

Title	廻転横断撮影装置と ^{60}Co 原体照射器との組み合わせによる遠隔照射法
Author(s)	渡辺, 令; 小野, 伸雄; 永井, 勝美
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1963, 23(7), p. 841-848
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19143
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

廻転横断撮影装置と ^{60}Co 原体照射器との 組み合わせによる遠隔照射法

名古屋鉄道病院放射線科

渡 辺 令

東芝玉川工場

小 野 伸 雄 永 井 勝 美

(昭和38年7月8日受付)

Telecobalt radiation therapy which
composed of Rotatory Cross Section Radiograph and
Rotatory Conformation Therapy Unit

By

Tsukasa Watanabe

(Department of Radiology, Railway Hospital, Nagoya)

Nobuo Ono and Katsumi Nagae

(Toshiba Electric Company, Tokyo)

An apparatus for Rotatory Conformation Radiotherapy was produced on trial, which is composed of Rotatory Cross Section Radiograph and Cobalt-60 Rotation Therapy Unit.

By using this apparatus planning of Rotatory Conformation Radiotherapy technique is carried out in practice more reasonably as follows.

1) At first, take the Rotatory Cross Section Radiograph of the prearranged treated region. In this section include the midpoint between the upper and the lower border of the region. When, the patient is placed on the radiographic table in irradiating posture. In this posture, the positioning skin mark is marked on the patient's skin by light pointer, attaching the Rotatory Cross Section Radiograph.

2) On this Cross Section Radiogram, the center of rotation therapy is determined, and measure the distance of this center from the standard lines, which are drawn between positioning skin marks.

3) Then, radiographic table is moved for these distances in each direction, when the patient is placed on the table in same posture. Newly, in this time, centering skin marks are marked on the patient's skin.

4) Next, radiographic table is turned at right angle, and send to the position of Rotation therapy.

Thus the center of treated region coincides correctly with the center of rotation therapy. In addition, at next rotation therapy, the centering skin marks play the part of positioning of the patient.

5) Radiation collimeter of this cobalt-60 rotation therapy unit is constructed by nine tungsten blocks.

Radiation field is variable in shape and in size by synchronizing mechanism of the cams.

Then, slanting region to body is easily conformed to the slanting irradiation field by this mechanism of the cams.

6) Various tungsten shielding models are made for the partial shielding radiation technique and the hollow out radiation technique.

These models are easily attachable in the space between cobalt-60 source and radiation collimeter.

緒 言

放射線照射治療に当つては体内での病巣の拡がり、位置を明確に把握して線巢と病巣とを正確に合致させねばその照射効果は期待できないが原体照射法に於いてはその方法術式の特質上この条件は特に強く要求される。

又、実際の照射に当つては照射予定病巣に応じた各種の線巢の形成が円滑に行なわれなければならない。之等の条件が満足されて始めて合理的な原体照射がなされるのである。以上の条件を合理的にするには廻転横断撮影写真を基にして病巣の位置、拡がりを確認して照射予定病巣を定め、且つ容易に線巢形成ができる照射口の構造をもつ照射装置で照射すればよいと考え廻転横断撮影装置と ^{60}Co 廻転照射装置とを組み合わせた装置を試作した。今回はその臨床的应用について述べる。

試作装置

この装置は Fig. 1 に示す如く廻転横断撮影装置の部分(右方)と ^{60}Co 廻転照射装置(左方)とで構成されている。

I. 廻転横断撮影装置

この撮影装置は患者が治療時の照射姿勢と全く同じ姿勢で横断撮影ができるようにしてある。即ち Fig. 1-b に示す如く本装置では患者は横断撮影をなし終ればその姿勢のまま P_1 の位置から撮影台を90度廻わして P_2 の位置にし、こんどはそのまゝレールで撮影台を照射線源の下に送り、照射時の位置 P_3 に移すことができるよう設計してある。横断撮影装置は DRX-50型の X線管球を用いた。この管球焦点と廻転中心との距離は 160 cm、廻転中心とフィルムの廻転中心との距離は 50

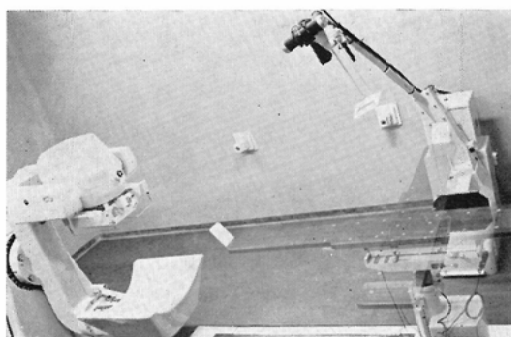


Fig. 1-a

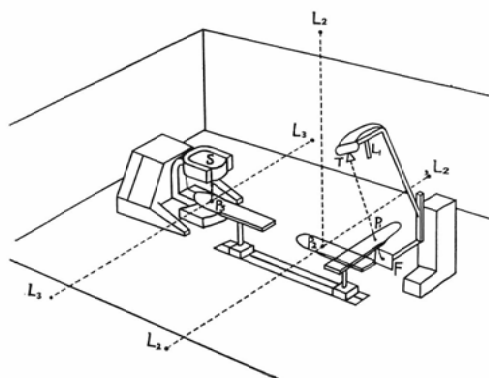


Fig. 1-b

Fig. 1. Composition of the apparatus (Fig. 1a) and its diagram (Fig. 1b).

left: part of Cobalt-60 Rotatory Therapy Unit. right: part of Rotatory Cross Section Radiograph. L_1, L_2, L_3 : sighting lights (for positioning and centering). S: source of cobalt-60. T: X-ray tube (for rotatory cross section radiography). F: film (for rotatory cross section radiography). P_1, P_2, P_3 : positions of the table. P_1 : position of rotatory cross section radiography. P_2 : position for preirradiation sight. P_3 : position of radiation therapy.

cmである。従つて横断写真の拡大率は1.31倍となる。撮影時には患者のまわりを管球は190度廻転する。この撮影所要時間は10秒である。中心X線がフィルムとなす角度が、すなわち管球傾斜角はハンドルでその傾斜を自由に変えられるが一般の横断撮影は20度で行なう。撮影台は木製で幅30cm、厚さ3.7cmであり、撮影台は前後及び左右には手で動かすことが可能であり、上下には電動装置で動かすことができる。撮影台の下には木製の単純撮影用カセット受けを作り、撮影台を54cm移動して管球の直下にて横断部位の単純撮影ができるようにしてある。尚、この単純撮影写真に横断部位が明示されるように撮影台の横断部位に一致したところに浅い溝をつくり、そこに鋼鉄線がすべり込める様にしてある。

撮影台が自由に動くので患者の姿勢は全然くづさないでも単純撮影ができる。患者の撮影予定の横断部位は管球の横にとりつけた投光器 L_1 (Fig. 1-b) によつてその部位が皮膚面に明瞭に投影される。フィルムは半截の大きさのものを四隅を横に13cm、縦に8cmの3角形の分だけおとして使用する。

次にこの装置で横断撮影の実際及びその横断写真を基にして照射計画をたてるまでの順序を一症例について述べる。

患者は胸痛、咳を主訴とする61才の肺腫瘍の男子である。病巣は背腹方向単純撮影写真で右下肺野に腫瘤陰影として認められた (Fig. 2)。この病巣部に対して ^{60}Co 廻転照射を予定し、先づ照射時の姿勢の背臥位で体軸に平行な方向で照射予定の上限及び下限を定めた。次にこの上限及び下限の中央を通る部位の廻転横断撮影を照射時と同じ背臥位で行なつた。このとき横断撮影部位は投光器 L_1 で前胸部の皮膚に標識し、更に投光器を左右に90度廻わして左右の側胸部の皮膚上に投光して標識をつける。これらの3点は整位の為の標識点でありA点とする (Fig. 3)。

撮影の時にはこれらの点にはフユーズを貼つて撮影する。廻転横断撮影が終わったら患者の姿勢は全くそのまゝで撮影台の溝に鋼鉄線を入れて管球をその中心でX線が鉛直方向にむく様に直し、そ

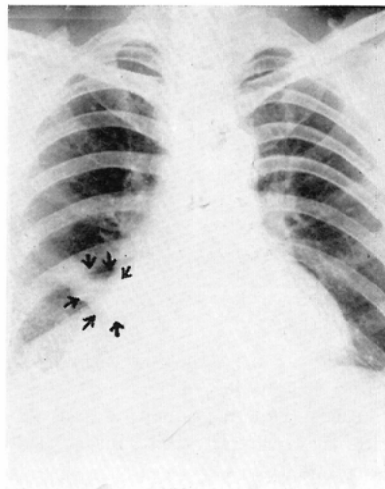


Fig. 2. Lung tumour (arrow) in a 61 aged male.



Fig. 3. Positioning in rotatory cross section radiography. of Fig. 2 patient.
—: Skin mark of cross section plane.
+: Skin mark of positioning.

の真下まで撮影台を移動させて単純撮影を行なう (Fig. 4)。

得られた横断写真では病巣は右肺野に心陰影に近く腫瘤状の陰影として明瞭に認められる。又、この写真ではA点はそれぞれ点状の陰影として皮膚に接して認められる (Fig. 5)。

次にこの横断写真をトレースしてA点を結ぶと直交する2本の基準線を描くことができる。次いで照射の廻転中心Tを定め、Tを通つて基準線に平行する線を描き、これらの線と基準線との距離をそれぞれ d_1 及び d_2 とする (Fig. 6)。

次に患者を撮影時の姿勢のまゝで撮影台だけを $d_1/1.31$ 及び $d_2/1.31\text{cm}$ だけそれぞれの方向に移動

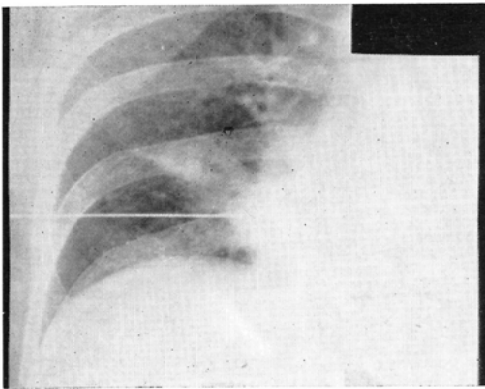


Fig. 4. Chest film in position of rotatory cross section radiography. White line indicate the cross section plane.

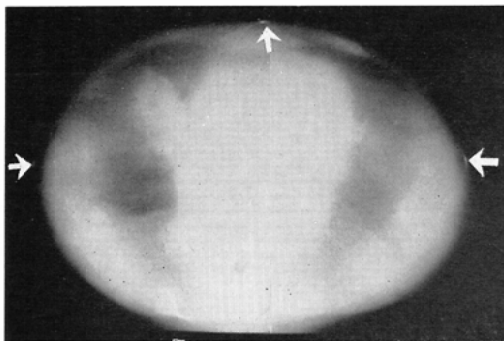


Fig. 5. Cross section radiogram. Arrow indicate the positioning skin mark.

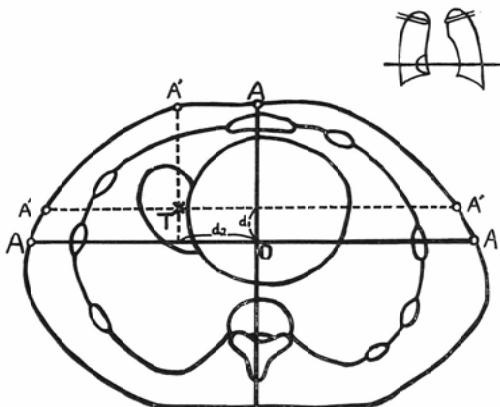


Fig. 6. Diagram of cross section radiogram.

- A: Positioning skin marks.
- A': Centering skin marks.
- T: Center of rotation therapy.
- O: Center of rotatory cross section radiography.

させる。こうすればTがそのまゝ廻転中心にくる。こゝで再び投光器 L_1 で投光して皮膚に標識をつける。これらの点は廻転中心標識点であり、これらを A' 点とする (Fig. 7)。

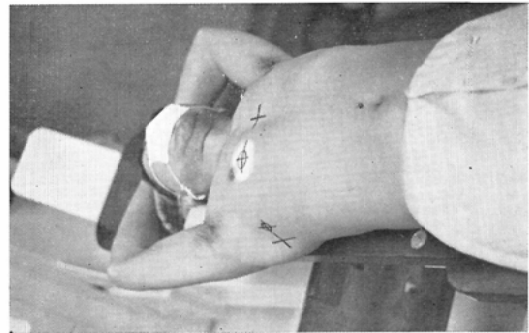


Fig. 7. Positioning in rotation therapy.
+: Positioning skin marks.
⊕: Centering skin marks.

A' 点をきめたら撮影台を90度廻わして P_1 の位置から P_2 の位置にする。 P_2 の位置では鉛直方向及びそれと直交する2方向からの投光器 L_2 があり、それぞれの投光点は A' 点と一致する。続いて撮影台をレールで送り、 ^{60}Co 線源の下位置即ち照射位置 P_3 に移すと横断撮影写真で定めた廻転中心点Tはそのまゝ照射時の廻転中心となる。このとき撮影台を移動させる間の姿勢の動揺の有無は L_3 の投光器で更に確かめ正すことができるようにしてある。

この様にすると次回からの照射姿勢は P_2 の位置で A' 点を L_2 の投光器で照準すればよいことになり、その後の照射位置の再現性も 確実となる。

II. ^{60}Co 照射装置

^{60}Co 照射装置は東芝製廻転照射装置 R I 120 型装置をその照射口が原体照射が合理的に行なわれる様に改作したもので ^{60}Co 線源として2.000 キュリーを収容したものである。この線源収納容器からの漏洩線量は東芝線量計 MI-101 B2 で測定した結果、容器中心から真下50cmの距離では 2.5mr/h、真上50cmの距離で 3.7mr/h、側面50cmの距離で 0.5mr/h であった。

^{60}Co 線源と廻転中心との距離は75cm である。

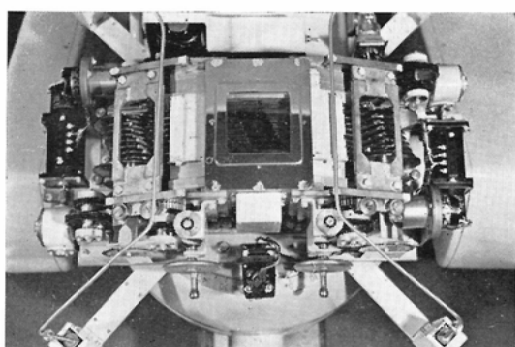


Fig. 8. Outside View of conformation collimeter. Collimeter is constructed by nine tungsten blocks. Radiation field is variable in size and form by synchronizing mechanism of cams. This example shows the slanting radiation field.

照射口の外観は Fig. 8 に示す如くである。 ^{60}Co 線源と廻転中心との距離は75cmである。照射口は幅9mm, 厚さ56mmの9枚のタングステンブロックで構成されており、その各々は独立して開閉できるようになっている。之等のブロックは常にスプリングで開く方向に引張られており、9枚1組のカム廻転機構により閉ぢられる。カム軸の同期機構は ^{60}Co 線源の架合の廻転軸に同期発振機が連結され、照射口の絞りカム軸に同期発振機が連結されている。発振側の廻転角とカム軸の廻転角の誤差角により同期制御変圧器にその両者の電位差の電圧が生じ之をサーボ増巾で増巾し補助電動機の制御巻線にサーボ印加し歯車列を介してカム軸が廻転するのである。

各々のカムの形を予め必要な形にしておいてカム軸の廻転を線集の廻転と同期させるといろいろな形の線集が得られることになる。

臨床的には病巣の形状、大きさに対応した何種類かのカムを用意しておき必要に応じて交換して照射すればそれぞれの病巣に対応した線集が得られるわけである。カムの交換はハンドルでブロックを全部閉ぢた位置にしてカム取り付け部のねじをはづして簡単に行なうことができる。固定照射のときにはカムは同期する必要がないので運動照射との切り換えは配電盤上で行なうことができるようになっている。この場合カム軸の制御回路は制御盤内の同期発振器と連結されるので制御盤上

で開度指示器のつまみをまわして予め照射野の大きさが定められてある銘板上の位置までカム軸が廻転して停止するので一定の大きさの照射口が得られることになる。

次に、打抜照射を行なう為には、タングステンでつくった各種の打抜用模型体を照射口と線源との間に装着できる様な空間を設けた (Fig. 9)。これら打抜体は球形、円筒形、楔形の各種サイズのものがありこれらをアルミニウム棒に通して台にはめこみ、必要に応じて動かして照射集の内外でその位置を変えることができ、打ち抜き集がつくられる様にした (Fig. 10)。

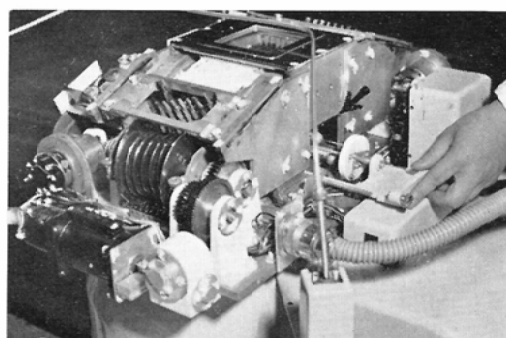


Fig. 9. Space (arrow) for installation of shielding models, which are applied to partial shielding radiation technique or hollow out radiation technique.

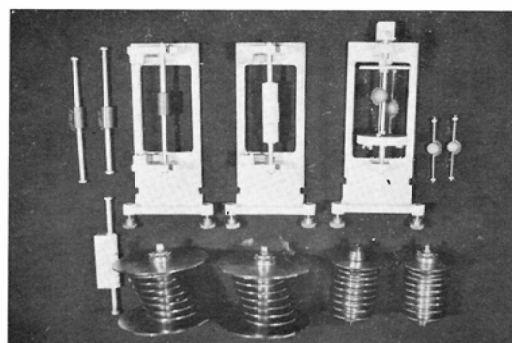


Fig. 10. Models for partial shielding radiation technique (upper) and cams (lower). upper right: cylindrical tungsten blocks. upper middle: wedge-shaped tungsten blocks. upper left: spherical tungsten blocks. lower right: cams for rotatory conformation irradiation. lower left: cams for rotatory conformation irradiation of pelvis.

打抜体と線源間の距離は26cm, 打抜体を廻転中心との距離は49cmである. 従つて廻転中心部で1.53倍の大きさで打ち抜かれることになる.

この様にして得られた線巢の例を示す. これらは何れもパラフィンファントムの間にプロセスフィルムを挿入して黒化法により得られたものである.

Fig. 11 は頭部のファントムで眼球部に相当する部位をそれぞれ16.5mm径のタングステン球で打抜照射を行つた場合の線巢の横断写真であり, 眼球部に相当する部位は円形に打抜かれておる. Fig. 12 は食道下部の如く体軸に対して傾斜をもつた部位の原体照射用としてつくつたカムによりできた線源の1cm毎の横断写真である. この場合線巢は上から下に向つて体軸と10度の傾斜を示し, 左右にも20度の傾斜を示している線巢となっている. この写真を基にして石膏で線巢の原体を作つたのがFig. 13 である.

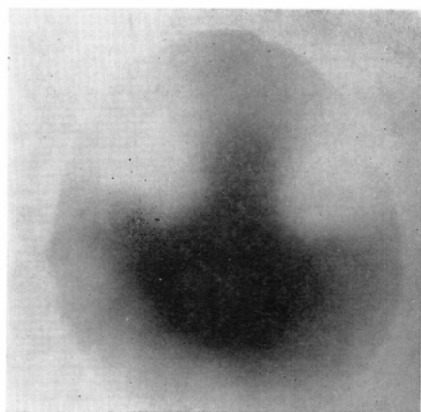


Fig. 11. Radiogram of cross section of the treated region, which is applied to hollow out radiation technique (with paraffin phantom).

Fig. 14 は骨盤腔内の原体照射の線巢の1cm毎の横断写真である. この線巢は上部では円形であり中程では楕円形となり下部では再び円形となるような横断面を示すものである. 尚, 本例では線巢の下部の中心部を円筒打抜体で打抜照射をも併せ行つたものである. Fig. 15 はこの横断写真を基にしてつくつた線巢の石膏原体模型である.

考 按

放射線照射治療に当つては病巣部周辺部の健常

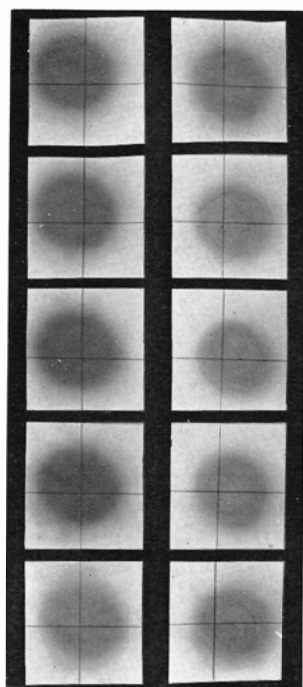


Fig. 12. Multilayer cross section radiograms of the slanting conformation radiation (with paraffin phantom). Crossing lines indicate the standard lines.

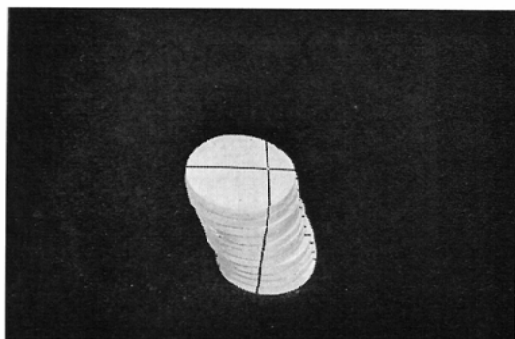


Fig. 13. Solid body molded by means of multilayer cross section radiograms of rotatory slanting conformation radiation. Black lines show the standard lines.

組織への照射をできるだけ少なくし病巣部のみに十分な線量を照射することが望ましい. この目的を果たすには原体照射法が最も合理的な照射方法であると考えられる^{13)~14)}.

原体照射の計画をたてるに当つては体内における病巣部の位置, 拡がり, 周囲組織との関係を明

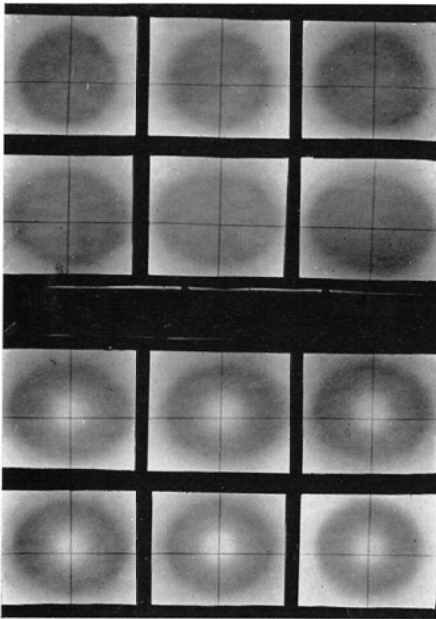


Fig. 14. Multilayer cross section radiograms of rotatory conformation radiation (with paraffin phantom). Crossing lines indicate the standard lines.

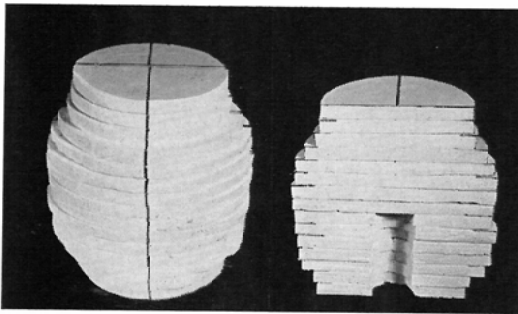


Fig. 15. Solid body molded by means of multilayer cross section radiograms of rotatory conformation radiation.

right: outside view.

left: split plane. Uder region is applied to hollow out radiation technique.

確に把握しなければならない。これをX線検査で行なうとすれば廻転横断撮影をすることが必要である¹⁾¹⁷⁾。

原体照射法の実施に当つては横断撮影写真から、どの様な線巢の形で照射すべきか、打抜体はどの部位に必要なか、更に廻転中心の決定も具体的計画することが可能となる。このとき横断撮影は

患者が照射時の姿勢と全く同じ姿勢でなされればその横断写真から前記の計画は合理的になされる。この観点から臥位で横断撮影することは有利である¹⁾¹⁷⁾¹⁸⁾²⁰⁾。

今迄にX線廻転照射装置を用いて横断撮影を行なうことは試みられているが、或はその拡大率が大きい為に横断面の全貌が明らかにすることに困難を感じたり、撮影時間が長く、体動の撮影をうけ易いことや、或は撮影台の構造上その障害陰影の発生を見ることなどの諸点が憂慮された。

又、照射は通常毎日行なうものであるからその照射姿勢を正確に再現させる方法も考慮されるべきである。

今回試作した ^{60}Co 廻転照射装置と組み合わせた廻転横断撮影装置はこれらの諸点を満足させるものであると考える。即ち、この撮影写真の拡大率は1.31倍で半截のフィルムに横断面の全貌を把握することができ、撮影台は木製としたため障害陰影の発生も少なく、撮影時間は10秒で短くしてあり、照射計画に有用な横断写真が得られる。患者の撮影姿勢は照射時と全く同じ姿勢である。その姿勢のまゝで附属投光器で整照準点を皮膚上に標識し、その姿勢の再現を図ることも合理的になり、姿勢をくづすことなく照射位置に移すことができる。かくすることにより横断写真から定めた廻転中心と線巢中心とは常に合致させることができることになった。この横断写真を利用して実際に線源を病巣に的中させる為の考按はなされている²³⁾。

次に臨床的にみて原体照射法は具体的な線巢をつくる操作が容易であることが望ましい。このためにはある形状の線巢を予想し、その線巢をつくつておいて照射時にその中から病巣に合った線巢をとりだして照射するのも一方法であると考え、今回の試作照射装置の照射口はタングステンブロックにしてカム機構で可変絞りとした。可変絞りの原理及び応用については既に発表されている処であるが³⁾⁵⁾¹⁶⁾¹⁷⁾今回の試作装置はその開閉が制御盤の位置で遠隔操作できる様にしてある。カムでいろいろの形の線巢をネガとしてつくつておけばそのカムに応じた線巢が体内で形成されること

になる。かくすることによつて例えば食道下部等の如く体軸に傾斜している部でも原体照射を容易に応用することが可能となる。この様な体軸に傾斜した線巢を容易につくり得て臨床的に利用できる様な装置について報告はまだない様である。

更に本装置は打抜照射をするための打抜体模型を各種つくつておき線巢と照射口との間に簡単に装着できる様つくつてあるために各種の照射方法を組み合わせることも容易であり臨床的にもその計画、実施が合理的になされると考える。

結 論

放射線照射治療をするに当り線量の空間的分布という点で原体照射は最も合理的と考えられる。今、その方法を臨床的に応用するに当つて廻転横断撮影装置と⁶⁰Co 廻転照射装置とを組み合わせた装置を試作した。この装置により照射病巣の把握、照射時の照準、線巢の作成が理論的にも臨床的にも極めて合理的に実行できる様になつたことを述べた。

(名古屋鉄道病院顧問名古屋大学高橋信次教授の御指導御校閲を感謝します)

本論文の要旨は第19回日本医学放射線学会東海北陸部会(昭37. 6. 10), 第22回日本医学放射線学会総会(昭38. 4. 3)で発表した。

文 献

- 1) 高橋信次: 臨床放射線, 5巻8号, 653~658, 昭35. —2) Takahashi S. et al.: Strahlentherapie Vol. 115, No. 3, 478~488, 1961. —3) 飯田博美: 日医放会誌, 19巻11号, 2482~2490, 昭34. —4) 高橋信次他: 日医放会誌, 21巻2号, 126~131, 昭36. —5) 岡島俊三: 日医放会誌, 22巻6号, 731~738, 昭37. —6) 高橋信次他: 日医放会誌, 20巻13号, 2746~2753, 昭36. —7) 北島隆他: 日医放会誌, 20巻13号, 2754~2758, 昭36. —8) 北島隆他: 日医放会誌, 21巻2号, 132~136, 昭36. —9) 森田皓三他: 日医放会誌, 21巻6号, 641~645, 昭36. —10) 森田皓三: 日医放会誌21巻2号, 107~113, 昭36. —11) 森田皓三: 日医放会誌, 21巻1号, 13~21, 昭36. —12) 北島他: 日医放会誌, 21巻3号, 178~183, 昭36. —13) 北島隆他: 日医放会誌, 21巻3号, 189~196, 昭36. —14) 北島隆他: 日医放会誌, 21巻3号, 184~188, 昭36. —15) Basil S. Proimos: Radiology Vol. 74, No. 5, 753~757, 1960. —16) Basil S. Proimos: Radiology Vol. 77, No. 4, 591~599, 1961. —17) Takahashi S. et al.: Radiology Vol. 74, No. 1, 61~64, 1960. —18) 松田忠義他: 日医放会誌, 18巻11号, 118~125, 昭34. —19) 佐久間貞行他: 日医放会誌, 22巻7号, 871~876, 昭37. —20) 大沼勲: 日医放会誌, 22巻6号, 739~742, 昭37. —21) 有水昇他: 日医放会誌, 20巻4号, 904~906, 昭35. —22) 中堀孝志他: 日医放会誌, 21巻4号, 145, 昭36. —23) 高橋信次: 臨床放射線, 印刷中.