

|              |   |
|--------------|---|
| Title        | CT画像を利用した胸骨旁リンパ節の放射線治療計画-<br>内胸動静脈CT像の応用-   |
| Author(s)    | 宮下, 次廣  |
| Citation     | 日本医学放射線学会雑誌. 1986, 46(7), p. 937-945  |
| Version Type | VoR   |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/20374">https://hdl.handle.net/11094/20374</a> |
| rights       |   |
| Note         |   |

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

## CT 画像を利用した胸骨旁リンパ節の放射線治療計画

### —内胸動静脈 CT 像の応用—

日本医科大学放射線医学教室（主任：恵畑欣一教授）

宮 下 次 廣

（昭和61年4月30日受付特別掲載）

（昭和61年5月28日最終原稿受付）

## The Evaluation of Parasternal Lymph Node on CT Images for Radiotherapy Planning in Breast Cancer

Tsuguhiro Miyashita

Department of Radiology, Nippon Medical School, Tokyo, Japan

(Director: Prof. Kin-ichi Ebata)

---

Research Code No. : 610.1

---

Key Words : Radiation treatment planning, CT, Breast cancer,  
Parasternal lymph node, Internal mammary vessel

---

The parasternal lymph nodes (PSNs) are supposed after recently published literatures to be located within 10 mm from internal mammary artery and vein. As these vessels are not infrequently identified on recently advanced CT images, the author intended first to locate the PSN in adult female without chest wall deformity, and secondly to observe the postmastectomy chest wall thickness, considering for the further information in radiotherapy planning of the breast cancer.

The material consisted of 50 Japanese females; the age distribution was from 31 to 81 years old (average 60.0). In all cases the CT scans were performed with intravenous administration of contrast material. The measurement of the distance was carried out from midsternal line to most laterally visualized internal mammary vessel at the level of 1st to 4th intercostal spaces (ICS), getting the results as follows. Right 1st ICS;  $30.0 \text{ mm} \pm 3.1 \text{ S.D. range [24-36 mm]}$ . Left 1st ICS;  $30.0 \pm 3.3 [25-42]$ . Right 2nd ICS;  $28.2 \pm 2.9 [22-34]$ . Left 2nd ICS;  $27.3 \pm 2.9 [21-32]$ . Right 3rd ICS;  $27.9 \pm 3.0 [20-35]$ . Left 3rd ICS;  $27.5 \pm 2.7 [20-34]$ . Right 4th ICS;  $28.3 \pm 3.5 [22-38]$ . Left 4th ICS;  $27.5 \pm 3.5 [23-39]$ .

The thickness of the anterior chest wall in 17 postmastectomy patients was measured from midsternal line to 3 cm laterally at the level of 2nd ICS. The time intervals between operation and CT scans were from 5 months to 10 years (average 3 years and 10 months). The mean thickness on the operated side was 10.4 mm, while the nonoperated side on an average 27.7 mm. However, in 8 patients on whom the interval between mastectomy and CT examination was within 2 years, the thickness of operated side was not over 10 mm.

It is concluded by the present investigation that an adequate lateral border of the target volume of PSNs are standardized 4.5 cm from midsternal line. The patient with postoperative thin chest wall should not be treated by megavoltage X-rays which is more than 4 MV, because PSNs are often in build up region. In such patient cobalt-60 and/or electron therapy are recommended, after the evaluation for choice of radiation source or electron energy.

## I. 緒 言

乳癌の所属リンパ節である胸骨旁リンパ節は内胸動静脈に隣接して存在する<sup>1)~3)</sup>、同血管の位置が同定できれば胸骨旁リンパ節の部位が推定される。Gamsuらは内胸動静脈はCT画像上造影剤を使用しないと描出されないと述べているが<sup>4)</sup>、最近のCTの分解能の向上に伴いルーチンの撮影で造影剤を使用しなくても内胸動静脈が殆どの症例で観察できるようになった。本報告では日本人成人女性の胸部CT像から、平均的な胸骨旁リンパ節の位置を推定して、乳癌術後照射の標準化の可能性について検討を行った。あわせて照射線源の選択に必要な深度の計測についても言及したい。

## II. 目 的

① CT画像上認められる内胸動静脈の位置を計測し、日本人女性の平均的な数値を求め、乳癌の所属リンパ節である胸骨旁リンパ節の部位を推定して、乳癌術後照射の照射野の標準化（特に外側縁について）の一助としたい。

② 乳癌術後患者の胸壁厚をCTで計測し術後照射の標準化が可能か、あるいは個別化が必要かを考案する。

## III. 対 象

第1群：昭和58年2月より2年間に日本医大付属病院放射線科にて胸部CT検査が行われた成人女性のうち造影剤が使用され胸郭に著明な変形がなく、傍胸骨領域に病変の認められない50人で、年齢構成はTable 1のとうりである。乳癌術後患者が1名いた。

第2群：昭和59年2月から14カ月の間に胸部CT検査が行われたStandard radical mastectomy後の乳癌患者17名で、第1群と1例が重複している。造影剤が使用されなかった症例もある。年齢構成は38歳から68歳で平均49.4歳であった。手術から検査までの期間は5カ月から10年で平均3年3カ月である。そのうち1年以内に3例、1年4カ月以内に8例が検査されている。

## IV. 方 法

### 第1群：

CT画像上、左右の第1から第4の各肋軟骨間で観察された内胸動静脈のうち、最外側に位置す

Table 1. Age distribution of group 1.

| Age                       | No. of cases |
|---------------------------|--------------|
| 31—39                     | 5            |
| 40—49                     | 7            |
| 50—59                     | 11           |
| 60—69                     | 11           |
| 70—79                     | 14           |
| 80—81                     | 2            |
| Total<br>(mean: 60.0 yrs) | 50           |

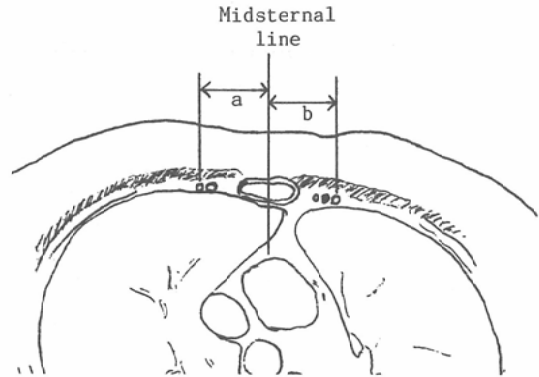


Fig. 1 Diagram illustrated the method of measurement. (a) is a lateral distance between the midsternal line and the vessel situated laterally, while (b) is from the midsternal line to the vessel most laterally.

るものを胸骨中心からの距離で計測した (Fig. 1)。胸骨旁リンパ節照射の外側縁を決定するのが目的であるからである。ただし、撮影範囲内にありながら肋軟骨間が正確にscanされていない場合は同定不能とした。肋軟骨の石灰化を内胸動静脈と間違えやすいためである。肋軟骨の石灰化が全く見られない症例では、胸骨横断面の外側縁の形を参考に肋軟骨間を推定した。すなわち、軟骨部では内側凸（糸巻型）か平らで、軟骨間では外側凸（樽型）となる<sup>5)</sup>。各々の部位別に平均値±S.D.、最大値、最小値を求めた。体格による差についても検討した。

### 第2群：

手術側と非手術側を別々に第2肋軟骨間レベル近傍で、胸骨中心より3cm外側の位置の前胸壁厚を計測した。内胸動静脈が同定できたものは、皮

膚表面から血管までの深度を測定した。

使用装置：TCT60A/50（東芝製）

撮影時間6秒、240~360mAs, スライス厚1cm, 撮影間隔1~1.5cm, マトリックス320×320表示, 造影剤は65%Angiografin®を使用し, 80mlをbolusに静注するか, 50ml bolus注入後50mlを急速に点滴静注した。

観察条件：第1群はウィンドウ幅300~400HU, ウィンドウレベルは適宜変えた。第2群はほとんどが縦隔条件と高空間分解能画像の肺野条件（いわゆる Lung window）とで撮影されており, 肺野条件の方を観察対象とした。ただし, 肺野条件と縦隔条件との差は約1mmであり観察条件での差はほとんど無視できると考える。

### V. 内胸動静脈のCT像

① 内胸動静脈はCT画像上, 造影しなくても比較的容易に同定できる (Fig. 2)。肋軟骨間や胸膜下脂肪の多い症例で特に良く認められた。1983年 CollierらはこのCT像に着目したが“possible internal mammary lymph nodes”と誤認している<sup>6)</sup>。同年 Gamsuはこれを internal mammary vascular bundles と認識しているが, 造影しないと描出できないと記述している<sup>4)</sup>。

② 内胸動脈が静脈より外側に存在することを dynamic CT と内胸動脈造影で示す (Fig. 3, 4)。ただし, CTは第3肋軟骨レベルである。動脈造影は今回の対象症例外で, 動脈の下半分にはその外側にも静脈が伴走しているようである。

③ 内胸動静脈は正中より約3cmの位置に一側につき2本観察できる場合が多かった (Fig. 2)。しかし部位によっては1本しか同定できなかったり, 特に下位では3本認められることもあった (Fig. 3)。

### VI. 結 果

① 第1から第4肋軟骨間レベルでの左右別の内胸動静脈の同定率を Table 2に示す。第1肋軟骨間間は横断面上では狭く, 正確に scan されにくい為か同定率は低くなっている。左第4肋軟骨間レベルでは, 血管が心臓前方の縦隔内に位置することが多いので, motion artifacts等により同定率が低かったようである。ただし, 造影後では肋

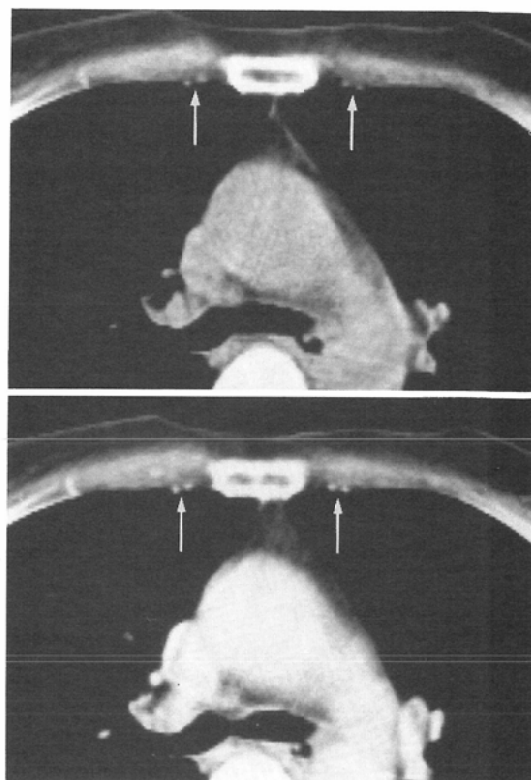


Fig. 2 Internal mammary vessels (arrows) are clearly noted in pre-contrast CT image (upper). Following intravenous administration of contrast material (lower), the enhancement of these vessels are obtained, which is almost equivalent as that of thoracic aorta.

Table 2. Identification rate of internal mammary vessels in each intercostal space. The CT images were carried out with intravenous injection of contrast medium.

|         | right        | left         |
|---------|--------------|--------------|
| 1st ICS | 56.4% (n=39) | 69.2% (n=39) |
| 2nd ICS | 89.8% (n=49) | 83.7% (n=49) |
| 3rd ICS | 89.6% (n=48) | 87.5% (n=48) |
| 4th ICS | 84.6% (n=39) | 69.2% (n=39) |

ICS: intercostal spaces

軟骨後方も含めてほとんどのスライスで描出されていた。

② 第1から第4肋軟骨間レベルで同定できた血管のうち最外側のものの, 胸骨中心からの距離・S.D.・最大値・最小値を左右別に示す (Table

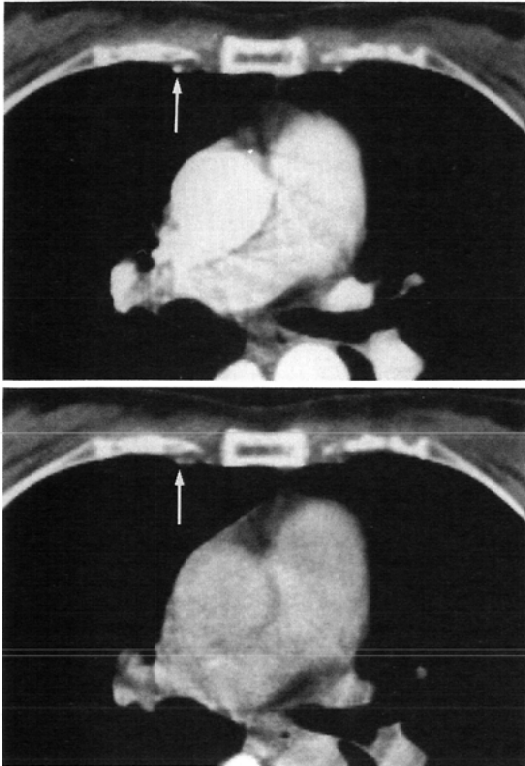


Fig. 3 Dynamic CT images (upper: arterial phase, lower: after 60sec.). The upper image shows only internal mammary artery (arrow). In the lower image two vessels are enhanced, of which lateral one (arrow) is the same as in the upper.

Table 3. Lateral distance from midsternal line to internal mammary vessels.

|         | Average (mm) $\pm$ S.D.<br>[range (mm)] |                                |
|---------|---|--------------------------------|
|         | right                                   | left                           |
| 1st ICS | 30.0 $\pm$ 3.1 n=22<br>[24-36]          | 30.0 $\pm$ 3.3 n=27<br>[25-42] |
| 2nd ICS | 28.2 $\pm$ 2.9 n=44<br>[22-34]          | 27.3 $\pm$ 2.9 n=41<br>[21-32] |
| 3rd ICS | 27.9 $\pm$ 3.0 n=43<br>[20-35]          | 27.5 $\pm$ 2.7 n=42<br>[20-34] |
| 4th ICS | 28.3 $\pm$ 3.5 n=33<br>[22-38]          | 27.5 $\pm$ 3.5 n=27<br>[23-39] |

ICS: intercostal spaces

3). ばらつきは少なく、いずれの部位でも平均3cm位で、4cmを越えたのは左第1肋軟骨間で1部位のみであった。第1肋軟骨間で広く、第2～第4

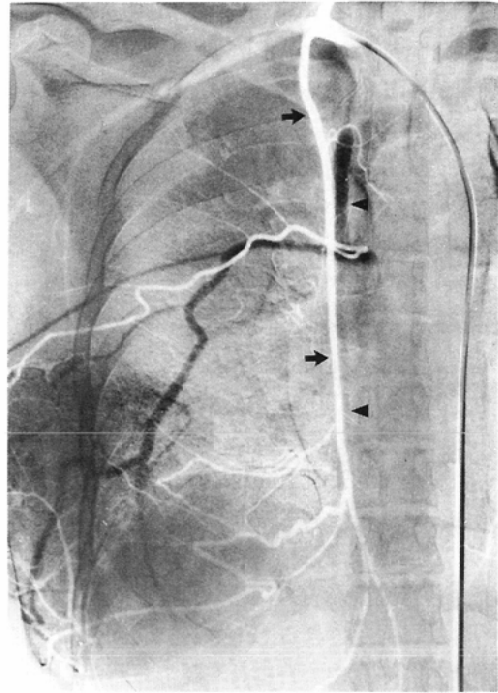


Fig. 4 Internal mammary arteriogram with subtraction film of venous phase. The artery (arrows) situated laterally to the vein (arrow heads).

ではそれよりやや狭くなる傾向がある。第2から第4、あるいは左右での差はなかった。

③ 第2肋軟骨間レベルでの左右の血管の間隔と体格との相関を求めた。体格のパラメータとして次のものを用いた。(a) 胸厚[14cm～22cm(平均18.4cm)], (b) 胸郭の内法の幅[11cm～17cm(平均13.6cm)], (c) 内法の前後最大長[15cm～22cm(平均18.5cm)], (d) bとcの積[180～352(平均254.3)], ただし胸幅との相関はCT画像の計算エリアからはみ出した症例があるので省いた。相関係数は(a)との間で最も大きかったが0.46であった。従って、体格による差はほとんど無いと考えてよいだろう。しかし、血管の間隔にバラツキが少ないため当然であり、あまり意味のない検討であった。

④ 第2群において、正中より3cm外側の胸壁の厚さは、手術側で5～25mm(平均10.4mm)、非手術側では17～52mm(平均27.7mm)であった。

Table 4. Postmastectomy chest wall thickness (n=17) measured 3cm laterally from midsternal line in second intercostal spaces. (group 2)

| Case No. | Age  | Operation Exam. interval | Operated side thickness (mm) | Nonoperated side thickness (mm) |
|----------|------|--------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| 1        | 43   | 5m                       | 5                            | 21                              |
| 2        | 38   | 7m                       | 9                            | 19                              |
| 3        | 52   | 10m                      | 6                            | 20                              |
| 4        | 52   | 1y 1m                    | 9                            | 21                              |
| 5        | 40   | 1y 2m                    | 7                            | 31                              |
| 6        | 41   | 1y 2m                    | 8                            | 52                              |
| 7        | 61   | 1y 3m                    | 8                            | 25                              |
| 8        | 44   | 1y 4m                    | 10                           | 21                              |
| 9        | 57   | 2y 8m                    | 10                           | 19                              |
| 10       | 68   | 2y10m                    | 11                           | 29                              |
| 11       | 48   | 3y                       | 12, 10*                      | —                               |
| 12       | 44   | 4y 1m                    | 7                            | 28                              |
| 13       | 51   | 5y                       | 25                           | 39                              |
| 14       | 46   | 5y 5m                    | 14                           | 28                              |
| 15       | 56   | 6y 2m                    | 19                           | 43                              |
| 16       | 48   | 8y 5m                    | 6                            | 17                              |
| 17       | 50   | 10y                      | 12                           | 30                              |
| mean     | 49.4 | 3y 3m                    | 10.4                         | 27.7                            |

\* : bilateral radical mastectomy performed

手術側は術後1年半以内の症例では、いずれも10mm以下であった。症例数が少ないため手術後の時間経過による胸壁厚の変化については推測を控えたいが、術後1年以内では平均6.7mm(n=3)、5年以降では15.2mm(n=5)と次第に厚くなる傾向が窺えた(Table 4)。ただし術式は同じ standard radical mastectomy であるものの、術者は異なっており、そのことによる差も考慮しなければならない。いずれにせよ同一施設における手術にも拘らず、個体差が大きいことは事実である。

#### VII. 内胸動静脈と胸骨旁リンパ節の位置関係について

Warwick らによると、内胸動静脈は第3肋軟骨の上方では、動脈が静脈の外側に位置し、下方では静脈は数本に別れて動脈の両側に沿っているという<sup>7)</sup>。Ferner のアトラスでも第2肋軟骨レベルで内胸静脈が分岐していること以外、同様の位置関係である<sup>8)</sup>。すなわち、CT画像上、第1～2肋軟骨間で2本の血管が認められた場合外側が動脈であり、第2～4肋軟骨間で3本血管が同定されたとき中央が動脈だと推定してよいだろう。川

原は胸骨旁リンパ節は胸骨外側縁において各肋間隙に1コずつ存在し、全ては内胸動静脈に沿って存在すると述べているが<sup>2)</sup>、Terner-Warwickは胸骨旁リンパ節はふつう肋軟骨間にあるが、軟骨の後方にあることも希ではないと症例写真で示している<sup>9)</sup>。また、彼は血管とリンパ節の距離は計測していないが、その写真で筆者は、胸骨の縮尺率から推定して最大10mm(8mm位か?)と考える。

前述の Collier らは、胸骨旁リンパ節シンチグラフィとCTのリンパ節の位置に一致率が小さいと述べているが、CT画像上の動静脈をリンパ節と考えているので当然である。またCTで5mmおきに撮影しながら1例につき平均12.2個のリンパ節(実は動静脈)しか同定できず<sup>6)</sup>、CTの同定率が著者の数字に比しかなり低いことも原因となっている。

#### VIII. 考 案

##### a) 胸骨旁リンパ節照射の外側縁について

胸骨旁リンパ節の正中線からの距離を推定して放射線治療計画に応用した Fletcher らの静脈造影は有名である<sup>10)</sup>。しかし静脈造影は手技が侵襲

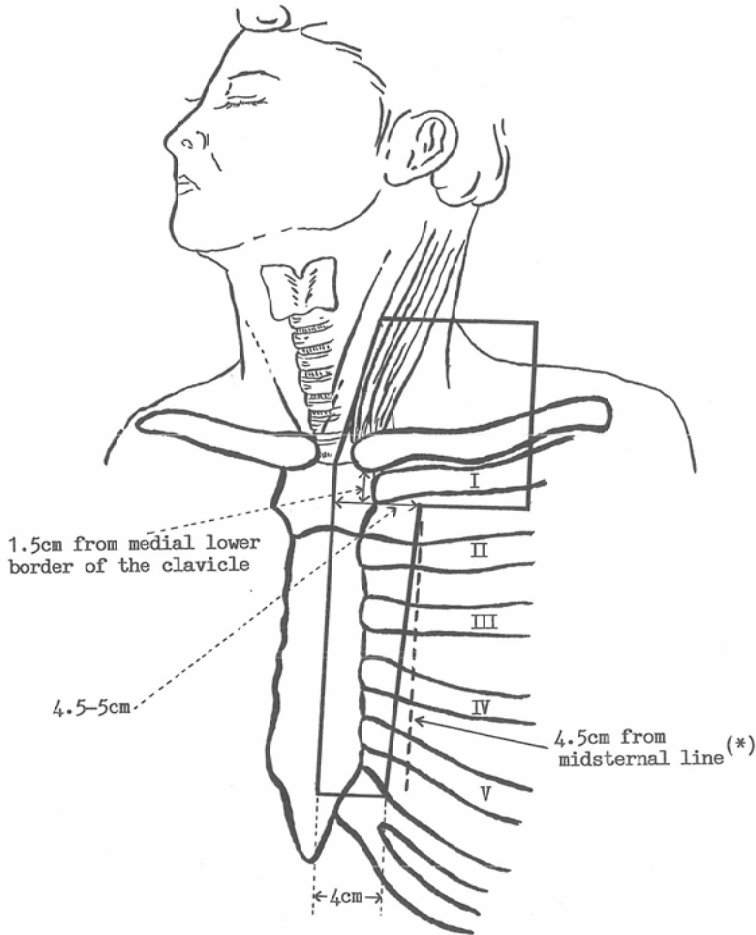


Fig. 5 An irradiation field for postoperative breast cancer after Kaneda and Ohkawa<sup>22)</sup>. The line (\*) is a lateral border advocated by the author.

的であり、かつ著者も明らかにしたとおり上部では内胸静脈は動脈の内側に位置しており誤差が生じる。従って個々の症例に行えず有用性は乏しい。

一方、直接的にリンパ節を同定できる胸骨旁リンパ節シンチグラフィ(以下 RI)の歴史は古く、Hultborn らは1955年乳房に RI を注射して胸骨旁リンパ節への集積を検討している<sup>11)</sup>。次いで、1966年 Schenck や他の研究者は subxiphoidal injection にて胸骨旁リンパ節全体の描出を行い<sup>12)</sup>、Ege は膨大な症例で詳細な検討をおこなった<sup>13)14)</sup>。完全に腫瘍細胞に置換されたリンパ節は描出されないが<sup>13)14)</sup>。RI の精度は誤差3mm 以内であり<sup>15)</sup>。臨床的には問題はない。しかし、本格的に放射線治療計画にこれを応用したのは Rose ら

であり、各肋間でのリンパ節の正中からの距離と深度を測定した<sup>16)</sup>。日本人を対象とした同様の検討は大竹によってなされた<sup>17)</sup>。しかし、コストが高く、検査時間が長くかかるので、一般的には全ての患者に行なえないのが現状だろう。

CT はその解像度の低さから、腫大したリンパ節以外は同定できない<sup>18)19)</sup>ためリンパ節の深度を推定する目的で胸壁の厚みを測定したり、線量計算に用いられていた<sup>20)21)</sup>。しかし次第に解像力が改善され、内胸動静脈が同定できるまでになった。1983年 Collier らはその像に着目したが、彼等は内胸動静脈を胸骨旁リンパ節と誤認しているようだ<sup>6)</sup>。著者は V 項において、この像が内胸動静脈であること、またその位置関係を造影 CT, dynamic

CTにて証明した。それをもとに50症例の計測を行い、胸骨旁リンパ節の位置推定に利用したのである。CT画像はそのまま線量計算など治療計画に使用できる利点があり、放射線治療医にとってなじみ深い像でもある。内胸動静脈と胸骨旁リンパ節の位置関係は、VII項で既に明らかにしたので、内胸動静脈像を利用すれば、胸骨旁リンパ節照射の治療計画に最も利用しやすい modality であると考ええる。

さて、著者の施設では現在、乳癌術後照射において金田・大川の提唱した案 (Fig. 5)<sup>22)</sup>を少し修正した照射野を用いているが、胸骨旁リンパ節に対し外側縁はそのままで上方4.5cm、下方4cm (それぞれ胸骨中心よりの幅)を採用している。VII項で述べた理由により、胸骨旁リンパ節が血管から最大、外側に10mm 離れて存在すると仮定する。その場合、我々の照射野では第1群の計測対象279部位中 (Table 3のnの総和) 14部位 (5.0%) のリンパ節が照射範囲外になる。そこで、照射野の幅を一律に4.5cm とすると4例 (1.4%) が外れるだけになる。更に、第1肋軟骨間を鎖骨下窩の照射範囲に含め、第2～第4間についてのみあてはめると、230部位中 (Table 3の2nd ICS 以下のnの総和) わずか2部位 (0.9%) が外れるだけである。ただし、ここではリンパ節が最も外側に存在したという極端な仮定を行っているので、実際に照射野から外れる割合はかなり少ないと考えられる。

外国文献ではRoseらが胸骨旁リンパ節センチグラフィで286リンパ節の正中線からの距離は第1, 2, 5肋軟骨間で4.3cm以下、第3で4.7cm以下、第4では3.3cm以下と報告し<sup>16)</sup>、日本人を対象とした大竹の報告では各レベルには分類していないが正中線より4cmを越えたものは89リンパ節中1個のみで5.2cmであった<sup>17)</sup>。ただし、平均値±S.D.はそれぞれ2.4±0.9 (n=286), 2.3±0.8 (n=88) (単位 cm)と殆ど差はなかった。Roseの方が対象数が多かったために最大値が大きくなっただけと考え、人種、体格による差はあまりなさそうである。

以上、2種類の modalities による計測あるいは

推定の結果、および体格による個体差が殆どないことから、胸骨旁リンパ節の target volume の外側縁を正中線より4.5cmに設定すれば大多数のリンパ節は包含されることになるだろう。放射線照射の位置決めの際に、個別化のための検査を行わなくても、胸骨旁リンパ節照射の外側縁については標準化が可能と考える。現在、金田・大川の案 (Fig. 5) 以外にも多くの照射野が教科書的に記載されている。因みに、外側縁についてのみ挙げてみると、新部が胸骨縁から2cm (これは正中より3.5—4.5cmに相当するだろう)<sup>23)</sup>、田中は上方6cm 下方5cm<sup>24)</sup>、Fletcher らは一律6cm<sup>25)</sup>、Ribeiro は4cm<sup>26)</sup> (いずれも正中線より) と記述している。上方で広く設定している者もあるが、著者およびRose<sup>16)</sup>の値からは、少なくとも第4肋間より上方に関しては正中線と平行に外側縁を設定してよいだろう。また幅を何センチにするかという標準化については、リンパ節を絶対に外してはならない。しかし肺障害は最少限に抑えたいというジレンマがあるが、著者の正中より4.5cm という数字は妥当であると考え (Fig. 5)。

#### b) 胸骨旁リンパ節の深度について

胸骨旁リンパ節の深度測定は電子線照射を行う場合のみならず光子線を使用する際も重要である。RI, CTによる深度測定については既に述べたが、MunzenriderらのCTによる計測値を引用すると、radical mastectomy後の正中より3cm外側の胸壁厚は第2肋間で最も薄く平均18mmであり、非手術側は37mm (n=8)であった<sup>20)</sup>。彼等の症例は平均体重が約70kgであった。一方、大竹は胸骨旁リンパ節の深度は肥満度と相関があると述べているので<sup>17)</sup>、Munzenriderの値は日本人には参考にならないだろう。事実、著者の得た結果ではTable 4のように術側で10.4mmで10mm未満の症例が9例 (52.9%) もあり照射線源の選択が問題となる。

尾内らによれば、表面よりそれぞれ8mm, 10mmの部では、6MVX線で90%, 92%, 10MVX線では85%, 90%の吸収線量となっている<sup>27)</sup>。従って、前胸壁が薄い症例では適当なbolusを用いない限り build up 領域に入ってしまう不適当であ



る。また4MVX線でも胸骨旁リンパ節領域の照射には肺や心への吸収線量がtelecobalt照射より相対的に大となる。これらの理由で著者はtelecobaltや電子線照射がより適当と考える。

以上、深度測定の個別化が必要な理由を述べたが、治療計画の個別化において必要な検査法は、まず簡便であることが重要である。超音波断層法は手軽に行なえ、距離計測も容易にでき、最近では胸部の診断にも利用されてきている。胸膜は容易に同定でき<sup>28)29)</sup>、胸膜面がリンパ節の存在しうる最も深い位置であるので、その深度をリンパ節の深度の参考にできる。ただしprobeを強く圧迫すると胸壁厚は薄くなってしまふので、著者は水袋を使用し胸壁への圧迫を平均化し、かつprobeと皮膚表面の距離を適度にとっている。この方法は日常の治療計画に手軽に利用できる。

### IX. 結 語

CT画像上、内胸動静脈が比較的容易に観察できることを利用し、胸骨旁リンパ節の位置を推定した。同動静脈の胸骨中心からの距離は約3cmでありばらつきは小さかった。4cmを超えたのは1例の1部位のみであった。リンパ節と血管の距離が、最大でも1cm以内と仮定し、乳癌の術後照射で胸骨旁リンパ節のtarget volumeの外側縁を胸骨中心より4.5cmに設定することを提案したい。

乳癌の術後症例では前胸壁が極めて薄い場合があり、高エネルギーX線ではbuild upを考慮すると胸骨旁リンパ節に十分な線量が照射できないことがある。このような症例には個別化した治療計画が必要であり、CTのみならずUSが計測に有用となるだろう。

稿を終えるにあたり、貴重な助言や指導を戴いた日本医科大学放射線医学教室恵畑欣一主任教授、隈崎達夫助教授、本多一義講師に謝意を表します。また、御校閲をいただいた東京医科歯科大学医学部放射線医学教室、堀内淳一助教授に深謝いたします。

本論文の内容の一部は第45回日本医学放射線学会総会(1986, 東京)で報告した。

### 文 献

- 1) 忽那将愛：日本人のリンパ系解剖学。115—116, 1968, 金原出版, 東京
- 2) 川原群大：図説人体局所解剖学。第III-1巻, 胸部, 101—102, 1981, 医歯薬出版, 東京
- 3) 金子丑之助：日本人体解剖学。第16版, 第3巻, 290—291, 1970, 南山堂, 東京
- 4) Gamsu, G.: Computed tomography of the mediastinum. (In) Moss, A.A., Gamsu, G., Genant, H.K., ed.: Computed tomography of the body. 207—210, 1983, W.B. Saunders Company, Philadelphia
- 5) Goodman, L.R., Teplick, S.K. and Kay, H.: Computed tomography of the normal sternum. A.J.R., 141: 219—223, 1983
- 6) Collier, B.D., Palmer, D.W., Wilson, J.F., Greenberg, M., Komaki, R., Cox, J.D., Lawson, T.L. and Lawlor, P.M.: Internal mammary lymphoscintigraphy in patients with breast cancer: Correlation with computed tomography and impact on radiation therapy planning. Radiology, 147: 845—848, 1983
- 7) Warwick, R. and Williams, P.L.: Gray's anatomy. 35th ed., 644—645, 700 & 742, 1973, Longman, Edinburgh
- 8) Ferner, H.: Pernkopf atlas of topographical and applied human anatomy. Vol. II, 8—13, 1980, Urban & Schwarzenberg, Baltimore
- 9) Turner-Warwick, R.T.: The lymphatics of the breast. Brit. J. Surg., 46: 574—582, 1959
- 10) 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
- 11) 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 colloid Au<sup>199</sup>. Acta Radiol., 43: 52—64, 1955
- 12) Schenck, P.: Szintigraphische Darstellung des parasternalen Lymphsystems. Strahlentherapie, 130: 504—508, 1966
- 13) Ege, G.N.: Internal mammary lymphoscintigraphy: The rational, technique, interpretation and clinical application: A review based on 848 cases. Radiology, 118: 101—107, 1976
- 14) Ege, G.N.: Internal mammary lymphoscintigraphy: A rational adjunct to the staging and management of breast carcinoma. Clin. Radiol., 29: 453—456, 1978
- 15) 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

- 16) 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
- 17) 大竹英二: 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. *日本医放会誌*, 42: 288—302, 1982
- 18) Meyer, J.E. and Munzenrider, J.E.: Computed tomographic demonstration of internal mammary lymph node metastasis in patients with locally recurrent breast carcinoma. *Radiology*, 139: 661—663, 1981
- 19) Ege, G.N.: Computed tomographic demonstration of internal mammary lymph node metastasis in patients with locally recurrent breast carcinoma [letter]. *Radiology*, 142: 253—254, 1982
- 20) 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
- 21) Badcock, P.C.: CT scanning: its value in the planning of radiotherapy of the chest wall. *Strahlentherapie*, 158: 558—562, 1982
- 22) 大川智彦: 手術形式に対応した乳癌放射線照射法. *臨放*, 27: 167—168, 1982
- 23) 新部英男: 乳腺腫瘍. 永井輝夫編: 臨床腫瘍学: 放射線病理学的立場から, 94—102, 1981, 講談社, 東京
- 24) 田中良明: 乳癌. 松田忠義編: 放射線治療とCT, 203—212, 1982, 秀潤社, 東京
- 25) Fletcher, G.H., Montague, E.D., Tapley, N. duV. and Barker, J.L.: Breast. Radiotherapy in the management of nondisseminating breast cancer. (In) Fletcher, G.H., ed.: *Textbook of Radiotherapy*. 3rd ed., 527—579, 1980, Lea & Febiger, Philadelphia
- 26) Robeiro, G.G.: Breast. (In) Easson, E.C., Pointon, R.C.S., ed.: *The Radiotherapy of Malignant Disease*. 268—273, 1985, Springer-Verlag, Berlin
- 27) 尾内能夫, 入船寅二, 都丸禎三, 内田 勲: Telecobalt および Linac X 線装置による表面線量と表面近傍の線量計算式. *日本医放会誌*, 32: 735—743, 1972
- 28) 吉田 裕, 牛尾啓二, 末松 徹, 大西隆二, 西村 茂, 姜 京富, 上田耕蔵, 小川悦夫, 奥野武彦, 西山章次, 木村修治: 胸部における超音波の有用性について: 超音波診断, 超音波穿刺生検 (組織診を中心として) および超音波脈管描出について. *臨放*, 27: 223—232, 1982
- 29) 池添潤平: 胸郭内病変の超音波診断. *日本医放会誌*, 44: 924—947, 1984