



Title	胸骨傍リンパ節シンチグラフィによる乳癌の放射線治療計画
Author(s)	大竹, 英二
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1982, 42(3), p. 288-302
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18282
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

胸骨傍リンパ節シンチグラフィによる 乳癌の放射線治療計画

東京都養育院付属病院核医学放射線部（指導：飯尾正宏前部長）

横浜市立大学医学部放射線医学教室（指導：松井謙吾教授）

大 竹 英 二

（昭和56年5月26日受付）

（昭和56年8月31日最終原稿受付）

Radiation Therapy Planning of Patients with Breast Cancer with the Aid of Parasternal Lymphoscintigraphy

Eiji Ohtake

Department of Nuclear Medicine and Radiological Sciences, Tokyo Metropolitan Geriatric Hospital

(Director: Prof. Masahiro Iio)

Department of Radiology, Yokohama City University School of Medicine

(Director: Prof. Kengo Matsui)

Research Code No.: 610.1, 729.1

Key Words: Radiation therapy planning, Breast cancer,
Parasternal lymphoscintigraphy

This investigation was undertaken to establish the basis of the precise radiotherapy planning of the parasternal lymph nodes for patients with breast cancer.

Twenty-four female patients with breast cancer were examined by parasternal lymphoscintigraphy. Their ages ranged from 26 to 76 years (average: 51.8 yrs). The parasternal lymphoscintigram was obtained 4 hours after bilateral subcostal injection of ^{99m}Tc -sulfur colloid or ^{99m}Tc -antimony sulfide colloid. The three-dimensional location of the lymph nodes was observed using both a conventional parallel hole collimator and a bilateral collimator.

The following results were obtained.

- 1) The widest distance between the right and left chains of the parasternal lymph nodes was 5.6 ± 1.0 cm ($n=17$, range: 4.1–7.7 cm).
- 2) The average lateral distance of the lymph nodes from the midsternal line was 2.3 ± 0.8 cm ($n=88$, range: 0.7–5.2 cm). The lateral distance tended to be longer on the right side than on the left side.
- 3) The average depth of the lymph nodes from the surface of the skin was 2.3 ± 0.7 cm ($n=116$, range: 0.9–4.3 cm).
- 4) The more the patients were obese, the more deeply seated the parasternal lymph nodes tended to be.
- 5) In the retrospective analysis of the conventional radiotherapy planning at the Tokyo Metropolitan Geriatric Hospital, it was found that about 59% of the parasternal lymph nodes were located in the radiation field and about 19% of the lymph nodes were seated within ± 1 cm of the objective depth.

In this paper, the author tries to emphasize that it might be important to examine the exact location and depth of the parasternal lymph nodes in each patient for the radiation therapy planning.

目 次

- I. 緒言
- II. 研究対象
- III. 研究方法
 - i) 胸骨傍リンパ節シンチグラフィの方法
 - ii) リンパ節の位置の測定方法
 - iii) 肥満度
 - iv) 照射野と病巣深度の retrospective な検討
- IV. 結果
 - i) 左右の胸骨傍リンパ節の最大間隔
 - ii) 胸骨傍リンパ節の正中からの偏位
 - iii) 胸骨傍リンパ節の深度
 - iv) 胸骨傍リンパ節の深度と肥満度の関係
 - v) retrospective な検討
 - vi) 胸骨傍リンパ節シンチグラフィの臨床的有用性, 症例を中心として
- V. 考察
- VI. 結語

I. 緒 言

乳癌における放射線治療, 特に術後照射に関しては, その有用性を疑問視するもの^{1)~5)}, 有用性ありとするもの^{6)~11)}など種々の意見があり, 現在のところ, 未だ一定の見解がでていない. しかし, 最近, Fletcher ら¹²⁾により, 放射線治療成績が芳しくない原因として, 適切な照射野であったか, また, 適切な線量が照射されていたかなどを反省する必要があるとの極めて注目すべき報告がなされた.

従来, 都養育院付属病院においては腫瘍が乳房内半側にあった症例, あるいは腫瘍が乳房外半側にあっても腋窩転移のみられた症例などには, 腋窩および鎖骨上窩のリンパ節と同時に, 時には単独に胸骨傍リンパ節に対して予防的, または治療的な術後照射を行ってきた. しかし, 胸骨傍リンパ節に関しては, 同リンパ節の位置が触診ではもちろん, X線学的にもわからず, 従来からの経験的な照射野設定を行ってきたのが実状であった.

胸骨傍リンパ節の描出にはリンパ節シンチグラフィが容易であり, 特に Ege ら^{13)~17)}によって多数例の検討がなされてきた. しかし, 胸骨傍リン

パ節シンチグラフィは主に転移の有無を調べる診断に用いられており, 本法を本格的に放射線治療計画に応用した報告は Rose, Dufresne ら Harvard 大学からのもの¹⁸⁾¹⁹⁾があるにすぎない. しかも, 彼らのリンパ節の深度測定法には精度にも, また測定方法にも問題点があり, さらに正確な方法により検討を加える必要がある. 著者は先に bilateral collimator を用いたリンパ節の深度測定法²⁰⁾を開発, 報告し, 一層正確な胸骨傍リンパ節の三次元的位置把握の可能性を示唆してきた.

本研究は生体における胸骨傍リンパ節の三次元的位置関係を検討し, 同領域に対する正確な放射線治療計画を樹立すると同時に, 従来の経験的な照射計画に反省を加えることを目的としたものである.

II. 研究対象

東京都養育院付属病院核医学放射線部において, 1979年10月から1981年3月までに胸骨傍リンパ節シンチグラフィを行った症例は39例あり, そのうち乳癌は33例であった. これら乳癌症例のうち胸骨傍リンパ節(一部, 縦隔リンパ節の可能性がある)が描出でき, かつ正確にその解剖学的位置を検討できた24症例を今回の研究対象とした.

対象とした症例はすべて女性であり, 年齢は26歳から76歳まで, 平均51.8歳であった. Table 1 にその年齢分布を示す. 術前1例, 術後23例であり, 術後例におけるその術式は simple mastectomy が2例, radical mastectomy が21例であっ

Table 1 Age distribution of
24 examined cases.

Age in years	No. of cases
0 — 19	0
20 — 29	1
30 — 39	2
40 — 49	7
50 — 59	6
60 — 69	5
70 — 79	3
80 —	0
Total	24

た。なお、胸骨傍リンパ節の廓清は行われていない症例が多い。

III. 研究方法

i) 胸骨傍リンパ節シンチグラフィの方法

胸骨傍リンパ節シンチグラフィは Ege¹³⁾ の方法に準じて、両側季肋下、深さ約 2cm の部位に各々 2.5mCi から 3mCi の放射性コロイドを注入して行った。放射性コロイドは 17 例に ^{99m}Tc -硫黄コロイド (CIS 製)、7 例に ^{99m}Tc -アンチモニーコロイド (Mallinckrodt 社製) を用いた。 ^{99m}Tc -硫黄コロイドを用いた場合は、前処置として、ヒアルロニダーゼを溶解した 1% 塩酸プロカインにて局所麻酔を行った。また、両コロイド共に移動を促進させるため、注射後、注入部位のマッサージを 2 分間位行った。撮影は注射約 4 時間後に、 γ -カメラ PHO/GAMMA LFOV (Searle 社製) を用いて行った。コリメータにはパラレルホールを有する all purpose collimator (島津製) とコリメータ表面に垂直な直線に対して $\pm 30^\circ$ の角度を持った 2 つのスラントホールコリメータから構成されている bilateral collimator (Cardiac Medical Systems 社製) を用いた。Fig. 1 (a) に conventional collimator (all purpose collimator)

によって得た像、Fig. 1 (b) に bilateral collimator によって得た像を示す。撮影条件はいずれの場合もエネルギーウィンドウ幅を 20% とし、50,000 カウント集め、X 線フィルム上に撮影した。なお、bilateral collimator による撮影に際しては、同時に 128KW 主メモリを有する CPU (NOVA 3/D)、24MW 高速磁気ディスクを備えたコンピュータシステム COSNM-TMGH²¹⁾ に 128×128 マトリックスサイズのイメージを 4 分間集録した。

ii) リンパ節の位置の測定方法

リンパ節の二次元的な位置の検討には all purpose collimator によって撮影した正面像を使用し、各症例における左右の胸骨傍リンパ節の最大間隔を求めた。リンパ節の位置は各リンパ節の中央とし、胸骨傍リンパ節以外の鎖骨上・下リンパ節などは測定の対象から除外した。胸骨上縁正中と剣状突起下端の位置を正確に定めることができた 17 症例においては、Fig. 2 (b) に示すように以上の 2 点を結ぶ胸骨正中線上に $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 溶液を満たした内径約 1mm のビニールチューブを置き、正中からの偏位を X 線フィルム上で測定した。その数値はできるだけ同一条件になるよう

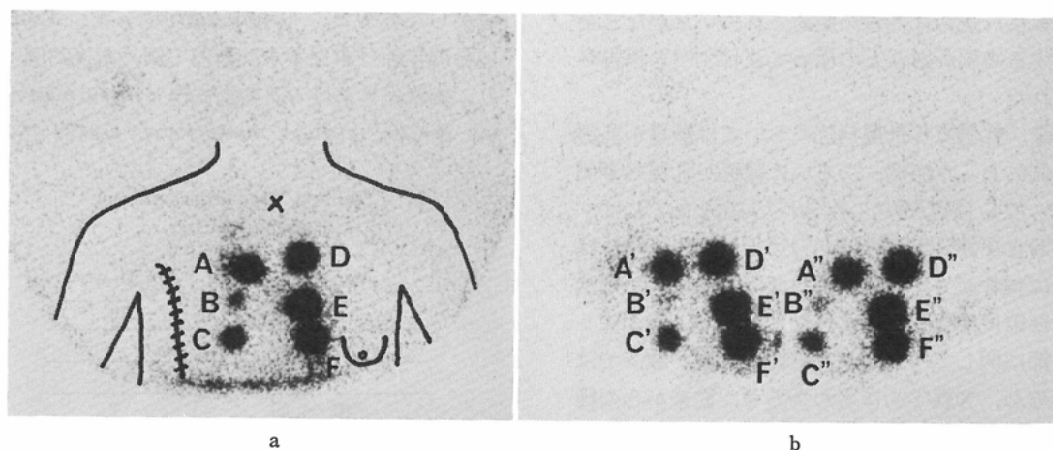


Fig. 1 Parasternal lymphoscintigram from a 76-year-old post-mastectomy female with right breast cancer.

(a) This image was obtained with a conventional parallel hole collimator.

(b) These images were obtained with a bilateral collimator. The dual images of the parasternal lymph nodes (A, B, C, D, E and F) are observed from both sides of the field of view.

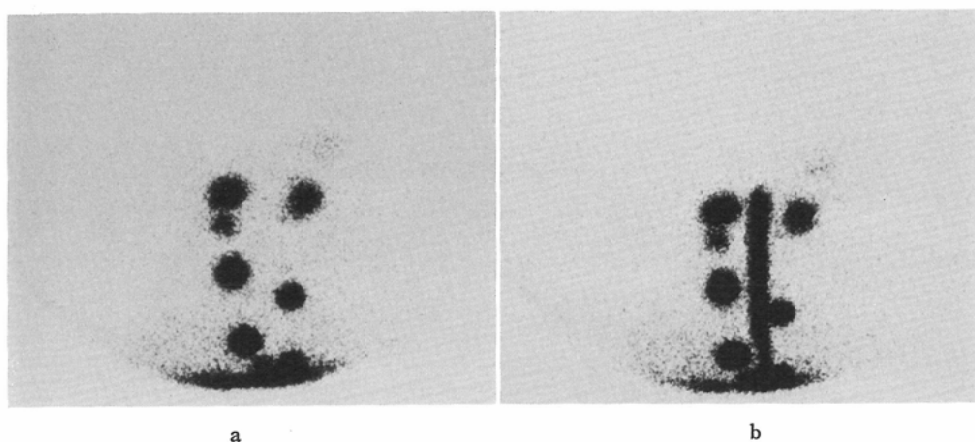


Fig. 2 Parasternal lymphoscintigram from a 50-year-old post-mastectomy female with right breast cancer.

(a) Anterior image.

(b) Anterior image with a radioactive tube on the midsternal line.

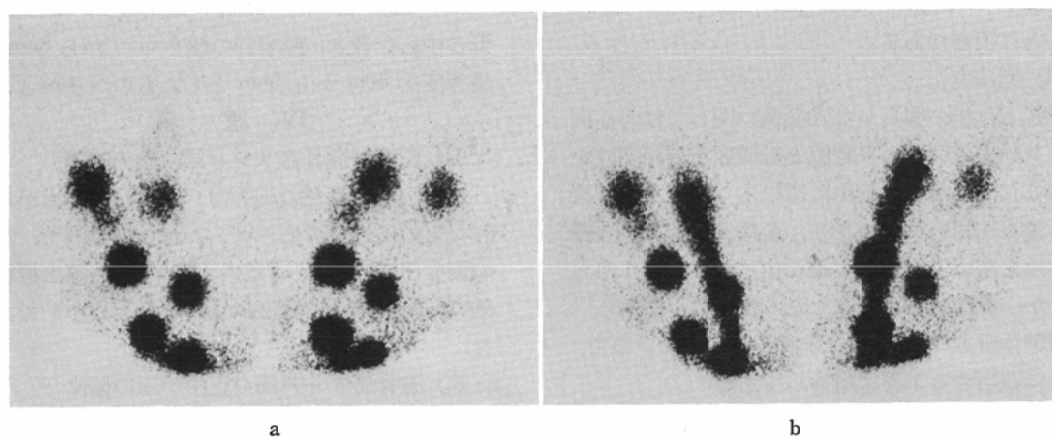


Fig. 3 Parasternal lymphoscintigram obtained by the bilateral collimator. This is the same case shown in Fig. 2.

(a) Dual images of the parasternal lymph nodes in Fig. 2(a).

(b) Dual images of Fig. 2(b).

に、5cm 間隔の2つの $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 点線源を用いて撮影，得られた縮小率により換算し，真の値に較正した。

三次元的情報である深さの測定は大竹ら²⁰⁾が先に報告した方法で，bilateral collimator を使って，目的とするリンパ節とその2つのイメージが正三角形を形成する原理を応用して求めた。なお，体表面の位置は Fig. 3 (b) に示すように胸骨上縁正中と剣状突起下端とを結んだ線上のビニ

ールチューブの位置とした。データ処理には前述のコンピュータシステム COSNM-TMGH を用い，真の長さへの較正および深度測定のための計算の迅速化や測定精度の確保をはかり，さらに必要に応じて画像のサブトラクションを行い体表面のマーカの位置を明確にした。Fig. 4 は bilateral collimator 法と比較のために，Fig. 2, Fig. 3 と同一症例の側面像を conventional collimator で撮影したものであるが，正確な深さの情報を得

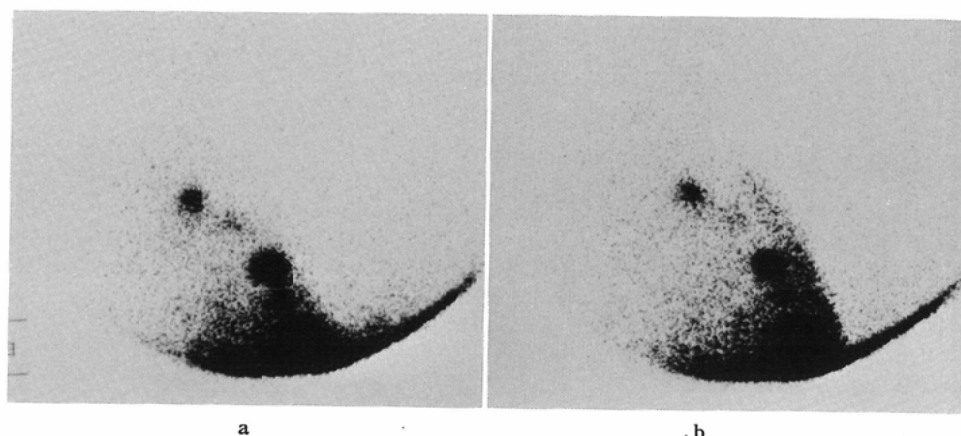


Fig. 4 Lateral projection of parasternal lymphoscintigram obtained by the conventional collimator of the same case shown in Fig. 2.

(a) Right lateral image of Fig. 2(a). There is less visualization of the lymph nodes than that of Fig. 3(a).

(b) Right lateral image of Fig. 2(b). There is less visualization of the radioactive tube than that of Fig. 3(b).

ることは困難である。

iii) 肥満度

身長と体重の明らかな20症例に関しては各症例のリンパ節の深さの平均値と肥満度との相関性を検討した。肥満度の算出には松木ら²²⁾の身長別標準体重表を用いた。つまり、各症例の身長から標準体重を求めて、その症例の体重が標準より何%多いか、少ないかを計算した。ただし、松木ら²²⁾の標準体重表には148cm 未満の記載がないので、これに該当する1例は除外してある。

iv) 照射野と病巣深度の retrospective な検討

経過観察の目的で胸骨傍リンパ節シンチグラフィを行った症例のうち、以前に胸骨傍領域へ放射線照射を行った10症例については、各症例で採用した照射野内に何%のリンパ節が含まれていたか、また深度に関しては実際に設定した病巣深度の±1cm 以内にどの位のリンパ節が含まれていたかについて retrospective な検討を加えた。ここで検討した10症例に対してはすべて ⁶⁰Co 遠隔照射装置を使った前方からの一門照射を行い、胸壁を含めた切線照射を行った症例はない。

従来、都養育院付属病院では前方からの一門で照射する場合、両側の胸骨傍リンパ節を照射野に入れることを目的として、胸骨正中線付近に照射

野の中心を置き、照射野の幅を5cm から6cm、病巣深度を3cm から5cm としたものが多かった。

IV. 結 果

i) 左右の胸骨傍リンパ節の最大間隔

24症例中、両側の胸骨傍リンパ節の描出がみられたものは17例であった。これらの症例で、左右の胸骨傍リンパ節の最大間隔の平均値±標準偏差は 5.6 ± 1.0 cm (範囲: 4.1cm~7.7cm) であった。

ii) 胸骨傍リンパ節の正中からの偏位

胸骨上縁正中と剣状突起下端の位置を正確に定めることができた17症例において、合計89個のリンパ節の正中からの距離を測定した。Fig. 5 に示すように、0.7cm から5.2cm と個人差はもちろん、同一症例においてもバラツキがみられた。平均値±標準偏差は 2.3 ± 0.8 cm であった。ただし、深さが5cm 以上あり、縦隔リンパ節であろうと想定した1個のリンパ節 (Patient No. 1) を除く、88個のリンパ節において計算した。また、正中からの偏位を左右別に検討すると、右側では 2.5 ± 0.7 cm (n=51, 範囲: 1.1cm~3.7cm)、左側では 2.0 ± 0.8 cm (n=37, 範囲: 0.7cm~5.2cm) と右側で大きい傾向にあった。

iii) 胸骨傍リンパ節の深度

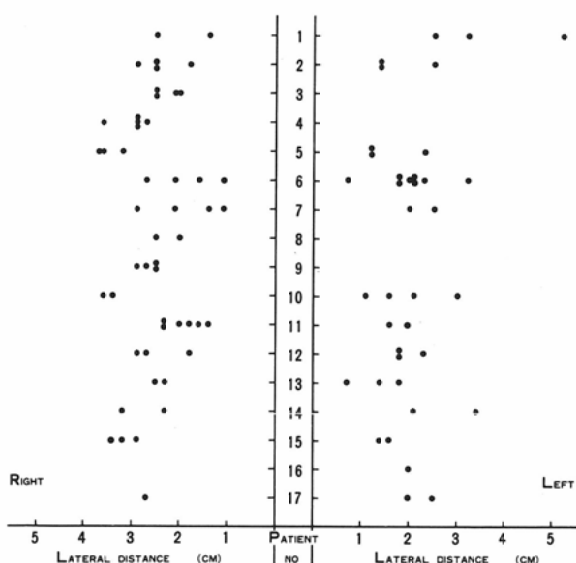


Fig. 5 Summary of the lateral distance from the midsternal line of 89 lymph nodes (17 cases). One deeply seated lymph node (Patient 1) was assumed to be the mediastinal lymph node.

胸骨正中線上を体表面の位置とした時のリンパ節の深さを24症例、合計119個のリンパ節で測定した。Fig. 6に示すように、0.9cm から6.5cm とかなり幅広く、正中からの偏位と同様にバラツキが大きかった。ただし、深度測定に使用した

bilateral collimator は、元来、心臓核医学の目的に開発されたものであるため、高感度、低分解能であり²⁰⁾、隣接するリンパ節の分離描出が十分行えず、正中からの偏位の検討結果よりも深度測定が行えたリンパ節の数が少ない症例 (Patient No. 1, 5, 6, 7, 10, 11) も多い。深度測定を行った119個のリンパ節のうち、5cm 以上深い所に位置していた3個のリンパ節 (Patient No. 1, 18) は縦隔リンパ節であろうと想定して除き、116個のリンパ節の深さの平均値±標準偏差を求めた。その結果は 2.3 ± 0.7 cm (範囲: 0.9cm~4.3cm) であった。

iv) 胸骨傍リンパ節の深度と肥満度の関係

20症例の各症例のリンパ節の平均深度は1.3cm から3.7cm であり、肥満度は-32.1%から+32.3%であった。Fig. 7はリンパ節の平均深度と肥満度の関係を示したものであり、太っている症例ほどリンパ節が深い所に位置している傾向がみられた。なお、リンパ節の平均深度を求めるのに5cm 以上のものは前述と同様の理由で除外した。

v) retrospective な検討

過去に胸骨傍領域へ放射線照射を行った10症例 (Patient No. 2, 3, 4, 7, 8, 14, 15, 16, 18, 20) のうち、1例 (Patient No. 18) はリンパ節

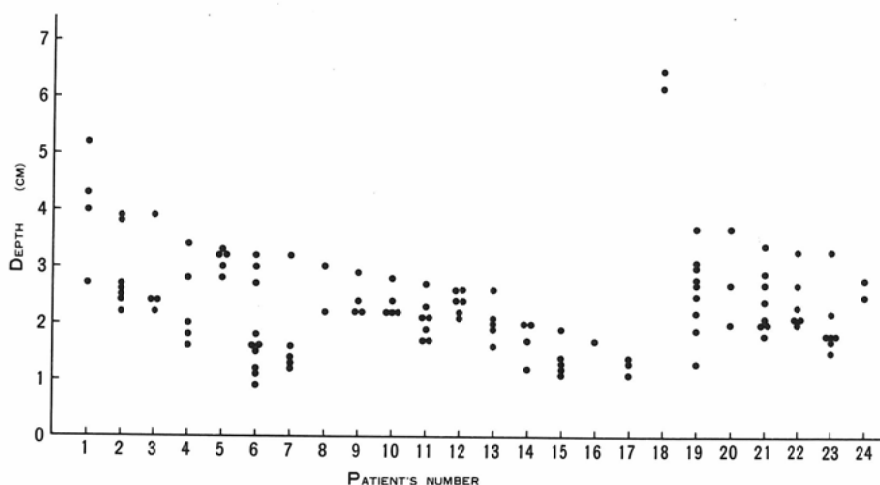


Fig. 6 Summary of the depth from the skin surface of 119 lymph nodes (24 cases). Three lymph nodes (Patients 1 and 18) seated deeply over 5 cm below the skin were assumed to be the group of the mediastinal lymph nodes.

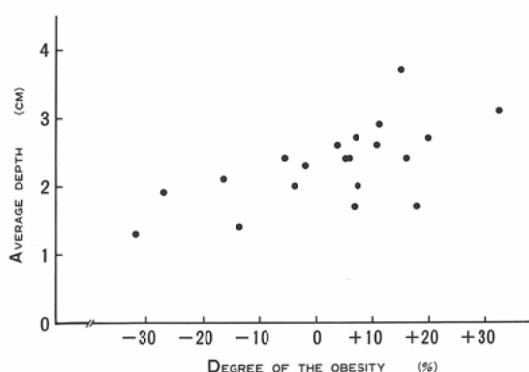


Fig. 7 Correlation between the degree of the obesity and the depth of the parasternal lymph nodes.

の深度が 5cm 以上の縦隔リンパ節と思われるリンパ節しか描出できなかった。残り 9 症例のうちリンパ節の正中からの偏位を正確に測定できたのは 8 症例 (Patient No. 2, 3, 4, 7, 8, 14, 15, 16), 34 個のリンパ節であった。これら 34 個のリンパ節のうち設定した照射野内に存在したものは 20 個 (約 59%) であった。一方、リンパ節の深さ

は 9 症例, 36 個について検討できた。36 個のリンパ節のうち目的とした病巣深度の ± 1 cm 以内に含まれていたものは 7 個 (約 19%) であった。ただし、目的とした病巣深度よりも深い所に位置していたリンパ節は縦隔リンパ節と想定したリンパ節を除いて 1 個もなかった。さらに、照射野に含まれていた 20 個のリンパ節についてのみ深さの検討をすると、4 個のリンパ節が目的とした病巣深度の ± 1 cm 以内に位置していた。つまり、照射野が適切で、かつ目的とした病巣深度の ± 1 cm 以内に含まれていたリンパ節は極めて少数 (約 12%) であった。Fig. 8 は照射野を 5×12 cm, 病巣深度を 5cm として放射線照射を行った症例 (Patient No. 14) の位置決め用 X 線写真と胸骨傍リンパ節シンチグラムである。Table 2 に本症例の各リンパ節 (A, B, C, D) の正中からの偏位と深度を示す。リンパ節シンチグラムで描出された 4 個のリンパ節のうち照射野に含まれていたものは B, D の 2 個, 設定した病巣深度から 1cm 以内に入っていたものは 1 個もなかった。

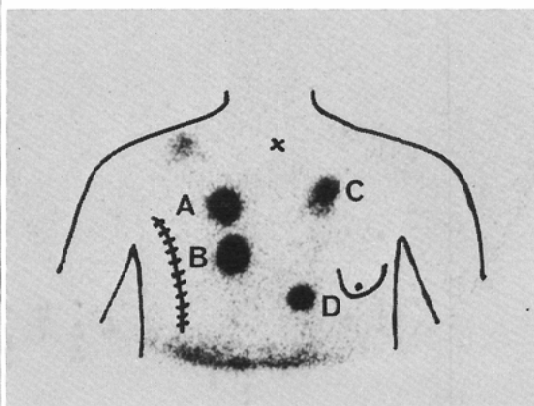
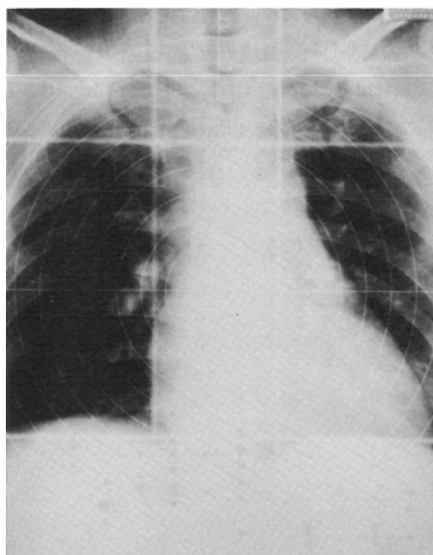


Fig. 8 A 57-year-old post-mastectomy female with right breast cancer.

- (a) This radiograph simulates the radiation field of 5×12 cm of the parasternal area.
 (b) Four parasternal lymph nodes are visualized on this parasternal lymphoscintigram. The three-dimensional locations of these four nodes are summarized in Table 2. Only two nodes (B and D) were included in the radiation field. All nodes were found to be closer to the skin surface than the planned radiation depth.

Table 2 Three-dimensional location of the parasternal lymph nodes shown in Fig. 8 (b).

Lymph nodes	Lateral distance	Depth
A	3.2 cm	2.0 cm
B	2.3 cm	1.2 cm
C	3.4 cm	2.0 cm
D	2.1 cm	1.7 cm

vi) 胸骨傍リンパ節シンチグラムの臨床的有用性, 症例を中心として

胸骨傍リンパ節シンチグラムの normal variation と思われる症例, 臨床的に有用であった症例を3例呈示する。

症例1 (Patient No. 24). 61歳, 女性

右乳癌, 病期I (T1N0M0) で radical mastectomy 後の症例である。胸骨傍リンパ節シンチグラム (Fig. 9) で右側 (患側) のリンパ節はよく描出されているが, 左側では胸骨傍リンパ節の描出がない。左側の前横隔膜リンパ節がよく描出されていることから, Ege¹³⁾ が指摘しているように技術的な失敗とは思えにくく, 右側のみにリンパ節を有する一側性の normal variation¹³⁾ と思われる。なお, 本症例の右胸骨傍リンパ節には転移がないものと診断し, 同領域への放射線治療は行わなかった。

症例2 (Patient No. 22). 64歳, 女性。

左乳癌, 病期Ⅲ-a (T3N2M0) で radical mastectomy 後の症例である。胸骨傍リンパ節の廓清は行われていない。胸骨傍リンパ節シンチグラム (Fig. 10) で左側の胸骨傍リンパ節に不連続, さらに両側共, 頭側のリンパ節に放射性コロイドの集積減少がみられ, 臨床所見と合わせて両側の胸骨傍リンパ節への転移を疑った。左右の胸骨傍リンパ節の最大間隔が4.1cm, リンパ節の深さは2.0cm から3.3cm, 平均2.4cm であったため, ⁶⁰Co 遠隔照射装置により両側の胸骨傍リンパ節を含めた7×12cmの照射野で, 病巣深度3cmの放射線治療を行った。なお, 本研究ではリンパ

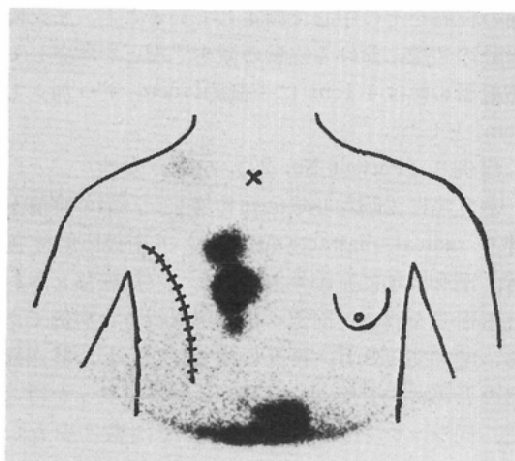


Fig. 9 Parasternal lymphoscintigram from a 61-year-old post-mastectomy female with right breast cancer, clinical Stage I (T1N0M0). There is visualization of the left diaphragmatic lymph node and only of the right parasternal lymph nodes. This pattern suggests the normal variation of a unilateral parasternal chain.

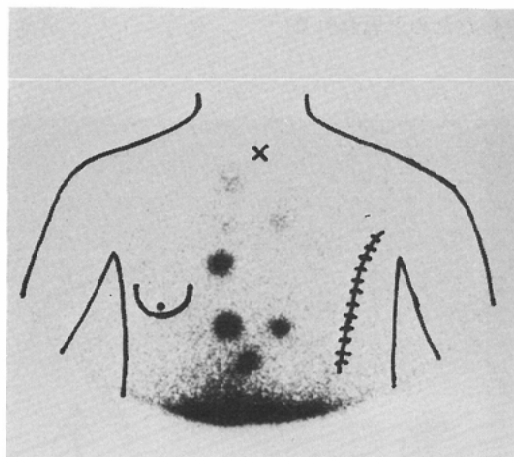


Fig. 10 Parasternal lymphoscintigram from a 64-year old post-mastectomy female with left breast cancer, clinical Stage Ⅲ-a (T3N2M0). This lymphoscintigram demonstrates discontinuity of the left parasternal chain and decreased radioactivity of the bilateral upper nodes, probably due to metastases. Radiotherapy was performed for this case, being based on the three-dimensional location of each lymph node measured by the author's method.

節の位置をその中心で測定していること、また照射野の辺縁における線量の減少¹²⁾などを考慮して照射野の幅は4.1cm に一側約1.5cm ずつ加えて7cm とした。

症例3 (Patient No. 20). 55歳, 女性

左乳癌にて昭和48年に胸骨傍リンパ節の廓清を伴う radical mastectomy, および術後照射を施行, 昭和51年に左鎖骨上窩にリンパ節転移と思われる所見を認め, 同部へ再照射を行った症例である。昭和55年9月, 再発の兆しはないが, 経過観察のために胸骨傍リンパ節シンチグラフィを行った。同シンチグラム (Fig. 11) では数は少ないが, 左側の胸骨傍および鎖骨上窩リンパ節の描出を認めた。右側では腋窩リンパ節の描出もみられる。本症例の如く胸骨傍リンパ節シンチグラムにより同リンパ節の廓清が十分に行われていなかったことがわかることがある。なお, 左側のリンパ節に放射性コロイドの集積が多いのはおそらく廓清に伴うリンパ路の遮断により広範なコロイド分布が起こらず, これらのリンパ節にコロイドが集めたためと思われる。

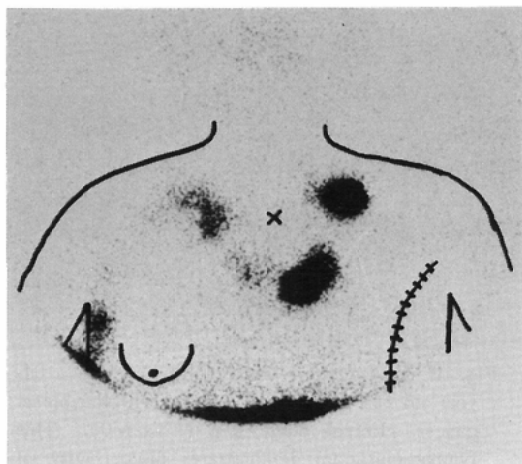


Fig. 11 Parasternal lymphoscintigram from a 55-year-old post-mastectomy female with left breast cancer. The left parasternal lymph nodes are still visualized in spite of the surgical report that the dissection of the left parasternal lymph nodes was performed.

V. 考 察

放射線治療計画をたてる上で最も大切なことは, 目的とする部位へ適切な線量の放射線を照射し, かつ正常組織の障害を最小限に食い止めることである。さらに, 最近では一定の深さで線量率が高くすぐれた線量分布を形成する荷電粒子線の放射線治療への応用^{23) 24)}が注目されてきているが, このような治療を行うには, 従来に比べ一層正確な照射部位の設定が必要とされてくる。しかし, 乳癌症例における胸骨傍領域への放射線治療計画は自験例も含めて, 従来, 経験あるいは“かん”にたよった方法でなされてきたことが多かったように思われる。正確な照射計画をたてるために, 最近では computed tomography (CT) が盛んに応用されるようになってきたが, 胸骨傍リンパ節の描出は CT ではリンパ節腫大が著しい場合を除いて未だ不可能^{25) 26)}であり, 放射性コロイドを用いたリンパ節シンチグラフィが必要とされている。

胸骨傍リンパ節シンチグラフィは1966年, Rossi ら²⁷⁾と Schenck ら^{28) 29)}によりほぼ同時に発表され, 以後, 数多くの臨床知見^{13) ~17) 30) ~32)}の報告がなされてきた。しかしながら, 本邦においては適当な放射性コロイドの入手が困難であったためか, 未だ胸骨傍リンパ節シンチグラフィに関する報告は極めて少ない^{20) 31)}。放射性コロイドには当初 ¹⁹⁸Au-コロイドが用いられていた^{27) ~31) 34)}が, 集積部位の被曝線量が大きく³⁵⁾, またγ線のエネルギーが高く (412keV) 良い画像を得難いなどの欠点があるため, 最近ではγ線エネルギーが140keV の短半減期核種である ^{99m}Tc 標識の放射性コロイドが用いられることが多い。本邦においては ^{99m}Tc-硫黄コロイドが容易に入手可能な ^{99m}Tc-コロイドのなかで, リンパ節シンチグラフィに最適である³⁶⁾とされ, よく用いられていたが, 欧米では1965年 Garzón ら³⁷⁾によって開発された ^{99m}Tc-アンチモニーコロイドがリンパ節シンチグラフィ用薬剤として高く評価され^{38) ~40)}, 盛んに使用されている。現在のところ, 少数ではあるが自験例においても ^{99m}Tc-アンチモニーコロイ

ドが最もすぐれたリンパ節シンチグラフィ用薬剤であることを治験しており、可及的に早く本邦でも本コロイドが容易に入手可能となるよう望むものである。最近、 ^{99m}Tc -レニウムコロイドがリンパ節シンチグラフィに有用であるとの報告^{41) 42)}が散見されるが、著者は同コロイドの尿中排泄が多いこと^{41) 43)}、コロイドとしての性格に明白でない点があること^{42) 43)}などにより ^{99m}Tc -アンチモニーコロイドにまさる薬剤であるとは考えていない。

乳房からのリンパ経路は色素⁴⁴⁾や放射性コロイド^{44) 47)}の乳房内への注入により詳細な検討がなされ、胸骨傍リンパ節が主なリンパ経路の一つであることは明らかである。実際、乳癌症例の22%から33%^{48) 52)}に同リンパ節への転移が認められているが、本邦においては外科的に同リンパ節を廓清することはまれで、先に述べたように種々の議論があるが、術後に予防的あるいは治療的に放射線照射を行うことが多い。その際、照射野、病巣深度の設定に胸骨傍リンパ節の正確な位置を知ることが極めて重要である。胸骨傍リンパ節の位置を生体において調べるには、リンパ節シンチグラフィによる方法が最も容易で安全であるため、著者は本法を用いて検討した。

本研究の結果、胸骨傍リンパ節の正中からの偏位は0.7cmから5.2cm、平均2.3cmであり、深さは0.9cmから4.3cm、平均2.3cmと幅広い分布を示していた。ここで、著者は5cm以上深い所に位置していたリンパ節を縦隔リンパ節であろうと想定して除いている。この理由は胸骨傍リンパ節シンチグラフィによって縦隔リンパ節が描出されることがある³²⁾ためであり、大竹ら²⁶⁾のCTによる胸壁の厚さの検討結果からも5cmを一つの目安として想定したのである。しかし、これは平均的な胸骨傍リンパ節の位置、深度を求めるために行ったものであり、個々の症例においては胸骨傍リンパ節に引き続いて気管周囲のリンパ節（縦隔リンパ節の一つとされている）が描出されたような場合、そのリンパ節も転移経路の可能性があり、照射野、病巣深度の設定に際し考慮すべきであると考え。ただし、Patient No. 18 (Fig. 6)

は以下のような理由から例外とすべきであると思われる。本症例では描出された2個のリンパ節がその深度からすべて縦隔リンパ節とされ、胸骨傍リンパ節は全く描出されていない。この原因として著者は注射部位が不适当であり、放射性コロイドの多くが胸壁とは別の経路、例えば横隔膜などを経て縦隔に達したためではないかと考えている。したがって、本症例で描出された縦隔リンパ節を乳癌の転移経路として考えるのは適当ではないと思われる。なお、本症例は病期I (T1N0M0)であり、simple mastectomy後の症例である。

Fig. 5, Fig. 6は個々の症例においても、同一症例でも個々のリンパ節において、その分布状態に大きなバラツキがあることを示している。この事実より、胸骨傍リンパ節の放射線治療では、前方からの垂直一門照射時の照射野設定にはもちろん、電子線使用時のエネルギーの選択や、 ^{60}Co - γ 線による胸壁切線照射の際の照射野設定にも症例に応じた照射計画をたてる必要があることがうかがえる。また、胸骨傍リンパ節の正中からの偏位は右側で大きい傾向がみられた。この理由として、同リンパ節と縦隔内臓器との位置関係などが推察されるが、ここでは結論はさし控えたい。

本研究の対象は全例乳癌を有し、しかも術後例が多いため、リンパ流に関しては十分検討できなかった。胸骨傍リンパ系のリンパ流に関してはEge¹³⁾による多数例の検討結果がある。それによると、左右のリンパ流に交通のみられるものが20%、リンパ節が一侧のみに存在するものが15%ある。胸骨傍リンパ系のリンパ流に関してはEge¹³⁾による多数例の検討結果がある。それによると、左右のリンパ流に交通のみられるものが20%、リンパ節が一侧のみに存在するものが15%ある。胸骨傍領域へ放射線照射を行う場合、患側のみの照射でよいのか、健側も含めた照射野にすべきか議論の分かれるところである。同領域の照射野を正確に記載している文献は少ないが、飯田⁵³⁾、西口ら⁵⁴⁾は切線照射ではあるが、著者と同様に健側の胸骨傍リンパ節を含めた照射野をとっている。Fletcher⁵⁵⁾は反対側の胸骨傍リンパ節への転

移が極めてまれであること、両側の胸骨傍リンパ節を照射野に含めた場合照射野が非常に大きくなることなどにより、患側のみの照射野とすべきであるとし、この見解に従っている施設が多いようである。しかし、左右のリンパ流に交通のみられる症例では Trivellini ら⁴⁰⁾も指摘しているように治療上、反対側のリンパ節は重要な意味を持ち、患側だけの照射では不十分と思われる。症例2 (Fig. 10) はこのようなリンパ流の交通により癌が反対側へも転移した疑いが大きい。Ege¹⁵⁾も、また、本症例と類似の胸骨傍リンパ節シンチグラム所見を示した症例をリンパ流の交通による両側転移例として呈示している。こういった症例に対しては両側の胸骨傍リンパ節に対する照射が必要となるが、もちろん左右のリンパ流に交通のない症例では患側のみの照射で十分である。一方、リンパ節が一侧のみに存在する症例において、病巣がリンパ節のない側に存在した場合、そのリンパ節のない患側の胸骨傍領域を照射することはどの程度の治療効果を期待できるであろうか。残念ながら、このような症例における乳房からのリンパ路は未だ十分に明らかにされていないようである。しかし、以上述べてきたような乳癌例におけるリンパ流の検討は、経時的に左右別々にリンパ節シンチグラフィを施行し、さらに現在開発の進められている抗 CEA 抗体を用いたリンパ節シンチグラフィ⁵⁰⁾など悪性病変を特異的に描出する方法と併用することにより一層詳細なものとなることが期待される。これらリンパ流に関する今後の研究課題も含めて、症例に応じた照射計画をたてることの必要性を強調したい。

胸骨傍リンパ節の三次元的位置を検討し、放射線治療計画に応用した報告には Rose, Dufresne ら^{18), 19)}のものがあがるが、彼らの側面像からリンパ節の深さを求めた方法は精度や測定方法に疑問がある。Fig. 4 に示した自験例の通常の側面像から明らかにように、側面からの撮影では解像力が悪く、リンパ節、体表面上に置いたマーカーの像が不明瞭である。また、Rose, Dufresne ら^{18), 19)}は体表面上に置いた3つのマーカーをもとに体表面の

位置設定を行っているが、前胸壁は外側に凸の曲線を呈しており、正確な測定は行えない。著者も研究初期には彼らと同様に3点から体表面の位置設定を行っていたが、その不正確さのため、それらの症例はすべて除外し、本研究では $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 溶液を満たした細いビニールチューブを体表面上に置き、連続的に体表面の位置設定を行った症例のみを対象とした。さらに、Rose, Dufresne ら^{18), 19)}は体表面上に置いた放射性マーカーから体表面の位置を求めるのに、その撮影された像の体表寄りの点を結んで体表面としているが、その像の大きさは撮影時間、カウント数などにより著しく変化するものであり、実際よりもリンパ節の深さが浅くなっている可能性が大きい。こういった種々の技術的問題点を著者の導入した bilateral collimator 法が解決したと考えられる。

胸骨傍リンパ節の深さと肥満度とは Fig. 7 に示すように比較的相関性があり、本法のような測定が行えない施設ではリンパ節の深さを肥満度からある程度推測することも可能であろう。

今回、著者が行った照射野と病巣深度の retrospective な検討の結果では、照射野に含まれていたリンパ節は約59%、目的とした病巣深度 $\pm 1\text{cm}$ 以内に入っていたリンパ節は約19%にすぎないという極めて不本意な結果であった。本研究ではリンパ節の中心をその位置とし、また照射野の辺縁における線量の減少¹²⁾を考慮していない。もし、これらの点も考慮した場合、以上の結果はさらに悪くなることは明らかである。これは両側の胸骨傍リンパ節を照射野に含め、かつ障害をできるだけ少なくしたいという矛盾した考えの結果であった。病巣深度に関しては、目的とした深度よりも深い所に位置していた胸骨傍リンパ節は1個もなかったが、このことは目的とするリンパ節に十分な放射線を照射できた反面、正常組織の障害という点で問題を残した。体格からある程度胸骨傍リンパ節の位置、深さの推定がつくとしても、リンパ流の検討も含めて、さらに正確な放射線治療計画をたてるためにリンパ節シンチグラフィは不可欠な検査であると思われる。

本研究においては検討しなかったが、胸骨傍領域の照射野の長さは Fletcher⁵⁵⁾ が述べているように、上部は鎖骨上窩の照射野に続けてとり、下方は剣状突起の基部まで、またアドリアマイシンを併用した時などには心臓を照射野に含めないために第Ⅲ肋間腔までとすればよいと考えられる。

以上述べてきたように、胸骨傍リンパ節に対して放射線治療を行うには、同リンパ節は症例によっても、また個々のリンパ節によってもその位置、深度にバラツキが大きいことから症例に応じた照射計画をたてることが望まれる。その際、胸骨傍リンパ節シンチグラムは有用な情報を提供するが、同リンパ節の局在には normal variation も多く、診断に際しては症例ごとのパターン認識、追跡検査、さらに他の臨床所見を合わせた総合的な判断が必要である。

VI. 結 語

乳癌症例の胸骨傍リンパ節に対する正確な放射線治療計画を樹立するため、乳癌24症例の胸骨傍リンパ節シンチグラムから同リンパ節の三次元的位置関係を検討し、下記の知見を得た。

1) 左右の胸骨傍リンパ節の最大間隔は 5.6 ± 1.0 cm (平均値 $\pm$ 標準偏差, 範囲: 4.1 cm $\sim$ 7.7 cm) であった。

2) 胸骨傍リンパ節の正中からの偏位は 0.7 cm から 5.2 cm, 平均値 $\pm$ 標準偏差は 2.3 ± 0.8 cm ($n=88$) であった。左右別の検討では右側で大きい傾向がみられた。

3) 胸骨傍リンパ節の深さは 0.9 cm から 4.3 cm, 平均値 $\pm$ 標準偏差は 2.3 ± 0.7 cm ($n=116$) であった。

4) 胸骨傍リンパ節は肥満している症例ほど深い所に位置している傾向があった。

5) retrospective な検討により、東京都養育院付属病院における従来の日常的照射方法で、胸骨傍リンパ節が照射野内に存在したものは約59%、目的とした病巣深度の ± 1 cm 以内に含まれていたものは約19%であり、不本意な結果であった。

6) 以上の結果から胸骨傍リンパ節はその位置、深度にバラツキが大きく、正確に放射線治療

を行うには、症例に応じた照射計画をたてる必要があることがわかった。

7) 胸骨傍リンパ節シンチグラムを normal variation も含めて3例呈示し、臨床の有用性を示した。

稿を終るに当たり、御指導と御校閲を賜った東京都養育院付属病院飯尾正宏前部長(現在、東京大学教授)、横浜市立大学松井謙吾教授に深く感謝いたします。また、本研究を行うに当たり、終始適切な御助言をいただいた東京都養育院付属病院核医学放射線部村田啓医長、外山比南子博士、研究に御協力下さった同部の諸先生にお礼申し上げます。

本論文の要旨の一部は第20回日本核医学会総会(1980年11月、前橋)、第15回国際放射線会議(1981年6月、フッセル)において発表した。なお、本研究の一部は厚生省新薬開発会議;核医学診断薬剤開発研究班(班長:飯尾正宏東大教授)の援助によって行った。

文 献

- 1) Haagensen, C.D. and Stout, A.P.: Carcinoma of the breast. III. Results of treatment, 1935—1942. *Ann. Surg.*, 134: 151—172, 1951
- 2) Dao, T.L. and Kovacic, J.: Incidence of pulmonary and skin metastases in women with breast cancer who received postoperative irradiation. *Surgery*, 52: 203—212, 1962
- 3) Payne, W.S., Taylor, W.F., Khonsari, S., Snider, J.H., Harrison, E.G. Jr., Golenzer, H. and Clagett, O.T.: Surgical treatment of breast cancer. Trends and factors affecting survival. *Arch. Surg.*, 101: 105—113, 1970
- 4) Johnstone, F.R.C.: Postoperative radiation in the treatment of carcinoma of the breast. *Am. J. Surg.*, 128: 276—281, 1974
- 5) Stjernswärd, J.: Decreased survival related to irradiation postoperatively in early operable breast cancer. *Lancet*, II: 1285—1286, 1974
- 6) Kaae, S. and Johansen, H.: Breast cancer. Five year results: Two random series of simple mastectomy with postoperative irradiation versus extended radical mastectomy. *Am. J. Roentgenol. Rad. Therapy & Nuclear Med.*, 87: 82—88, 1962
- 7) McWhirter, R.: Should more radical treatment be attempted in breast cancer? *Am. J. Roentgenol. Rad. Therapy & Nuclear Med.*, 92: 3—13, 1964
- 8) Edland, R.W., Maldonado, L.G., Johnson, R.O. and Vermund, H.: Postoperative ir-

- radiation in breast cancer. An evaluation of 291 cases treated at the University of Wisconsin Medical Center from 1955 through 1961. *Radiology*, 93: 905—913, 1969
- 9) Hamada, M.: Results of postoperative radiotherapy of breast cancer observed from lymph nodes invasions. *日本医会誌*, 31: 801—809, 1971
 - 10) Høst, H. and Brennhovd, I.O.: The effect of post-operative radiotherapy in breast cancer. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.*, 2: 1061—1067, 1977
 - 11) Fletcher, G.H.: The evolution of the basic concepts underlying the practice of radiotherapy from 1949 to 1977. *Radiology*, 127: 3—19, 1978
 - 12) Fletcher, G.H. and Montague, E.D.: Does adequate irradiation of the internal mammary chain and supraclavicular nodes improve survival rates? *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.*, 4: 481—492, 1978
 - 13) Ege, G.N.: Internal mammary lymphoscintigraphy. The rationale, technique, interpretation and clinical application: A review based on 848 cases. *Radiology*, 118: 101—107, 1976
 - 14) Ege, G.N.: Internal mammary lymphoscintigraphy in breast carcinoma: A study of 1072 patients. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.*, 2: 755—761, 1977
 - 15) Ege, G.N.: Internal mammary lymphoscintigraphy: A rational adjunct to the staging and management of breast carcinoma. *Clin. Radiol.*, 29: 453—456, 1978
 - 16) Ege, G.N. and Clark, R.M.: Internal mammary lymphoscintigraphy in the conservative surgical management of breast carcinoma. *Clin. Radiol.*, 31: 559—563, 1980
 - 17) Ege, G.N.: Radiocolloid lymphoscintigraphy in neoplastic disease. *Cancer Research*, 40: 3065—3071, 1980
 - 18) Rose, C.M., Kaplan, W.D., Marck, A., Bloomer, W.D. and Hellman, S.: Parasternal lymphoscintigraphy: Implications for the treatment planning of internal mammary lymph nodes in breast cancer. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.*, 5: 1849—1853, 1979
 - 19) Dufresne, E.N., Kaplan, W.D., Zimmerman, R.E. and Rose, C.M.: The application of internal mammary lymphoscintigraphy to planning of radiation therapy. *J. Nucl. Med.*, 21: 697—699, 1980
 - 20) 大竹英二, 飯尾正宏, 外山比南子, 川口新一郎, 村田 啓, 松井謙吾: Bilateral Collimator を用いた 胸骨傍リンパ節 シンチ グラフィー—新しいリンパ節の 深度測定法—. *日本医会誌*, 41: 235—241, 1981
 - 21) Iio, M., Toyama, H. and Murata, H.: Real time moving image analysis of right and left ventricular function and perfusion by integrated nuclear medicine technology. *J. Cardiology*, 10: 609—626, 1980
 - 22) 松木 駿, 谷田良作, 関屋 寛: 肥満について. *ホルモンと臨床*, 3: 625—633, 1955
 - 23) 稲田哲雄, 久津谷譲: 高 LET 放射線治療. 癌臨床別冊/新編. 癌・放射線療法, pp. 41—50, 1978, 篠原出版, 東京
 - 24) Fletcher, G.H.: *Textbook of Radiotherapy*. Third Edition. pp. 103—228, 1980, Lea & Febiger, Philadelphia
 - 25) Munzenrider, J.E., Tchakarova, I., Castro M. and Carter, B.: Computerized body tomography in breast cancer. I. Internal mammary nodes and radiation treatment planning. *Cancer*, 43: 137—150, 1979
 - 26) Ohtake, E., Iio, M., Murata, H., Yamada, H., Toyama, H. and Matsui, K.: CT scan application for the planning of the post-mastectomy irradiation of the parasternal lymph nodes. 第3回シンポジウム「CTの物理技術的諸問題」報文集, 29—30, 1980
 - 27) Rossi, R. et Ferri, O.: La visualizzazione della catena mammaria interna con ^{198}Au . Presentazione di una nuova metodica: la linfoscintigrafia. *Minerva Med.*, 57: 1151—1155, 1966
 - 28) Schenck, P.: Szintigraphische Darstellung des parasternalen Lymphsystems. *Strahlentherapie*, 130: 504—508, 1966
 - 29) Schenck, P., zum Winkel, K. und Becker, J.: Die Szintigraphie des parasternalen Lymphsystems. *Nucl. Medizin*, 5: 388—396, 1966
 - 30) Kazem, I., Brady, L.W., Croll, M.N., Faust, D.S. and Wolferth, C.C.: The parasternal lymph-node scan as a prognostic test in breast carcinoma. *Radiology*, 92: 617—620, 1969
 - 31) Matsuo, S.: Studies on the metastasis of breast cancer to lymph nodes. II. Diagnosis of metastasis to internal mammary nodes using radiocolloid. *Acta Med. Okayama*, 28: 361—371, 1974
 - 32) Aspegren, K., Strand, S.-E. and Persson, B.R.R.: Quantitative lymphoscintigraphy for detection of metastases to the internal mammary lymph nodes. Biokinetics of ^{99}Tc -sulphur colloid uptake and correlation with microscopy. *Acta Radiol. Oncol.*, 17: 17—26,

1978

- 33) Osborne, M.P., Jeyasingh, K., Jewkes, R.F. and Burn, I.: The preoperative detection of internal mammary lymph node metastases in breast cancer. *Brit. J. Surg.*, 66: 813—818, 1979
- 34) Diethelm, L., Buchwald, W., Haas, J.-P. und Wolf, R.: Erweiterung der Diagnostik des Mammakarzinoms mit Hilfe von Isotopen. *Strahlentherapie*, 131: 69—78, 1966
- 35) Fairbanks, V.F., Tauxe, W.N., Kiely, J.M. and Miller, W.E.: Scintigraphic visualization of abdominal lymph nodes with ^{99m}Tc -pertechnetate-labeled sulfur colloid. *J. Nucl. Med.*, 13: 185—190, 1972
- 36) 朝倉浩一, 小野 慈, 大竹英二, 渡井喜一, 小林洋二, 野沢武夫, 松井謙吾, 田中利彦: ^{99m}Tc -硫黄コロイドによるリンパ節シンチグラム. *Radioisotopes*, 28: 322—324, 1979
- 37) Gazón, O.L., Palcos, M.C. and Radicella, R.: A technetium-99m labeled colloid. *Int. J. Appl. Radiat. Isot.*, 16: 613, 1965
- 38) Ege, G.N. and Warbick, A.: Lymphoscintigraphy: a comparison of ^{99}Tcm antimony sulphide colloid and ^{99}Tcm stannous phytate. *Brit. J. Radiol.*, 52: 124—129, 1979
- 39) Kaplan, W.D., Davis, M.A. and Rose, C.M.: A comparison of two technetium-99m-labeled radiopharmaceuticals for lymphoscintigraphy: Concise communication. *J. Nucl. Med.*, 20: 933—937, 1979
- 40) Strand, S.-E. and Persson, B.R.R.: Quantitative lymphoscintigraphy I: Basic concepts for optimal uptake of radiocolloids in the parasternal lymph nodes of rabbits. *J. Nucl. Med.*, 20: 1038—1046, 1979
- 41) Pecking, A., Le Mercier, N., Gobin, R., Bardy, A. et Najean, Y.: Résultats préliminaires de l'essai d'un nouveau composé pour lymphographies isotopiques: le sulfure de rhénium colloïdal marqué par du technétium-99m. *J. Fr. Biophys. et Méd. Nucl.*, 2: 117—120, 1978
- 42) 長井一枝, 伊藤安彦, 大塚信昭, 村中 明, 加地辰美, 寺島秀彰, 柳元真一, 中野靖子, 西下 創一: ^{99m}Tc -レニウムコロイドのリンパ節集積性に関する臨床的有用性. *Radioisotopes*, 29: 549—551, 1980
- 43) Ohtake, E., Iio, M., Kawaguchi, S., Noguchi, M., Takaoka, S., Hong, S.S., Asakura, K. and Matsui, K.: The clinical evaluation of pelvic and para-aortic lymphoscintigraphy: Its usefulness and its limitations. Abstracts (Section II) of the XVth International Congress of Radiology, 267, 1981
- 44) Turner-Warwick, R.T.: The lymphatics of the breast. *Brit. J. Surg.*, 46: 574—582, 1959
- 45) Hultborn, K.A., Larsson, L.-G. and Ragnhult, I.: The lymph drainage from the breast to the axillary and parasternal lymph nodes, studied with the aid of colloidal Au^{198} . *Acta Radiol.*, 43: 52—64, 1955
- 46) Trivellini, A. and Rossi, R.: Scintigraphic technique to evaluate the lymphatic drainage of normal and neoplastic breast. *Unio Internat. Contra Cancrum; Acta*, 20: 1834—1835, 1964
- 47) Vendrell-Torné, E., Setoain-Quinquer, J. and Doménech-Torné, F.M.: Study of normal mammary lymphatic drainage using radioactive isotopes. *J. Nucl. Med.*, 13: 801—805, 1972
- 48) Hutchinson, W.B. and Kiriluk, L.B.: Internal mammary node investigation in carcinoma of the breast. *Am. J. Surg.*, 92: 151—155, 1956
- 49) Caceres, E.: Incidence of metastasis in the internal mammary chain in operable cancer of the breast. *Surg., Gynec. & Obst.*, 108: 715—720, 1959
- 50) Handley, R.S.: The early spread of breast carcinoma and its bearing on operative treatment. *Brit. J. Surg.*, 51: 206—208, 1964
- 51) Bucalossi, P., Veronesi, U., Zingo, L. and Cantù, C.: Enlarged mastectomy for breast cancer. Review of 1213 cases. *Am. J. Roentgenol. Rad. Therapy & Nuclear Med.*, 111: 119—122, 1971
- 52) Urban, J.A. and Marjani, M.A.: Significance of internal mammary lymph node metastases in breast cancer. *Am. J. Roentgenol. Rad. Therapy & Nuclear Med.*, 111: 130—136, 1971
- 53) 飯田孔陽: 乳癌の術後照射法の検討. 可変傾斜角切線振子照射法の応用. *日本医放会誌*, 32: 119—128, 1972
- 54) 西口弘恭, 依田純三, 長谷川隆, 坂崎富夫, 山本昭郎, 前田知穂, 村上晃一, 竹内 博: 乳癌に対する ^{60}Co -術後照射の評価—15年治療成績を中心に, 特に乳房腫瘍の部位と大きさ及びリンパ節転移との関連について—. *日本医放会誌*, 40: 24—35, 1980
- 55) Fletcher, G.H.: *Textbook of Radiotherapy*. Third Edition. pp. 527—583, 1980, Lea & Febiger, Philadelphia

- 56) DeLand, F.H., Kim, E.E., Corgan, R.L.,
Casper, S., Primus, F.J., Spremulli, E., Estes,
N. and Goldenberg, D.M.: Axillary lym-

phoscintigraphy by radioimmunodetection of
carcinoembryonic antigen in breast cancer. J.
Nucl. Med., 20: 1243—1250, 1979
