



| | |
|--------------|---|
| Title | 廻転集光照射法に於いて病巣への放射線の的中に対する廻転横断写真の役割C60遠隔照射法の研究(第2報)廻転撮影法の研究(第49報) |
| Author(s) | 松田, 忠義; 渡辺, 令 |
| Citation | 日本医学放射線学会雑誌. 1959, 18(11), p. 1584-1591 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/16319 |
| rights | |
| Note | |

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

回転集光照射法に於いて病巣への放射線の的中 に対する回転横断写真の役割

Co^{60} 遠隔照射法の研究(第2報)

回転撮影法の研究(第49報)

名古屋大学医学部放射線医学教室(主任 高橋信次教授)

松田忠義 渡辺令

(昭和33年12月9日受付)

緒 言

余等は Co^{60} 遠隔照射の実施に際しては如何にしたら病巣部に確実な線量を送り込む事が出来るか最も大切な問題だと考へる。此の必要性は單純照射法に比して回転集光照射の場合に一層切実に要求される。それは回転集光照射を行つても此を確実にしないと、此の照射法は無意味であるばかりでなく却つて有害となるからである²²⁾。

それで、余等が実施している回転集光照射法の具体的な方法を中心にして、此の問題を考えてみたい。余等が此迄に Co^{60} の回転集光照射を実施したのは48名である。

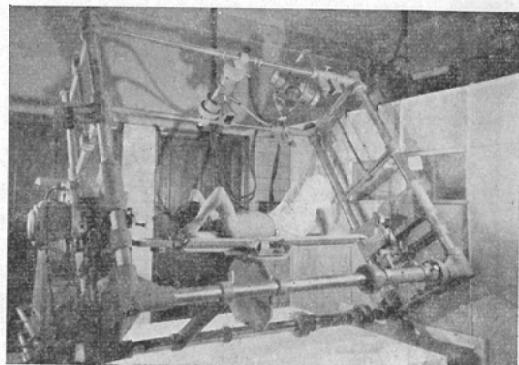
余等の Co^{60} 回転集光照射法は回転横断写真の所見にその基礎をおいている。即ちその手順は、1)先ず照射時の臥位の姿勢で病巣部の回転横断撮影を行う。2)此の横断写真を基準に照射計画を立てる。

I 横臥式回転横断撮影装置と撮影法

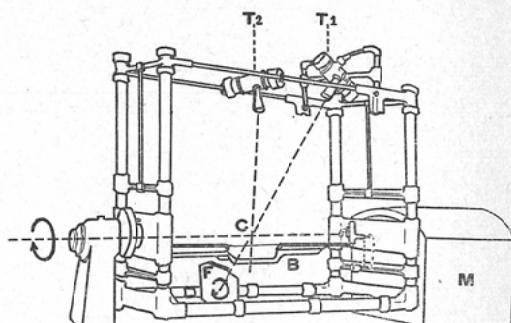
余等の Co^{60} 回転集光照射では臥位の患者の病巣を回転中心として線源が回転する¹⁾。此の為には照射時の姿勢の横断面を得る必要がある。余等の横臥式回転横断撮影装置と撮影法は此の目的に適している^{3) 4)}。その後此の装置の改作を施したので現状を説明する。

撮影装置はX線管球、被写体、フィルムを載せる回転盤が此の順序に並ぶ(第1図)。X線管球とフィルムとは同一の回転軸に対し、互に逆の方向に同期的に回転する。回転の範囲は200度で此に

第1図 横臥式回転横断撮影装置実況



第1図 説明図



T₁ 回転横断撮影用X線管球

T₂ 横断部位記録用X線管球

F フィルムを載せる回転盤

B 撮影合

M 回転駆動器

装置の回転軸と管球集点及びフィルムを載せる回転盤の回転軸の三者が同一平面にあり、X線管球T₁とフィルムFは同一回転軸に対し、互に逆方向に同期的に回転する。

は8~12秒を要する。

此の際、被検者は管球回転と無関係に水平位を保つ撮影台に仰臥位に固定し、フィルムは鉛直面をとつている。

又、撮影台に切れ込みをつけ、横断部位を中心とした30cmの範囲だけは3mm厚さの合成樹脂板で作つてある。

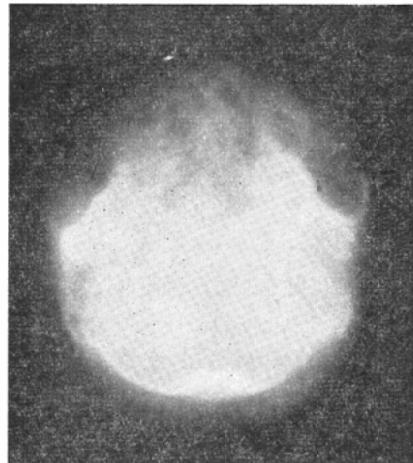
装置の回転軸と管球焦点及びフィルムをのせる回転盤の回転軸の3者が同一平面にある様配置する。此の際の距離的関係は装置の回転軸から管球(a)及びフィルムの回転中心迄の水平距離(b)が夫々148cm, 46cmである。又フィルム面から管球支持に垂した足から112cmだけフィルム面より遠去つて管球焦点が位置する。従つてX線束の中心線はフィルム面に約30度傾く事になる。管球とフィルムを同期的に回転し乍ら200°の範囲にX線を曝射すると、フィルム上にはフィルムに平行な人体の横断面が撮影される。撮影される横断写真は実物に比べ変形はないが $a+b/a=1.30$ 倍に拡大される。従つて此の写真から読みとる大いさに $1/1.30$ を乗ずれば実大が求まるわけで、以下文中の数値は何れも実大に換算した値である。

実際の撮影条件は成人骨盤部85KV 30~35mA、胸部80KV20mAで、従つて身体の縦ゆる部位の撮影が可能である。又別に横断部位の直上に他のもう一つの管球を用意し、此で単純撮影をする事により撮影台の下に位置せしめた小さなフィルムにその横断部位を記録出来る様にしてある。撮影の実施に当り、特に体表面の輪廓がよく現出する様にバリウム粥を塗布したり、又照射計画に必要な指標として体表面に適宜鉛線を貼布する事がある。

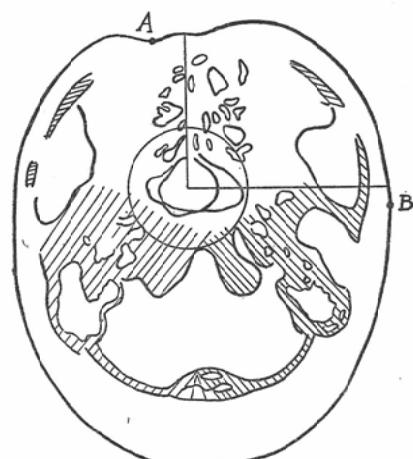
II) 照射計画：此の横断写真を基礎に、照射部位と照射野の大きさを決定し、病巣線量の算定、回転方式を選定する。

A) 照射部位と照射野の大きさ選定：今、脳下垂体腫瘍の症例を中心に具体的に述べてみよう。耳側半盲症を主訴とする32才の男子である。頭部の正面及び側面の単純写真では著明な変化はみられない。1cm間隔で撮影した矢状方向の断層写真

第2図



説明図



眼窩中央に於ける回転横断写真、蝶形骨洞に一致して腫瘍陰影を認める。

A, Bは夫々右眼内眞と左外聴口の2cm前方に貼布したフェーズの位置である。
Aより1.2cm内方の点より6.3cmの深さを回転中心にして、 5×5 cmの放射野で回転集光照射を行つた。

にも変化はなく、右側臥位に於ける前頭方向の7cmの断層写真にトルコ鞍の直下で蝶形骨洞の内に 3.4×3 cmの境界明瞭な円形濃厚陰影を認める。

次に、眼窩外眞と外聴道口を結ぶ線が垂直になる姿勢で仰臥位に頭部を固定し、眼窩中央の高さで回転横断撮影を行つた。此の際、指標として右眼窩内眞と左外聴道口の2cm前方の2カ所に鉛線

第1表 頭 部

| | | | | | | | |
|-------|--------------|------------|--------------|--------------|--------------|------------|--------------|
| 左 右 径 | 7.3 (6.5) | 5 (5.1) | 5.8 (4.7) | 5.5 (6.4) | 5 (5.5) | 7 (6.3) | 7.5 (7) |
| 前 後 径 | 7.3 (5.8) | 8 (6.3) | 5 (5.5) | 7 (5.5) | 3.5 (4.7) | 7 (7) | 7.5 (6.5) |

第2表 子宮頸部

| | | | | | | | |
|---------------|--------------|-----------|---------------|-------------|--------------|---------------|-------------|
| 8.3 (10.7) | 7.2 (8.5) | 8 (10) | 8.5 (11.2) | 9 (10.8) | 8.8 (9.7) | 8.5 (10.2) | 9 (10.5) |
|---------------|--------------|-----------|---------------|-------------|--------------|---------------|-------------|

を体軸と平行に貼布した。説明の便宜上前者の指標をA、後者をBとする。

撮影された横断写真(第2図)をみると、頭部の略々中央で蝶形骨洞部に一致した処に左右に長い卵円形の腫瘍陰影を認める⁵⁾。その大きさは3.9×3.0 cmで境界明瞭であり、篩骨洞は健常である。体表面に貼布した鉛線は夫々白点として結像している。腫瘍の中心の位置は指標Aより1.2cm内方の処から6.3cmの深さで、Bよりも1cm前方の点から7cmの深さに相当する事が判る。即ち腫瘍は眼窩外眞と外聴道口を結ぶ線が垂直になる姿勢で、右眼窩内眞の1.2cm内側の皮膚面から6.3cmの深さの処にあり、恰度左側直角の方向の体表面の位置は左外聴道口より3cm前方に相当している事が判つたわけである。

尙、腫瘍は矢状方向の断層像と横断面像とが共に略々円形像を呈するので実際は略々球形でその大きさは3.9×3cmである。従つて直径5cm高さ5cmの放射野で廻転照射を行えば、腫瘍に一致して完全に照射の出来る事が判つた。

斯様に横臥式廻転横断撮影の所見を基準にする事により、廻転集光照射の計画を立てるのに、体表面の目標からどれだけの深さでどれだけの大きさを選べばよいか⁶⁾、一々具体的に求まるのである。

今、体内に於ける病巣の位置を横臥式廻転横断写真から求めたのに比べ、それ以外の方法で決める場合の差違を調べた。対象は頭部7名、子宮頸部8名である。頭部は上顎洞にモルヨードールを注入したもの3例、楔状洞、蝶形骨洞及び脳下垂体の腫瘍4例であり、前後方向の単純写真で側面の皮膚からの距離を測り此を左右径とし、側面写

真に顔面からの深さを測り前後径とした。此等の計測は3名の医師が独立して行い、此を平均した。更に4例は断層撮影の所見を加味してある。一方、子宮頸部の位置は白木式骨盤計測計で前腹壁からの深さを測定したものである。その結果は夫々第1、第2表の如くであり、括弧内の数値は横断写真からの計測値である。

頭部の場合は何れも1~2cmの差がみられる。此は単純写真と断層写真から距離を求める場合、実際には体表面の何処を基準に選ぶかによつても此の値は変るし、又複雑に重疊する骨陰影により病巣の境界に明瞭を欠く。横断写真からの計測値に比べて差があるのはこうした事柄がその原因であつた。一方骨盤計測計による子宮頸部の深さが2cm内外浅い結果である。此は計測に際し、双合診による多少の圧迫がその原因と考えられた。

次に立位で撮影した廻転横断写真の所見がそのまま仰臥位での廻転照射の計画立案の基準としてよいかどうかを検討してみた。即ち同一患者について病巣の同一部位の立位と臥位で廻転横断撮影を行い、体の横断面の輪廓と、横断面に於ける病巣の位置を比較した。対象は頭部3例、頸部1例、胸部2例、腹部3例である。その結果は頭部、頸部では殆んど差がない。胸部、腹部では両者の所見に差がみられた。即ち立位に比べ臥位に於ける横断面の輪廓は左右径が長い橢円形となる。此の差は腹部で著明である。

又、胃、腸管等の横断面に於ける位置は立位の方が臥位よりも外側方に位置し体表面からも深い²⁾。一方病巣の胸壁、腹壁の皮膚面に於ける高さは立位の場合、臥位に於けるよりも3~4cm下方に相当し、此の差も腹部で大きかつた。斯様に

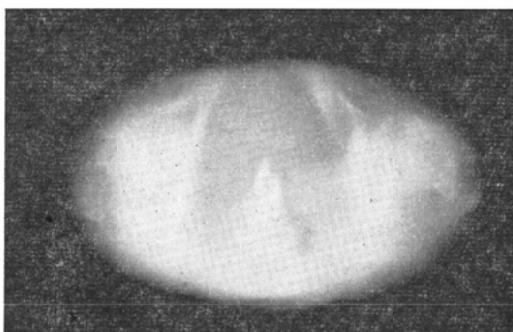
仰臥位での廻転集光照射の計画に立位で撮影した横断写真の所見を基準にするのは、少くとも胸部、腹部では不適当である。

B) 病巣線量の算定：前項で明らかの様に廻転横断写真では病巣の横断面に於ける位置と体表面の輪廓を正確にする事が出来る。此の所見を基に廻転照射の場合の中心部の線量を次の手順で計算する。

照射時の体位で撮影した横断写真で病巣の中心から10度毎に体表面迄の距離を測る。夫々の距離に拡大率の逆数を乗じ、此の距離に応じた Tumor air ratio の値を Johns の表より求め此を平均する⁶⁾。此の平均値を廻転中心に於ける空中線量に乘じ、更に Cone 及びベットの補正により単位時間当たりの病巣線量を求めるのである。

今、此の様にして計算される線量が実測値と比較してどれ程の差異があるかを調べた。対象は子宮頸癌8名である。子宮頸部にモリヨドールを浸したタンポンを挿入し、仰臥位で此の高さの横断撮影を行う。第3図に示す例では前腹壁の中央か

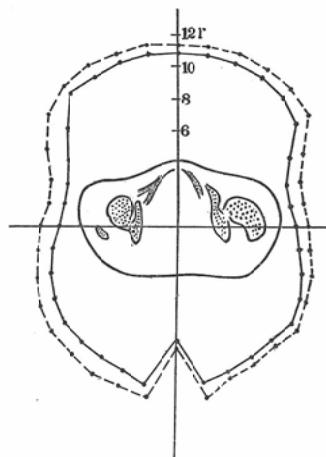
第3図 子宮底部の廻転横断写真



子宮底部にモリヨドールのタンポンを挿入し廻転横断撮影を行つた。

らモリヨドールの中心迄の距離が9.2cmで、放射野10×10cmではその Tumor air ratio の値は0.707で此を空中線量16r/minに乘じ、更に Cone の補正值0.94を乗じ此の方向からの線量11.3の値が計算される。斯様に10度毎の線量を計算したのが第4図で点線で結ぶ値である。結果1分間の病巣量は9.6r/minと計算される。

第4図



点線で結ぶ10°毎の値は、子宮頸部を原点とし体表面迄の距離を測り、此に応じた Tumor air ratio から求めた線量を示し、実線で結ぶ値は Radcon Chamber を挿入し、入射線量を実測したものである。両者は10%以内の差で一致している。

次に Victoreen の Radcon chamber を腔腔に挿入し、Chamber の尖端が丁度廻転中心になる放射野を選び、廻転照射し乍ら10度毎に各方向からの入射線量を読み取つた。第4図の実線で結ぶ線量がそれであり、1分間の積算量が8.8r/minと実測された。今、此の例で計算値と実測値を比較するに、何れの方向からも大体同じ割合で実測値が少く各方向からの入射線量の分布は大体相似の形をとつてゐる。但、左右の50度の範囲は他の処よりも実測値が少く、此の範囲に一致して厚い骨層が横断写真で認められる。全体の病巣量は計算値が8%だけ多い結果である。同様にして求めた7例について1分間の病巣線量の計算値と実測値は表3に示した如くで、何れも実測の線量が10%内外少い値である。

又、個々の場合について各方向からの入射線量の分布図を一々実際に描いてみると、供覧した例と同様、両者は大体相似の形で計算値が大きい値を示し、左右の50度の方向の範囲の差が多少大きい。

各方向からの入射線量の分布が計算値と実測値で相似する事実は余等の横断写真から求める位置

第 3 表

| | | | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 計算 値 | 9.6 | 9.7 | 9.0 | 8.1 | 8.7 | 8.2 | 8.3 |
| 実 測 値 | 8.2 | 9.2 | 8.6 | 7.4 | 7.5 | 7.5 | 7.6 |

と距離が正確である事を示している。又、何れも実測値が10%以内で少い値を示し、此が骨層の厚い方向で差の大きい事は骨盤部の線量計算に軟部組織から算出した Tumor air Ration の値をそのまま使用するにある。

C) 回転方式の決定：個々の症例で全回転照射か一定の範囲の振子照射かの決定は、横断面に於ける病巣の位置と拡り、隣接器管の分布を考慮して行つてある。勿論、此の根拠には予め模型について全回転と振子照射の場合の線量分布、容積線量等を実際に測定し、その利害得失を勘案した結果においている⁸⁾。

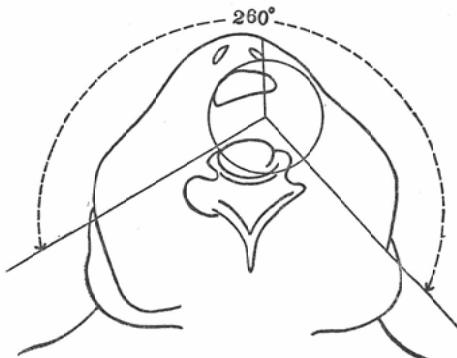
余等が振子照射の対象に選んだ17例は次の2つに大別される。その一つは特定範囲の照射を避けたい場合である。此の内には、頭部では眼球、腹部では腎臓肝臓等に対する照射量を少くしたい場合である。又以前に照射して変化の残る皮膚の範囲をさけたい場合も此に含まれる。

もう一つは病変が可成り偏在している場合である。胸内壁に接した腫瘍、横行結腸及び腸間膜の腫瘍、及び片側の骨盤結合織腫瘍等の場合が此に相当する。

今、喉頭部に広汎に拡る癌腫を例にその実施法を説明する。第5図は下顎を垂直に挙上させた姿勢で頭部を固定し、甲状腺の中央の高さで撮影した横断写真を模写したものである。

横断写真と断層写真の所見から腫瘍は喉頭部の左後方にあり、右前方に圧迫している事が判る。又その中心は頸部の正中線位より7mm左側方の皮膚面から3.3cmの處に相当する。此處を回転中心にして左130°右120°の範囲の振子照射により、脊髄への直接の照射を少くし病巣部に線量を集中させ得る事が判る。又、背面110°の範囲は肩の一部が入り回転中心迄の距離が大きくなる事も此を除外した一因となる。

第5図 喉頭癌患者の回転横断写真複写図



前方及び側方の260°の振子照射を行つた。回転中心と回転範囲の選択が合理的且つ正確に出来る。

振子照射の場合、病巣の横断面に於ける位置と拡りが具体的明瞭になるので、回転中心を何処にして、どの範囲を回転すべきかの選択が合理的に計画出来るのである。

III) 照射法の実施：以上の計画を基に患者を治療台に整位固定し、照射中の監視を行い乍ら実施する事になる。第2図に示した頭部腫瘍例で説明した様に、横断写真の所見に基づき、病巣の直上と、此と直交する側方の2カ所の体表皮膚面に夫々指標を明記する。此の2点を目安に整位固定する。即ち、装置に附属する照準光を頼りに治療台を上下左右に移動しつゝ病巣の直上の指標点を回転軸に持つて来る。此處から横断写真より求めた深さ丈け治療台を挙上させる。此の際、回転中心で直交する側方からの投光器の光が、側方の皮膚面の指標に一致するかを確かめ患者を固定する。此は病巣の直上の指標丈けでは患者の体位の如何に拘らず、照準される事を防ぐ必要からである。

固定の難しい頭部、頸部の照射の場合は横断撮影を行つた姿勢でギブスベットを作成し装用せた。

回転照射実施中、患者の動搖がなく計画通りに

遂行されるかどうかの監視には、余等は独自の方法で此を行つてゐる。その実際的な事柄に就いては続報で述べる。

考 按

廻転集光照射法は体腔深部に潜む病巣に対し線量を集中させうる点で、最も理想的な照射法である事は言を俟たない。近時、此の照射法に Co^{60} ヲ線や超高圧X線を加味する事により、在來のX線廻転集光照射よりも更にその優良性の増加が期待される考証がなされている⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹⁹⁾。

然し乍ら此の照射法を實際の症例に應用して所期の目的とその成果を括かす為には、その実施上に種々の技術的な問題が存在する。即ち、その第一は如何にして病巣部を廻転中心に整位固定せらるかの工夫であり、その第2は廻転集光照射法に於ける病巣線量の算定と空間的線量の分布の問題に要約されるであらう。

今、此の2つの問題を中心に余等の方法と考え方を吟味してみる事にする。

病巣の位置確認の論： 廻転集光照射の計画設定に當り、その基本となるのは何處を廻転中心にしてどれだけの範囲を選ぶかの決定である。本法の実施に際し在來の諸家が病巣の位置決定に選ぶ牛順は大別して2つに分けられる⁹⁾⁻¹⁰⁾。即ち照射をうける体位で病巣部の正面と側面のX線撮影に断層撮影の所見を加味して体腔内の位置を決める。更に病巣部の体表面の輪廓を求め、此の輪廊内に前者の位置を移すという方法である。体の横断面の輪廊を描きとるのに、薄い鉛帶や特別の木輪⁹⁾が應用される。

今、此等の方法で求められる病巣の位置がどれだけ正確なものであるかを検討してみる。

余等が頭部を対象に正側のX線写真と断層写真の所見から推定された病巣の位置を、照射時の臥位で撮影した横断写真から求めた位置に比較するに、両者で最大2~3cmの距りがみられた。

此の原因は何處にあるだらうか。

元来、廻転横断撮影では常に一定の拡大率で変形のない横断面が示現される事実は、此の撮影法に関する一聯の研究で実証されている³⁾⁴⁾。然も

断層撮影にみられる量像が少い。此はこの撮影法で得られる断面が非常に薄く0.05mm程度のものであり、障害陰影の少いためである。従つて此の写真に現われる病巣の位置と大きさ並びに形状は、そのまま実態としてよい⁴⁾²⁰⁾。

一方、正面のX線像から左右の距離が、又側面像から前後の距離が求められる様に一般には考えられている。

然し此等の所見から求める距離には場合によつては可成りの程度の誤差は免れない。その理由の1つは元来立体的に構成される被写体がフィルムと言う一平面に投影される結果、各病巣の位置する深さによる拡大率がまちまちであり、且拡散するX線による像の歪が起り、此等を理論的に更生する処置はないのである。第2の理由は正面像と側面像から立体的な位置を帰納する場合には両者の撮影方向と体位がお互に正確に直角である事が必要であるが実際に此を正確にする事は可成り困難である。

第3の理由は單純写真に伴う重複投影の欠陥は成る程断層撮影により解明はされる。然し断層撮影により位置を決定する場合、此の写真的性質上、撮影される層が厚く、X線像には歪を伴う欠陥がある。又実際的な面から断層写真の体表面が生体の何處の個所に相当するかの判定や、撮影の体位でその現われる深さが変る等の事は免れ得ない處である。横断面の状況を具体的に知るという点では廻転横断撮影には到底及ばない事は既に実証されてある³⁾⁴⁾²⁰⁾。

廻転集光照射装置には立位と臥位の二つの型式があり、治療の理想からは一般には臥位の方がよい。

一方又横断撮影の装置にも立位で撮影するものと、臥位で行う型式のものとがある。余等は此の撮影法の研究当初、既に臥位での撮影がその本旨であり、治療の前処置としての必要性を説き、昭和26年に装置を完成した³⁾。

然し臥位の装置は立位に比べ機械的にその精度調整に困難があり、その後改良を続けて来たが現在では立位のものに優る鮮銳な横断写真の撮影が

出来る様になつてゐる²¹⁾。

現在、臥位での廻転横断撮影装置は外国には未だその完成をみていない様である。

病巣線量算定の論: 廻転集光照射法に於ける空間的線量分布、病巣線量の算定には此迄に幾多の研究業績がある¹²⁾⁻¹⁹⁾。Co⁶⁰ γ線や超高压X線による廻転集光照射法の進展により種々の方法も亦考案された。此等の方法の中で Johns が提唱した Tumor air ratio の概念は日常臨床に応用する場合、最も簡単で最も正確を期待し得るものと言えよう⁶⁾⁷⁾。

余等も実際の治療への応用に先立ち水ファントームについて Johns の tumor air ratio の数値を基に計算する事の信憑性を実測値と比較して確かめた⁸⁾。子宮頸部を対象にする生体の場合でも、此の方法による計算値と実測値とが10%以下の差で一致する事を確めた。

由來此の算出法は廻転軸におかれる病変の中心から各方向の体表面迄の距離がその基本になる。従つて横断面の体表の輪廓と病巣の位置を正確にする事により始めて此の計算法が用いられる。此の点余等の照射時の姿勢のまゝでの横断撮影は最も理想的であり具体的である。事實、子宮頸部に於ける各方向からの計算値と実測値の両者がよく一致している事は此を実証していると言えよう。

廻転集光照射の内、特定の範囲からの照射を避け振子照射を計画する場合、その廻転範囲の選択は横断面の所見を知つて初めて具体的正確に決定されるのである。

以上廻転集光照射の実施に当り、病巣の位置と振りを決め、病巣線量の算定や廻転方式の選択等、照射時の臥位での横断写真的所見が、有用且つ正確に此の照射法の目的を果すものだと考えてゐる。

結 論

Co⁶⁰ 廻転集光照射を計画実施する場合、病巣に確実に線量を送り込む具体的な方法について、実例を供覧して述べた。余等の廻転集光照射のやり方は照射部位の臥位に於ける横断写真を基礎にする。横断写真では病巣の横断面の位置と大いさ

が実際の體で知る事が出来る。

此の所見から廻転中心におく位置と照射範囲を決める。

病巣の位置を決めるのに、横断写真と他の方法ではどれだけの相違があり、その原因は何處にあるかも検討した。

病巣線量の算定は、横断写真で病巣の中心から表面迄の距離を10度毎に測定し、此を基準に Josn の Tumor air ratio の方法に従い計算する。斯うして計算される値は Radocon Chamber の実測値に比べ10%以内の誤差で一致する事を子宮頸癌の測定結果から確かめた。

又、振子照射の廻転範囲の選定に際し、横断写真は有用な所見を提供する。

文 献

- 1) 高橋信次他: Co⁶⁰ 遠隔放射法の研究(第1報) Co⁶⁰廻転集光放射装置について、日医放誌、18, 8, 1143~1151(昭33). — 2) 松田忠義: Co⁶⁰ 単純照射法の病巣の中法、日医放誌、印刷中。 — 3) 高橋信次: X線廻転撮影法の研究、弘前医学、2, 1, 1~7(昭26). — 4) 高橋信次: 断層撮影と廻転横断撮影、東京、医学書院、昭30. — 5) 高橋信次他: 健常なる成人頭部の水平横断面、日医放誌、11, 8, 1~8(昭26). — 6) Johns, H.E.: Dosage Calculation for rotation therapy with special reference to Cobalt 60. Am. J. Roentgenol. 75, 1105~1116, 1956. — 7) Johns, H.E.: Physical aspect of rotation therapy. Am. J. Roentgenol. 79, 3, 373~381, 1958. — 8) 岡島俊三: Co⁶⁰遠隔照射法の研究、日医放誌、掲載予定。 — 9) Friedman et al: Principles of supervoltage rotation therapy. Radiology, 64, 1, 1~16, 1955. — 10) Maus, J.H.: Three years clinical experience with rotation therapy with theratron. Am. J. Roentgenol. 79, 3, 1958. — 11) Haas, L.L. et al: Three-dimensional body forms for use in treatment planning with the 23-Mev betatron. Radiology, 64, 105~111, 1955. — 12) Thomas J. and Nielsen, H.: Rotatory irradiation at 400KV. Acta radiol. 40, 408~418, 1953. — 13) 中泉正徳他: 食道癌に対する連続透視式廻転照射法の効果について、日レ誌、17, 2, (昭14). — 14) Nielsen, J.: Clinical results with rotation therapy in cancer of the esophagus. Acta radiol. 26, 361~, 1945. — 15) Benner, S. et al: Equipment and technique in precision rotation roentgen therapy. Acta radiol. 43, 65~80, 1955. — 16) Pfalzner, P.M.: Rotation therapy with

Cobalt 60 unit. Acta radiol. 45, 51-61, 1951.
— 17) 中泉正徳他：廻転集光照射法に於けるレン
トゲン線量の空間的線量分布，日レ誌，16, 2, (昭
13). — 18) Castro, V. et al: Calculation of do-
sage in vertical rotation therapy using standa-
rd isodose charts. Am. J. Roentgenol. 73, 815—
826, 1955. — 19) Klingerman, M.M. et al: Co-
nsideration of rotation therapy with the 22.5

Mev. Betatron. Am. J. Roentgenol. 79, 3, 387
—399, 1958. — 20) 松田忠義他：肺結核空洞の断
層撮影と廻転横断撮影，日医放誌，13, 11, 674～
680 (昭29). — 21) 山田常雄：立位及び臥位に於け
る消化管の横断面的観察，日医放誌，掲載予定。—
22) Nielsen, J.: Indications for rotation thera-
py. Acta radiol. Suppl. 116. 541～549. 1953.
