

| | |
|--------------|---|
| Title | 同時多層撮影法の實用化に関する研究(Ⅰ) |
| Author(s) | 吉村, 克俊; 篠宮, 仙造; 須藤, 禎人 他 |
| Citation | 日本医学放射線学会雑誌. 1957, 17(3), p. 227-233 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/19009 |
| rights | |
| Note | |

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

同時多層撮影法の實用化に關する研究(I)

關東逡信病院

吉村 克俊 篠宮 仙造 須藤 禎人

東京大學

江 藤 秀 雄

大日本塗料

瀧 澤 達 兒

(昭和31年12月5日受付)

本論文の要旨は昭和31年9月26日第82回日本醫學放射線學會關東部會において報告した。

I. 緒 言

從來の斷層撮影においては必要な斷面數を撮影するために何回も曝射を繰返さねばならない。これを唯1回の曝射によつて同時に多くの斷面を撮影しようとするのが同時多層撮影法の目的である。本法の可能性についてはすでに1933年に Ziedses des Plantes が暗示しているが、その後 De Abreu (1947年), Lindemann (1950年) 等, Backlund (1954年), Liese (1955年) 等が實際的應用に關して發表している。勿論我國においても宮川、田坂兩氏 (1950年) を初めとして2,3の報告がある。

從來本法の利點としてつぎの諸項が擧げられてゐる。(i) 操作時間ならびに作業の節約 (ii) 患者の線量負荷の軽減ならびにエックス線管負荷の減少 (iii) 特に重症患者への負荷の軽減 (iv) 被寫體の同一呼吸位相、同一姿勢における撮影が可能。

このような利點にも拘らず、日常の業務に用いられなかつたのは、普通斷層寫眞に匹敵しようような寫眞が常に得られるというわけにはいかなかつたためであろう。しかし最近に到り種々の因子が改善され、實際的應用の道が拓かれてきたことは1955年シーメンス社がこれを實用化し、製品としてすでに我國にも輸入されている事實によつても明らかである。これが一つの刺激となつて我國においても再びこの方面の研究が擡頭してきたの

で、筆者等もこれら諸研究の一環として在來使用してきた斷層撮影装置を利用して同時多層撮影の實用化を試みたのでここに報告する次第である。

II. エックス線装置および撮影用要具

(1) エックス線装置

シーメンス社製ユニバーサル・プラグラフ
エックス線管：バンティックス・焦點の大いさ
 $2 \times 2 \text{ mm}^2$ および $1.2 \times 1.2 \text{ mm}^2$ 焦點—フィルム間距離：143.0cm

焦點—撮影寢台上面距離：136.3cm

回轉角薄層斷層32° (寢台上にて)

厚層斷層20.4° (寢台上にて)

(2) 増感紙およびカセット

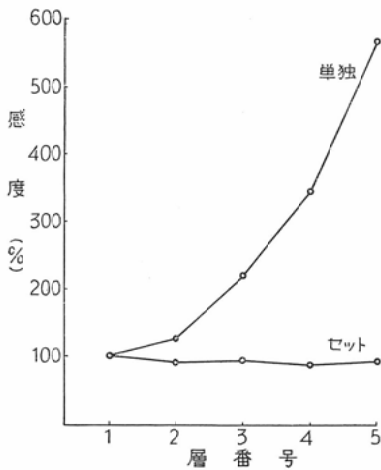
(a) 大日本塗料において試作したもので詳細は筆者の一人 (滝澤) により近く報告の豫定である。

(b) 在來のエックス線装置を用い 80kVp において撮影するものとし層數を出来るだけ多くし、かつ各層の寫眞濃度を同じくするよう努力した。同時撮影で濃度を揃えるためには増感紙の個々の感度は層の番號の大きいものほど大きくする必要はあるが、鮮鋭度は逆に悪くなる筈である。従つてそれぞれの鮮鋭度を出来るだけ同じように揃えて普通斷層寫眞に比して見劣りのしないものにするのが理想的である。

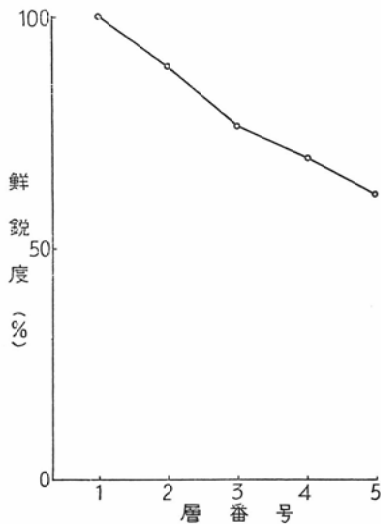
(c) 80kVp 用の3層ならびに5層のものを試作し感度を光電管および寫眞測光法により、

鮮鋭度は Nitka の面積法により、それぞれ測定を行った。しかし本実験では5層用のものを用いたので、それについてのみ感度ならびに鮮鋭度の結果を示した。すなわち増感紙單獨で使用すると層番号の大きいものほど感度は大きくなるが、増感紙、フィルム、中間層等を組合せて、これをセットとして使用するときは各層とも感度がそろってくる(第1圖、第2圖)。

第1圖 5層用増感紙の感度(80kVp)



第2圖 5層用増感紙の鮮鋭度(80kVp)



(d) 中間層 (スパーサー)

中間層は気泡状合成樹脂板で、その特徴は以下

の如くである。

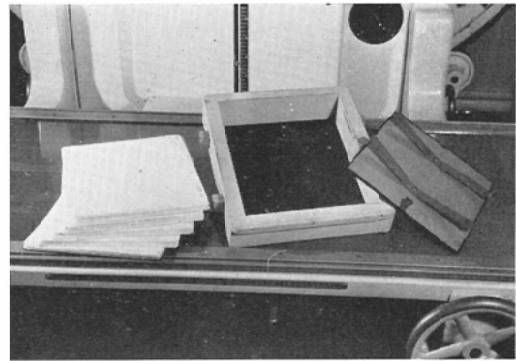
(i) 比重: 0.03 (厚さ33cmが略々水1cmのエックス線吸収に相当する)

(ii) 耐圧強度: 四切大の板が100kgの重さに耐え得るので、平面的に加えられた圧力によって變形することがなく、層間隔をいつも正確に保ち得る。

(iii) スパーサーの気泡の陰影は60~80kVp撮影では認められなかった。

(e) 本実験には4個のスパーサーを用い層間隔は11.5mm、全体の厚さは49mmで、これを木製の試作カセットに入れ、散乱線の影響を避けるために防禦用塗料を塗布した(第3圖)。しかし実用化には暗室内のフィルムの出し入れの容易であることが必要であるので、すでにその目的に適する増感紙セットを製作している。これによればカセットの構造も簡単になし得て、しかも増感紙とフィルムの密着を確實にすることが容易である。

第3圖 実験に使用せる試作カセット

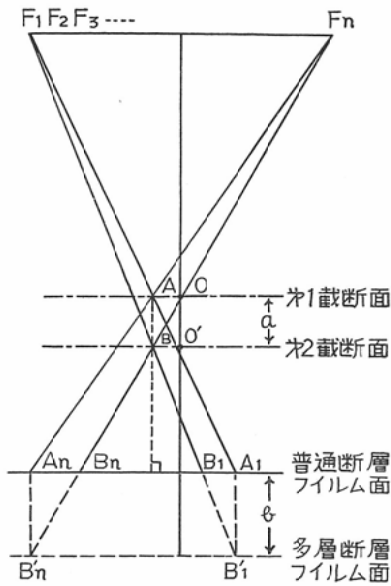


III. 幾何學的條件および普通斷層撮影との比較

(1) 同時多層撮影の原理

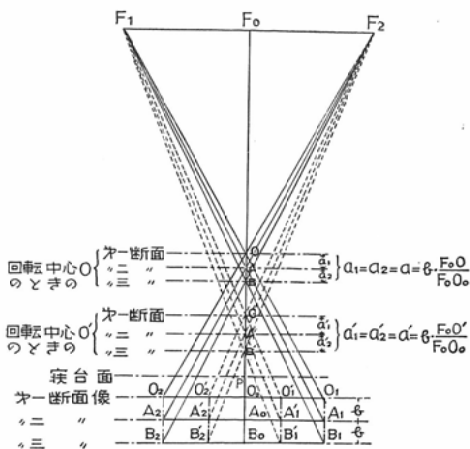
すでに多数の著者により解説されているので、ここでは特に必要な事項についてのみ略述する。A, Bを小さいな病巣と假定し、BはAの直下aの距離にあるものとする。第4圖において機械の回轉中心OをA点と同じ高さにおき、Oを中心としてエックス線管の焦点をF₁よりF_nまで移動すればA, Bの像はフィルム面上をそれぞれA₁→A_n, B₁→B_nと移動するがフィルム面がA点の

第4圖 同時多層撮影の原理



像が $A_1 \rightarrow A_n$ へ移動するのと同じ速さで同じ距離を移動するので、A 点の像はフィルム面上の常に同じ位置に生じる。しかし B 点の像はフィルム上の一点に集まらないのでボケる。これが普通断層の場合であるが、この際 A_1, A_n より下した垂線と F_1B_1, F_nB_n の延長との交点 B'_1, B'_n まで、すなわちフィルム面を b だけ平行移動し、前の場合と同じ速さで同じ距離を移動させれば B 点の像を同一一点に結ぶことが出来る。このようにすれば上のフィルムには A 点の像が、下のフィルム

第5圖 断面間隔に関する関係



ムには B 点の像がそれぞれ同時に撮影し得る。これが同時多層撮影法の原理である。

(2) 回轉中心の高さと断層 (截断) 面の間隔

第5圖は同時多層撮影の例として3層の場合についての関係を示してある。回轉中心が O 点にある場合、圖により明らかな如く、第1, 第2, 第3層のフィルムの結像すべき截断面はそれぞれ O, A, B を含むフィルム面に平行な面である。

フィルム面の間隔を b , 截断面の間隔を a_1 および a_2 とすれば、幾何學的に次の関係が得られる。

$$\frac{a_1}{b} = \frac{F_1A}{F_1A_1}, \quad \frac{a_2}{b} = \frac{F_1A}{F_1A_1} \text{ 従つて } a_1 = a_2 (= a)$$

3層以上の場合も同様である。すなわち

$$a_1 = a_2 = \dots = a \dots (1)$$

$$\text{さらにまた } \frac{a}{b} = \frac{F_1A}{F_1A_1} = \frac{F_1O}{F_1O_1} = \frac{F_0O}{F_0O_0}$$

$$\text{従つて (1) 式は } a_1 = a_2 \dots = a = b \times \frac{F_0O}{F_0O_0} \dots (2)$$

回轉中心が O' に移つた場合も同様にして

$$a'_1 = a'_2 \dots = a' = b \times \frac{F_0O'}{F_0O'_0} \dots (3)$$

すなわち同時多層撮影においては回轉中心の高さが變れば截断面の間隔も a から a' の如く變化するけれども、1回の撮影時における各截断面の間隔は等しい。本實驗では第1層のフィルム面を従来の断層撮影のフィルム面に一致せしめフィルム間隔を 1.1cm とした。使用條件についてみるに $b = 1.1\text{cm}$, $F_0O_0 = 143\text{cm}$ であるから

$$a = 1.1 \times \frac{F_0O}{143} = 0.0076 \times F_0O$$

F_0 から寝台面までの距離を F_0P とすると

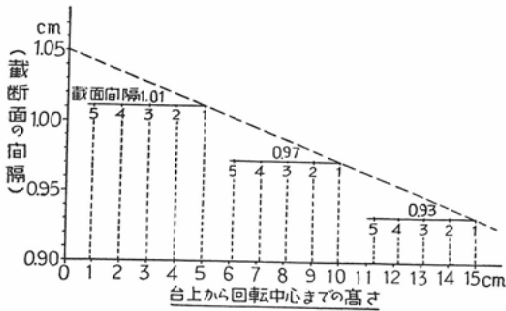
$$F_0O = F_0P - OP = 136.3 - OP$$

$$\text{従つて } a = 0.0076 (136.3 - OP) \dots (4)$$

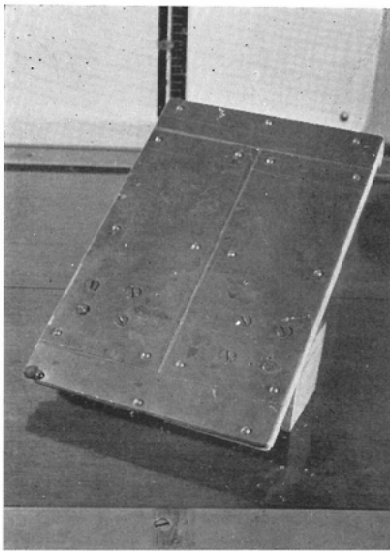
第6圖は上記の関係を示したものである。

實際にどの深さを撮影しているかということとは第7圖に示す如き鉛製のスリットに寝台面上より正確に 4~11cm の目盛をほどこしたるのを試験體として同時多層撮影を行えば求められる。すなわち第8圖において a_1, b_1 に目盛をほどこしたスリ

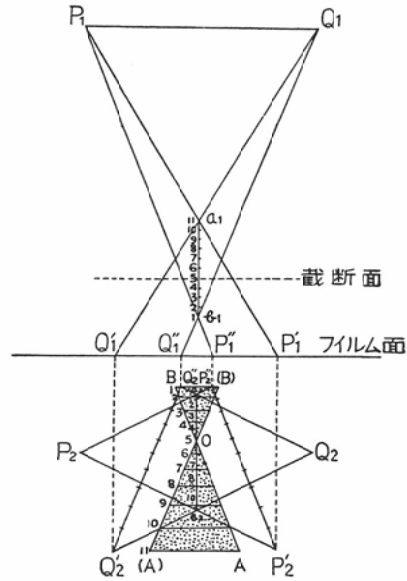
第6圖 廻轉中心の高さと截断面間隔との関係
(廻轉中心を5, 10, 15cmとした場合)
フィルム間隔1.1cm



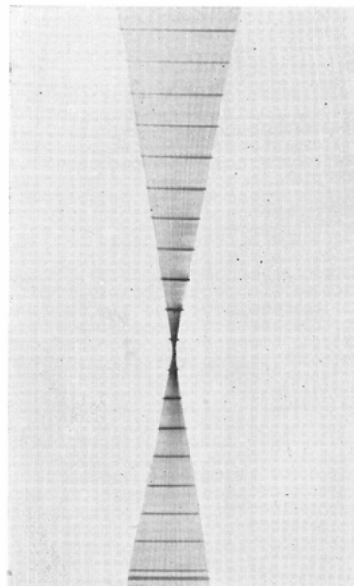
第7圖 鉛スリット



第8圖 断層撮影に於る特殊スリットの投影圖



第9圖 鉛スリットのエックス線寫眞



ットとすればエックス線管の焦点が P_1 より Q_1 まで移動するとスリットのフィルム平面上の像はそれぞれ $P_1'P_1''$ より $Q_1'Q_1''$ まで變る。これをフィルム面に投影してみれば同圖の“フィルム面”より下側に書いたようになる。すなわちエックス線管の焦点の位置 (前の P_1 および Q_1 に相當する) が、 P_2 より Q_2 まで移動する間にフィルム平面上のスリットの投影像は $P_2'P_2''$ より $Q_2'Q_2''$ まで變る。しかし実際にはフィルムも平行移動するのでフィルム面上に生ずる像としては $P_2'P_2''$ が左方に、 $Q_2'Q_2''$ が右方にそれぞれ平行移動し、ある一点で交わることになるので、スリ

ットの像は圖の黒く塗つた部分で表わされる。この交点を断面が横ぎるので (圖では5 cm)、この點の目盛を讀めば截断面の廢台上よりの高さを知ることが出来る。第9圖は實際のスリットのエックス線寫眞である。

(3) 拡大率

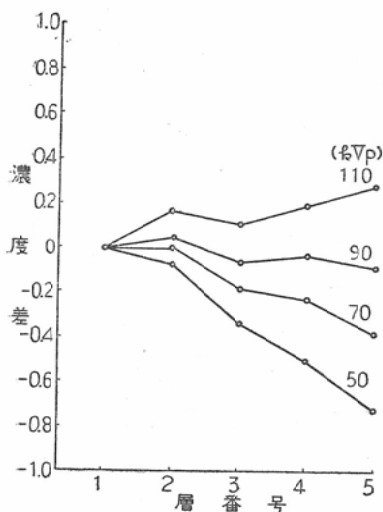
第5圖における各截面の拡大率は次の如くなる。回轉中心がOにあるとき第1第2および第3截面の拡大率はそれぞれ $\frac{F_0O_0}{F_0O} (= \frac{b}{a_1})$, $\frac{F_0A_0}{F_0A}$ ($= \frac{b}{a_2}$) および $\frac{F_0B_0}{F_0B} (= \frac{b}{a_3})$ であるから、

(1)式よりいずれも $\frac{b}{a}$ に等しい。すなわち各層の拡大率は等しい。つぎに回轉中心がO'に移つた場合にも同様にして $\frac{b}{a}$ に等しい。従つて同時多層撮影の拡大率は各層で等しく、その値は第1層に合せた截面の高さにより定まる。

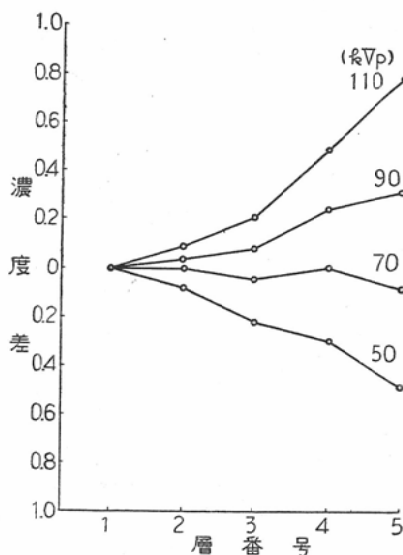
IV. 各層増感紙の感度に及ぼす管電壓被寫體の厚さの影響

増感紙の感度特性についてはすでに第1圖に示した如くであるが、各層のフィルムの濃度差は實際には使用する管電壓や被寫體により支配されるから、常に各層の濃度を揃えるということは難しい問題である。第10圖および第11圖はファントームを用いぬ場合および8cmの水ファントームを用いた場合の管電壓と各層の濃度差の関係を示したものである。これよりしてこの増感紙の組合せは胸部撮影に對しては60~90kVpの範圍ではまず使用しうるのである。また第12圖も同様の實驗の

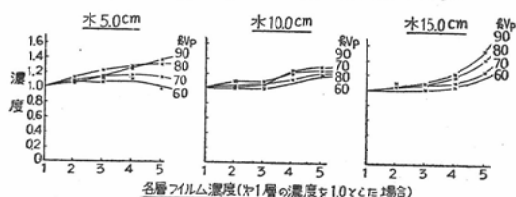
第10圖 管電壓と濃度差(ファントーム無)



第11圖 管電壓と濃度差(水層8cm)



第12圖 被寫體の厚さと各層増感紙の濃度



結果で被寫體の厚さを變へ第1層の濃度を1.0とした場合である。

V. 被曝量の比較

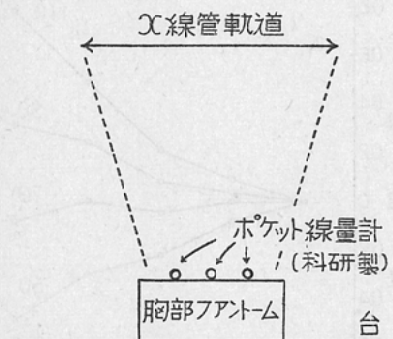
同時多層撮影の特徴の1つとして被檢者の被曝量の減少があげられる。これに關して一應ファントーム實驗を行つてみた。ファントームは厚さ5cmの水層2個を10cm離して重ねたもので、線量はポケット線量計で測つた。勿論撮影條件では測定出來ないので小電流の場合で測りこれを胸部撮影の條件の場合に換算した。こゝでは5層を目標としているので普通斷層撮影の場合には5回分とした。數値は勿論凡その値を示すに過ぎないがこのような同時多層撮影の場合には約1/3程度であるということが出來よう。

VI. 臨床的實驗

筆者等の裝置では目的とする被寫體断面が台上より P₀ cmの場合、その面に回轉中心を合せると

第13圖 胸部普通斷層と同時多層の被曝量の比較

実験方法



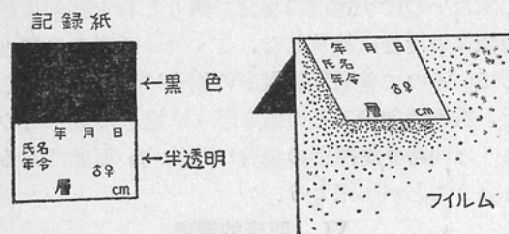
結果

| 電圧 | 普通断層(5回) | 多層断層 |
|-------|----------|--------|
| 60kVp | 3.1 r | 0.95 r |
| 70 | 3.0 " | 0.93 " |
| 80 | 3.0 " | 0.90 " |
| 90 | 2.9 " | 0.75 " |

第1表 撮影条件

| 被写体 | kVp | mA | sec |
|-------------------|----------|----|------------|
| 胸部 中等の體格 中等の病變 | 70 | 80 | 1.5 |
| 胸部 厚い體格 厚い病變 | 70 | " | 2.5 |
| 肺門部 | 65 | " | 1.5 |
| 肋膜肥厚 | 75 | " | 3.5 |
| 喉頭部 | 80 | " | 2.5 |
| 頭部 { 正面 側面 | 80 80 | " | 4.5 2.5 |
| 膽囊 | 90 | " | 4.5 |
| 腰椎 | 95 | " | 4.5 |

第14圖 ネーム、層の記録法



第1層のフィルム上にその像が出るので実際には
回轉中心は (P₀+2) cmまたは (P₀+3) cmに合

せて撮影した。實際のエックス線寫眞を複製することは難しいので、こゝでは省略するが第1表に示す如き撮影条件でかなり良い寫眞が得られた。フィルムに患者氏名、断面の深さ、日附等を記入するためパラフィン紙の上半を黒くし、下半透明部に必要事項を書き入れ、半分におりまげて各層のフィルムの上端にまたがせて挿しこんだ。しかし曝射量のすくないときにはよく撮らないのでもつと透明なものを用いる必要があろう。

被検體によつては各層のフィルム濃度がそろわなくなることが予想されるが、例えば腰椎の撮影(この場合4層を用いたが)の場合第4層は非常に濃くなり、現像を加減してもなおかつ濃度をそろえることが難しかった。

VII. 結 語

従来使用してきたユニバーサル・トモグラフの装置を用い同時多層撮影の實用化を試み、大體において所期の目的を達することが出来た。なお鮮鋭度、散亂線等の問題に關しては目下實驗中であるので次回に報告する予定である。

文 獻

1) Ziedses des Plantes: Planigraphie, Fortschr. Röntgenstr. 47(1933), 407. —2) Manoel de Abreu: Theory and technique of simultaneous tomography; Am. J. Roentgenol. & Rad. Thera. 60(1948), 668. —3) Lindemann, B: Simultane Angiocardi-Tomographie; Fortschr. Röntgenstr. 73(1950), 261. —4) Backlund, V.: Simultaneous telefilm planigraphy; Acta radiol. 41(1954), 425. —5) Gajewski, H. u. Liese, E.: Das Simultan-Schichtverfahren; Fortschr. Röntgenstr. 83(1954), 562. —6) Sennott: Multifilm cassette for use in laminagraphy; Am. J. Roentgenol. & Rad. Thera. 70(1953), 141. Simonetti, C. & Gigante, I.: Simultaneous Multiple Pulmonary Angiocardiography; Am. J. Roentgenol. & Rad. Thera. 75(1956) 129. —7) 宮川正, 田坂皓: 同時-多層断層撮影法に就て, 日本醫放會誌, 10卷, 7號(昭25). —8) 酒井榮一: 異層同時断層撮影に就いて, 日本放射線技術學會雜誌, 12卷, 1號, 21頁(昭31). —9) 門田弘: 同時多層撮影法, 結核研究の進歩, 15號, 51頁(昭31). —10) 赤星一郎: 1回のレ線放射で5層を同時に断層撮影する取替の研究, 日本醫放會誌演題抄録集(1955). —11) 文部省綜合研究エックス線特殊診斷法委員會(昭31.9.15)(班長古賀良彦). (i) 古賀彦良, 高橋義雄他: ポリトモグラフィ

一に関する研究, (ii) 吉村克俊: 同時多層断層撮影に関する研究. (iii) 宮川正, 江藤秀雄, 井染成夫, 田ヶ谷二三夫: 多層断層撮影法に関する研究. (iv) 古賀良彦, 松川明: 多層断層撮影法. (v) 駒井喜雄, 深

津久治: 多重断層撮影に就いて. (vi) 志村達夫, 橋田進, 井上宏: Simultaneous Tomographyの實驗. (vii) 大谷信吉, 瀬澤達児: 同時多層撮影用増感紙の研究.

On the practical use of simultaneous tomography (I)

By

K. Yoshimura, S. Shinomiya and Y. Sudo

(Radiological Dept., Kantotele-Communication Hospital, Tokyo)

H.Eto

(Dept of Radiology, Faculty of Medicine, Tokyo Univ.)

T. Takizawa

(Dainippon. Toryo Co.)

The practical and clinical applications of the simultaneous tomography were studied by using the existing X-ray tomography unit (Siemens'universal planigraphy).

1) The special wooden cassette, of which its inner surfaces of the both sides were coated with the X-ray protective paints to decrease the effect of the secondary radiations, was adapted to the roentgenographic table.

In this cassette, the five sets of new type folie for 80 kVp use were superimposed and separated by the four spacers of foamed polystyrene, each of which was 1.1 cm thickness, to obtain the images corresponding to five sections at different depth in the body.

2) The sensitivity of the each folie set was examined in the range of 60~90 kVp, with and without the water phantom, and also the sharpness was measured by the Nitka's method. From the experimental results, it was found that the folie-spacer sets used here produced practically the equal density on the film and were adequate for clinical use.

3) The narrow lead slit provided with the scale was used as the test-object to determine the exact depth of the tomographic sections in the body, corresponding to the successive films.

4) The amount of the radiations to the patient could be reduced to about one-third of that required by the ordinary standard method.

5) The optimum exposures of the simultaneous tomography were determined for the chest, the head and the others.

The good result could be obtained particularly for the chest roentgenography.