469-473, 1955. — 17) Schoenheinz, W.: Spontanfraktur der Klavikula nach Röntgenbestrahlung. Strahlenth., 97, 287-291, 1955. — 18) Döbek, J.: Spontaneous rib fractures after breast cancer roentgentherapy. Pol. Przegl. Radiol., 23, 23-33, 1959. — 19) Baudisch, E.: Beitrag zu den Strahlenschäden der Rippen und Schlüsselbeine bei Brustkrebs-Patienten. Strahlenth., 113, 312-318, 1960. — 20) Kolář, J.: Schlüsselbeinosteolyse nach einer radiogen bedingten Fraktur der Klavikula. Festschr. Röntgenst., 94, 486-489, 1961. — 21) Ross, W.M.: The radiotherapeutic and radiological aspects of radiation fibrosis of the lungs. Thorax, 11, 241-248, 1956. — 22) Kritter, H. et Vigneau, J.: Contribution à l'étude des altérations osseuses post-radiothérapeutiques a propos de 79 observations. Journ. Radiol. et Electrol., 36, 786-789, 1955. — 23) Wieland, C.: Röntgenstrahlenschäden am Knochen, Dtsch. Gesundheitswesen, 1311-1314, 1956 (Zbl. Radiol. 53, 85, 1957). — 24) 加藤敏郎他: 乳癌治療中に見られた肋骨自然骨折の一例. 臨床放射線, 5, 550-555, 1960. — 25) 井染成夫他: 放射線障害に関する研究. 日医放線会誌, 21, 243, 1961. — 26) Perthes, G.: Ueber den Einfluss der Röntgenstrahlen auf epitheliale Gewebe, insbesondere auf das Carcinom. Arch. Klin. Chir., 71, 955-1000, 1903. — 27) Recamier, D. and Tribondeau, L.: A propos de l'action des rayons X sur laostéogénese. Compt. rend. Soc. de Biol., 59, 621, 1905. — 28) Försterling, K.: Ueber allgemeine und partielle Wachsthumstörungen nach kurz dauernden Röntgenbestrahlungen von Säugetieren. Arch. Klin. Chir., 81/11, 505-530, 1906. — 29) Iselin: Einfluss des Röntgenlichtes auf den Wachsen den Organismus. Deut. Med. Wochschr., 36, 2320, 1910. — 30) Cluzet, M.: Action des rayons X sur le développement du cal. Lyon méd. 114, 22-24, 1910. — 31) Walter, R.: Ueber Wachstumsschädigungen junger Tiere durch Röntgenstrahlen. Festschr. Röntgenstr., 19, 123-142, 1912. — 32) Iselin: Ueber Wachstumsschädigungen junger Tiere durch Röntgenstrahlen. Festschr. Röntgenstr., 19, 473-474, 1912. — 33) Jüngling, O.: Ueber Röntgenspätschädigungen des Kehlkopfs und Vorschläge zu deren Verhütung. Strahlenth., 15, 18-47, 1923. —

- 34) Jüngling, O.: Röntgenbehandlung chirurgischer Erkrankungen. Leipzig, 1924. — 35) Beck, A.: Schädigung des Knochenwachatums durch Röntgenbestrahlung. Zbl. Chir., 2849—2850, 1928. — 36) Beck, A.: Ueber Wachstumsschädigungen nach therapeutischer Röntgenbestrahlung. Strahlenth., 32, 517—533, 1929. — 37) Desjardins, A.U.: Osteogenic tumor: Growth injury of bone and muscular atrophy following therapeutic irradiation. Radiology, 14, 296—308, 1930. — 38) Haenisch, G.F.: Ueber die Wachstumsschädigung des Knochens und die Entwicklungshemmung der weiblichen Brustdrüse nach Röntgenbestrahlung im kindlichen und jugendlichen Alter. Fortschr. Röntgenstr., 50, 78—86, 1934. — 39) Baunach, A.: Ueber den Einfluss von Dosis und Rhythmus auf den Grad der Wachstumsschädigung des Knochenwachstums bei Röntgenstrahlungen. Strahlenth., 54, 52—67, 1935. (Zbl., 21, 592, 1936.) — 40) Regaud, C.: Sur la sensibilité du tissu osseux normal vis-a-vis des radiations X et sur le mécanisme de l'osteo-radio-nécrose. Compt. rend. Soc. de Biol., 87, 427—429, 629—632, 1922. — 41) Ewing, J.: Radiation osteitis. Acta radiol., 6, 399—412, 1926. — 42) Flaskamp, W.: Ueber Röntgenschäden und Schäden durch radioaktive Substanzen. Sonderband-Strahlenth., Bd 12, 136—143, 1930. — 43) Colwell, H.A. and Russ, S.: X-ray and Radium injuries. Oxford University Press, New York & London, 1934. — 44) Baensch, W.: Knochenschädigung nach Röntgenbestrahlung. Fzchr. Röntgenst., 36, 1245—1247, 1927. — 45) Ottow, B.: Blasen-Bauchdeckenfistel mit Nekrose des Schambeins infolge einer Röntgenverbrennung. zbl. Gynäk., 2936—2943, 1927. — 46) Rahm, H.: Spätnekrose der Mandibula nach Röntgenbestrahlungen. Strahlenth., 25, 338—345, 1927. — 47) Baensch, W.: Ueber Spontanfrakturen des Schenkelhalses nach Röntgenbestrahlung. Röntgenpraxis, 4, 716—718, 1932. — 48) Philipp, E.: Knochenerkrankungen bei wegen Uteruskarzinoms mit Röntgenstrahlen bestrahlten Frauen. Strahlenth., 44, 363—378, 1932. — 49) Schiffbäumer, A.: Beitrag zur Frage der Knochenerkrankungen nach Strahlenbehandlung wegen Uteruscarcinom. Zbl. Gynäkol., 2004—2006, 1933. — 50) Kropp, L.: Ueber Spontanfrakturen des Schenkelhalses nach Röntgenbestrahlungen wegen Uteruskarzinoms. Munch. med Wchnschr., 81, 214—215, 1934. — 51) Balli, R. Barbanti-Silva: Mikroskopischer Befund eines Falles von Röntgennekrose der Schädelkallotte. Quad. Radiol., 2, 104—105, 1931. (Zbl. Rad. 11, 696, 1932) — 52) Vogt, A.: Spätschädigungen der Schädelkallotte nach Röntgenbehandlung intracerebraler Tumoren. Strahlenth., 80, 165—174, 1949. — 53) Pohle, E.: Quoted by Schnappauf(66). — 54) Borgström, K.E. & Gynning, I.: Roentgenographic changes in the lungs and vertebrae following intense rotation roentgen therapy of esophageal cancer. Acta Radiol., 47, 281—288, 1957. — 55) Lüdin, M. und Müller, O.: Zahnveränderungen nach prothriert-fraktionierter Röntgenbestrahlung. Strahlenth., 56, 644—649, 1936. — 56) Dahl, B.: Die Strahlenbehandlung der osteogenen Sarkome und die Reaktion des Knochengewebes auf Röntgenbestrahlung. Strahlenth., 54, 35—51, 1935. — 57) Zwerg, H.G. und Hetzar, W.: Ueber das Zustandekommen von Radionekrosen am Knochen. Eine Klinische und experimentelle Untersuchung. Arch. klin. Chir., 185, 387,—394, 1936. — 58) Bade, H. und Küntscher, G.: Wirkungen von Röntgenstrahlen auf den Knochen (Experimentelle Untersuchungen an Hunden). Fzsch. Röntgenst., 60, 235—242, 1939. — 59) Zöllner, F.: Die Komplikationen der Röntgenbestrahlung von Kehlkopfcarcinomen durch Tumorperichondritis und Bestrahlungsperichondritis und über die Frage der Strahlenschädigung von Knochengewebe. Strahlenth., 70, 193—242, 1941. — 60) Zöllner, F.: Osteoporose und Spontanfrakturen nach Röntgenbestrahlungen durch elektive Schädigung der Osteoblasten. Strahlenth., 70, 537—540, 1941. — 61) Birkner, R.: Symptomatik und Systematik der Strahlenschädigungen. Strahlenth., 106, 335—353, 1958. — 62) Dalby, R.G., Jacox, H.W. & Miller, N.F.: Fracture of femoral neck following irradiation. Am. J. Obst. & Gynec., 32, 50—59, 1936. — 63) Okrainetz, C.L. & Biller, S.B.: Fracture of the neck of the femur complicating roentgen therapy of ovarian cancer. Am. J. Roentgenol., 42, 883—887, 1939. — 64) Truelsen, F.: Injury of bones by roentgen treatment of cancer of the uterine cervix. Acta radiol., (Stockh.) 32, 581—591, 1942. (Zbl., 36, 524, 1943) — 65) Nevinny-Stickel, H.B. et al.: Knochenschädigung nach Röntgenbestrahlung (Osteoradiationekrose) Geburtsh. u. Frauenhk., 13, 303—314, 1953. — 66) Schnappauf, O.: Zur Frage der Schenkelhalsfraktur bei der Strahlenbehandlung gynäkologischer Tumoren im kleinen Becken. Zbl. Gynäk., 79, 321—341, 1957. — 67) Oeser, H. & Rübe, W.: Die Therapie des somatischen Strahlenschadens. Strahlenth., 106, 364—377, 1958.

— 68) Oelssner, W., Pfeiffer, J., & Buttenberg, H.: Osteoradiationekrosen im Hüftgelenksgebiet. Strahlenth., 109, 200—210, 1959. — 69) Oelssner, W.: Strahlenschäden des erwachsenen Knochens. Med. Klin., 55, 1819—1824, 1960. — 70) Kolár, J. et al.: Zur röntgenologischen Symptomatologie der Strahlenschäden an den wachsenden Knochen. Radiol. diagn. (Berl.)1, 616—631, 1960. (Zbl. Rad. 69, 107, 1961). — 71) Spiers, F.W.: The influence of energy absorption and electron range on dosage in irradiated bone. Brit. J. Rad., 22, 521—533, 1949. — 72) Birkner, B.R. u. Wachsmann, F.: Experimentelle Untersuchungen über die Absorption von Röntgenstrahlen in verschiedenen Geweben. Strahlenth. 97, 382—388, 1955. — 73) Zur, G.: Osteoporotische Hustenfrakturen der Rippen.

Fortschr. Röntgenstr., 72, 144—153, 1949. — 74) Kolarzh, Y. & Vrabetz, R.: The clinical picture of radiation injuries of the bones in X-ray therapy. Vestn. Roentgenol. Radiol., 34, 43—47, 1959. — 75) Wetteler: Quoted by Schnappaufs, (66). — 76) Wintz: Quoted by Schröders (16). — 77) Holthusen: Quoted by Birkners (14). — 78) Diethelm, L.: Ein weiterer Fall von doppelseitiger Spontanfraktur des Schenkelhalses nach Röntgenbestrahlung wegen Uteruskarzinoms. Strahlenth., 77, 107—111, 1948. — 79) Rüther, E.: Spontanfrakturen des Schenkelhalses und Schambeines nach Röntgen-Therapie maligner gynäkologischer Erkrankungen. Geburtsh. und Frauenhk., 13, 623—643, 1953.