The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	高線量率小線源による食道癌の腔内照射 : I.照射技術
Author(s)	阿部, 光延; 石垣, 武男; 中村, 皎 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1976, 36(2), p. 111-120
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18518
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

高線量率小線源による食道癌の腔内照射

I. 照射技術

国立がんセンター
阿部 光延　石垣 武男　中村 皎　宇城 信吾
北川 俊夫　河内 清光　松本 健　広田 映五
佐野 量造　飯塚 紀文

（昭和50年8月19日受付）
（昭和50年11月25日最終原稿受付）

Intracavitary irradiation technique applied on radical radiation treatment of the esophageal cancer

I. Irradiation technique

Mitsunobu Abe, M.D., Takeo Ishigaki, M.D., Kiyoshi Nakamura, M.D., Shingo Ushiro, M.D., Toshio Kitagawa, M.D., Kiyomitsu Kawachi, B.S., Ken Matsumoto, B.S., Eigo Hirota, M.D., Ryozo Sano, M.D. and Toshifumi Iizuka, M.D.
National Cancer Center

Research Field Code: *605*
Radiotherapy: *Esophageal cancer, Intracavitary irradiation*

Since micro or macroscopic remnant lesions have been found so often in the primary area of the esophageal cancer treated previously with conventional external radiation therapy, complete clearance of such remnant lesion is one of the most important and basic problems in radiation therapy aiming radical cure of this disease.

In this study, the intracavitary irradiation technique with high intencity small source was applied to the remnant lesion in the primary area following the external radiation treatment.

Several technical problems investigated on clinical application of this treatment procedure are as follows.

1) The cases following the external radiation treatment of 5000 rad with improved primary area showing no definite remnant irregularities and tumourous hardness of the esophageal wall in X-ray films could be considered as reasonable candidate of this study.

Because microscopic remnant lesions were still proofed by histological examination in many of such well improved primary area irradiated with 5000 rad preoperatively.

2) Since a rubber baloon fixed to the out side of the end of the source loading tube is able to be extended by slight air pressure up to 2 cm in diameter, the surface—source distance in this irradiation technique should be 1 cm. Depending upon such fixed SSD, the maximum depth of the lesion in the

esophageal wall to be included in the region of the sufficient dose distribution could be limited within 5 mm from the innersurface of the esophageal cavity.

3) The equipment used in this study was designed with automatic control mechanism. Therefore, irradiation programs are to be set in the control pannel prior to each treatment. Basic calculation formulas were appeared in Table 5.

Clinical course on a case treated with the additional intracavitary irradiation technique following the external radiation treatment were reported here.

Further clinical study is to be followed.

食道癌の原発病巣は，放射線照射に比較的良く奏効するところから，放射線による根治治療の可能性を実現に導くため従来照射技術の開発を主体とした積極的な努力[4)11)12)15)16)]が払われてきた．

その結果，この疾患の治療に多く用いられてきた外部照射の技術は，原体照射法を初めとして著しい進歩を示し，ほぼ理想的水準に到達したと考えられる．

しかしながら，現在迄に報告されている放射線単独治療による臨床成績は，他の放射線治療の適応症におけるものに比して，なお必ずしも満足されるべきものではない．

これは，食道癌の治療に関しては，上記外部照射技術の進歩に加えて，なお多くの課題に対する解決の努力が要求されていることが意味していると考えられる．

それらの課題の中，現在考えられる主なものは，より高率かつ的確な原発病巣の根絶，リンパ節転移の十分な把握及びその対処手段の開発などであろう．

一方現在食道癌根治治療に主として使用されている手術的手段にもなおその症例によつては困難性を指摘されることもあり，放射線治療に関しては，上記課題を解決して適切な根治治療手段としての充実を計り，根治手術の困難な症例に対する治療技術の補充を期さねばならない．

そこで，本研究においては，前述した課題のうち，原発病巣に対する的確な根絶手段の開発を試みることとした．その理由について説明を加えれば次のごとくである．

すなわち放射線外部照射を与えられた食道癌原発病巣の多くは，その臨床経過において，X線像，内視鏡所見，管腔通過状態などに比較的速やか，かつ著しい改善を示すにかかわらず，照射された原発病巣局所に治療終了後なおその残存，再発をしばしば経験する．

試みに，国立がんセンターにおいて過去10年間に放射線単独治療が行われた症例のうち，6MVリニアックX線により根治目的で局所に6000rad以上の照射が与えられた51例の原発病巣部位における治療結果を検討すると表1のごとく，51例中25例の原発巣は照射終了時には良く改善され臨床所見にて明らかな残存を認めなかつたが，その後1年6カ月以上の経過観察により局所よりの再発がそのうち17例に証明され，又その他26例の原発巣は，照射終了時なお明らかな残存の所見を示していた．

Table 1. Local curability in carcinoma of the esophagus treated with over 6000 rad on external radiation therapy alone

primary lesion		number of cases
persistent		26
recurrent	positive	17
	negative	8
total		51

なすわち上記51例中43例（84%）の症例には，十分な線量が与えられたにもかかわらず，なお原発病巣が残存し，これらが，おのおのの症例の予後に重大な影響を与えているのである．

以上の理由から，本研究においては，この疾患に対して根治目的で放射線治療を適用する場合，まず外部照射後原発部位に高率に残存する病巣を根絶に導くことが必要であり，この課題に対して新らたな治療手段の開発を研究目的としてとりあげたのである．

この根絶手段として，著者らは，小線源による腔内照射法の適用を試みた．

腔内照射法選択の理由は下記のごとくである．

1．上記残存病巣の多くは，放射線に対する抵抗性が比較的大きいことが経験的に知られていることから，これを根絶するためには強い生物学的効果を期待できる方法の適用が望ましい．

2．かかる残存病巣に対して外部照射による線量追加を試みたとしても病巣根絶の成功率は低く，かつ周辺健常組織における重大な後障害の発生は不可避となる．

3．病巣は，深く筋層に達するものが多く，このような臨床進度を示す病巣に対する外部照射の成功率は低い．

4．残存病巣の多くは，壁内に小細胞集団を形成して島与状に散在するが，全体の面積としては，比較的限局されていることが多いことから，該部を選択的に照射することが望ましく，その目的に関しては，この照射法による線量分布が良く適合し得ると考えられる．

上記の理由により，小線源腔内照射法を後に述べる高線量率小線源照射装置を用いて試みた結果，上記目的を達し得る可能を認めたので報告する．

なお本研究においては，照射技術すなわちその基礎的因子および手技について述べ，治療成績については，症例数および本治療法独自の臨床経験を待つて報告する．

I. 基礎的因子

a．照射装置

遠隔操作式高線量率小線源腔内照射装置が用いられた．

この装置は，カプセルに封入された1㎜直径，約1 Ci Co 60の小粒を線源として，これを15㎝以内の任意長の病巣に沿つて，後に述べる如き基本方式によつて計算された線源間隔，線源滞留時間などの条件にしたがつて自動的に移動せしめることにより，任意深さの病巣に均等な線量分布によつて，任意の線量を投与し得るように設計されている．

そして，全照射時間は10分間以内であり，以上の性能からこの装置による食道癌の照射の臨床適用が可能となつたのである．

b．線源移送管

本照射方法に対して新たに試作した線源移送管は，図1のごとく65㎝長のポリエチレン盲端管を

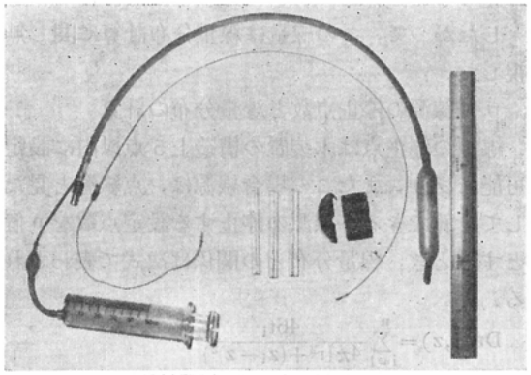


Fig. 1. Source loading tube

本管とし，その内径は2.8㎜であり，線源を著しい抵抗なく移動せしめ得，かつ管内における線源の「アソビ」は無視できるものである．

また，この管の先端には，X線透視による管の位置確認のための指標として小鉛片が封入され，さらに鉛片に近接して，口側に15～10㎝長さの管外壁に沿つてゴム製嚢が接着され，これに接続する細管を通じて外部から送入された空気により拡張された嚢によつて本管内線源中心から嚢外壁迄1.0㎝の距離が保たれるように設計されている．

上記移送管は，線源が格納器よりの移動行程中間に存在する線源移動調整装置に直接結合され，管の盲端側が食道内に嚥下される．このように接合された移送管中を，線源は照射室外に設置された操作機により遠隔操作であらかじめ設定された方式にしたがつて走行することとなる．

c．照射条件の設定

この課題は，本照射術式において最も重要な構成因子の一つであるところから，とくに詳細にわたつて述べることとする．

すなわち線源はすでに述べたごとく，装置にあらかじめ設定されたプログラムにしたがつて運動し，病巣を照射する，以下そのプログラムの作製ならびに使用の要点について説明する．

イ．線源移送経過の線量

線源が貯蔵容器外を移送される速度は，約15 cm/sec であり，また治療範囲内の通過所要時間は1秒以下であることから，その線量が線量分布計算に与える影響は約 0.3%以下である．

したがつて，この線量は線量分布計算に関し無視した．

ロ．線源の停止点数と線量分布の計算

線源の停止点は本装置の構造上5点以内に設定可能であり，またこの場合線源は，点線源と見なして計算できる．線源の停止する設定点数をn個とするとき，線量分布との関係は次式で表わされる．

$$D_P(r,z)=\sum_{i=1}^{n}\frac{46t_i}{4\pi\{r^2+(z_i-z)^2\}}\mathrm{WAR}(\sqrt{r^2+(z_i-z)^2})\cdots\cdots(1)$$

ここにrは線源の移動する軸（以下z軸と呼ぶ）からの距離で，zは治療範囲（長さ）の中央からz軸に平行な距離とする．z_iはi番目の設定停止点の座標を示し，r_iはその点の設定停止時間（秒）を示す．WAR(r,z) は線源から (r,z) 点の距離における水中照射線量と空中照射線量の比[27]を表わす．

つぎに，各停止点間を引き戻す際の線源移動速度は 0.4cm/sec であり，治療範囲が長ければ線量分布への寄与を無視できない．したがつて，この間の線量分布への寄与の計算は，線状線源とみなし，次式で近似した．

$$D_L(r,z)=\frac{46\times2.5}{4\pi r}\left\{t_{an}^{-1}\left(\frac{z_1-z}{r}\right)-t_{an}^{-1}\left(\frac{z_n-z}{r}\right)\right\}\cdots\cdots(2)$$

（1），（2）式は1 Ci の Co 60線源に対し，Rの単位で得られる．

ハ．最適空間線量分布

治療範囲内の特定の病巣の深さにおける線量分布の均等なものを最適空間量分布とした．

すなわち，指定した範囲内の線量の変動率

$$\mathrm{COV}=\frac{\mathrm{Dmax}-\mathrm{Dmin}}{(\mathrm{Dmax}+\mathrm{Dmin})/2}\times100\cdots\cdots\cdots\cdots(3)$$

が最小となるような条件を求めてこれを最適プログラム設定条件の判定基準としたのである．

全照射線量に寄与する（2）式の比率は，治療範囲と，計画された照射線量に依存し，各点の設定停止時間には無関係である．したがつて，（1）式から，各停止点数について，最適停止時間配分を，停止点間距離毎に，線源軸からの距離の函数として求めた．さらに，その時の変動率を求めた．

これらの結果をもとに，（1），（2）式を共に考慮して，（3）式の値が最小となる治療計画に即応した最適空間線量分布が得られる時の諸条件を，最適プログラム設定条件とした．

ニ．線源停止の諸条件

i）線源停止時間の配分

線源停止が3点以上の場合は，均等な線量分布を得るためには，各点における停止時間の配分に

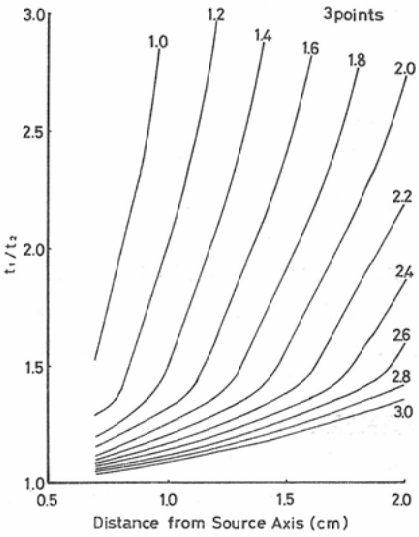


Fig. 2. Relationship in exposure-time, space of each points and distance from source axis on three points irradiation.

対して考慮が加えられねばならない．図2には，3点停止における最適停止時間配分の比を各停止点数ごとに，各停止点時間距離に対して，治療範囲内の病巣深度γの函数として例示した．

ii）線源停止点数と間隔

各治療範囲（長さ）について，種々病巣深度で変動率が最小となる停止点数とその間隔の相互関係と，変動率を病巣深度（線源軸からの距離）の函数として，治療範囲が3，5cmのおのおのについて例示した（図3，4）．

これらの図で点線で示されているものは，両端の停止時間距離と治療範囲が等しくなる場合で，一般に治療範囲より広い領域に計画された照射線量が与えられる．また，この時間配分比率は，3倍以内でシュミレートされたが，3cmの治療範囲の場合に一点鎖線で示してあるのは，この比率を無限大にした場合，すなわち，3停止点が2停止点に近づいて行く状態を示したものである．

このように指定された治療範囲では，病巣の深さが増すと，線源停止点数は少ない方が線量の変動率は小さく，均等な線量分布の得られることがわかる．

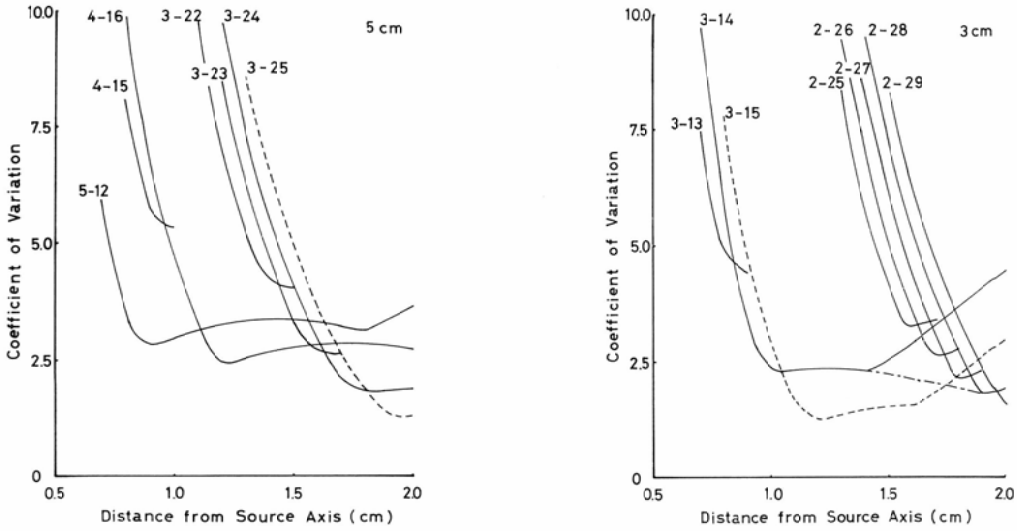


Fig. 3 & 4. Relationships in numbers and spaces of irradiation points on the minimum variation of dose distribution with three and five cm length of the lesion were shown in Fig. 3 & 4.

Table 2. Examples of optimum programing condition for a dose of 200 rad over the effective treatment length at 1.5cm away from source axis. (Source strength; ^{60}Co-1Ci)

Treatment length (cm)	3	4	5	6	7	8	9	10
Number of points	3	3	4	4	5	5	5	5
Space (mm)	14	19	16	19	17	19	22	24
Setting time (sec) t_1	91	94	87	91	87	91	92	96
t_2	28	53	47	58	49	56	66	71
t_3	91	94	47	58	50	57	67	72
t_4			87	91	49	56	66	71
t_5					87	91	92	96
Maximum dose (rad)	205	204	205	206	205	207	207	210
Minimum dose (rad)	195	196	194	194	195	193	193	191

さらに，これらの結果は線源軸の近傍では変動率が大きく，均等な線量分布は望めないことを示している．

ホ．プログラム設定

ここに集録されたデータを基にして，（1），（2）両式共に考慮し，線源—病巣間距離を1.5cmと仮定し，計画照射線量を 200rad とした場合，種々治療範囲に対する最適プログラム設定値を表に例示した（表2）．

ここに線源の強度は1 Ci と仮定した．なお5cm治療範囲に対する等線量分布曲線は図5に示したごとくである．

d．適応条件

本照射術式を適用し得る症例は，下記に述べるごとき種々の条件を満足するものと考える．

イ）食道壁の伸展性

先述のごとく，病巣部位においては線量移送管に接着されたゴム嚢の拡張による線量—食道内壁間距離が 1.0cmに保たれねばならない．したがつて，本照射技術実施に当つては上記移送管の通過を防げる病巣による狭窄はすでに外部照射によつて良く改善され，なお腫瘍浸潤による壁硬結も消失して，その局部の食道壁は軽度な空気圧によつてほぼ均等に伸展し得る状態であることが必要条件とされる．

また，この腔内照射に先んじて，外部照射によ

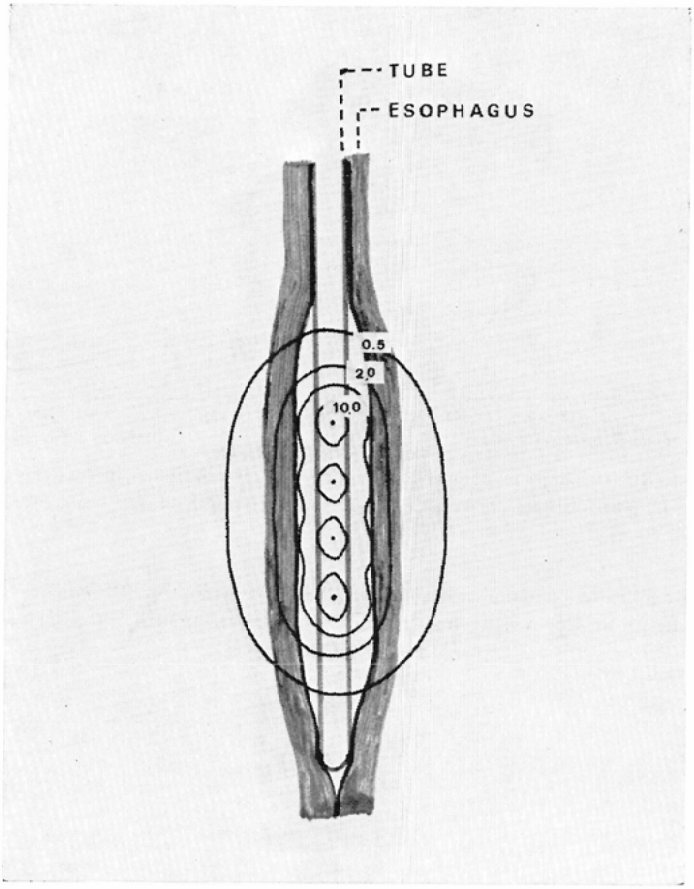


Fig. 5. Isodose curves on 4 points irradiation in the esophagus cavity was shown in Fig. 5. Numbers indicated given dose (×100 rad). Effective length: 5 cm. Space in each points: 16 mm. Exdosure time (sec): 92, 50, 50, 92

つて与えられる線量は，局所に小線源照射が付加されることから判断して健常組織に与えられる変化を最小限度におさえる為に過大であつてはならず，著者らのかつて子宮頚癌に対して外部照射後腟内照射を付加して治療した場合の経験から，その投与線量としては5000rad が限界であろうと推定される．

すなわち，外部照射により5000rad 投与された時点で，上記条件を満足し得る迄に病巣部位が改善された症例が，この照射術式の適応として考慮されることとなる．

ただし以上は，臨床上多く経験される壁硬結，または内腔狭窄を伴つた食道癌進行症例についての考慮であり，いまだ病巣が壁内に部分的に浅く存在する早期の症例に関しては，別途に考えられるべきであろう．

ロ．組織学的検討

前述のごとく，外部照射により5000rad を与えられ，満足すべき壁の伸展性を示すまでに改善された原発部位の残存病巣の状態について組織学的検討を行つた．

用いられた材料は，国立がんセンターにおいて術前照射を試みられた食道癌症例のうち，6MVリニアックX線で5000rad が5週間に与えられ，照射終了時X線像，内視鏡所見により，食道内腔に明らかな残存病巣を認めず，壁の伸展性が前記条件を満足すると考えられた19症例から摘出された病巣である．これらを病理組織学的に検索した結果，標本中に認められる残存病巣は，そのうち1例を除き大部分の症例に図6に例示したごとく，食道内腔表面より 0.5cm以内の深部に蜂巣状に散在性に認められることが証明された．

以上の結果からイ）の条件を満足する症例の多くに認められる残存病巣は，食道内壁より 0.5cm以内の深部に存在すると推定しても大きな誤はないと考えられる．

ハ．線量分布適応深度

この照射技術は，基本的には小線源による近接照射であり，これによる局所治癒に関する成功性は，線源—表面間距離と病巣深度との相関関係に大きく影響される．

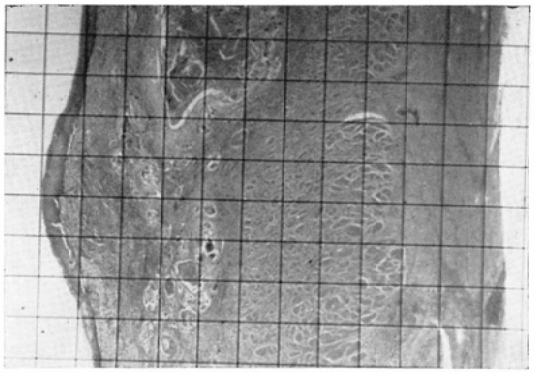


Fig. 6. Mutliple remnant tumour nests revealed in the esophagus wall after external irradiation of 5000 rad. (The esophagus cavity was appeared on the left of the figure.) Distance between each lines indicated 0.4 mms.

しかしながら，本照射方法においては，線源—表面間距離は線源移送管に接着せるゴム嚢すなわち空気層によつて 1.0cmに限定されていることから適切な条件によつて照射され得る病巣の深度には限界が生ずるわけである．

図5に示されるごとく，線源を中心として周辺に向い急速に減少する線量の変化から，病巣と食道腔内壁に与えられる線量の差異が可及的少なく，かつ病巣部位が均等な線量分布で含まれ得る病巣の深度として内壁表面より 0.5cmの深さがこの腔内照射を適用し得る限界と考えられる．

以上の各因子に関する検討の総合的結果より，本照射術式の適応となる症例としては，外部照射により5000rad が与えられた時点において，原発病巣が良く改善され，X線像，内視鏡所見により食道内腔に明らかな残存を認めず，かつ食道壁は軽度な空気圧によりほぼ均等に伸展し得るものを考えることができるのである．

II. 照射手技

放射線単独根治治療の過程において，外部照射により5000rad が投与された時点で，病巣の変化が既述諸条件を満足した場合，その症例を本照射方法の適応として外部照射を打ち切り，下記の手順により小線源腔内照射が付加せられた．

a．腸瘻造設

腔内照射による限局性の強い反応の発現が想定されることから，その局所を照射期間中および後を通じて可及的，機械的，化学的刺激から被護するために空腸瘻を造設し，これを通じて栄養を補給し，局所反応が照射終了後十分減退する迄経口食物摂取を避ける方針をとつた．

b．照準

すでに述べたごとく，本治療法における腔内照射は，外部照射により，病巣が良好に改善された後に開始されることから，その時点においては，X線所見による病巣部位の精度高い確認は極めて困難なことが多いため，まず外部照射開始時にX線像，内視鏡所見などに基づいて病巣の上下端に相当する前胸壁皮膚面上に腔内照射時と同姿勢にて印をつけ，その印から腔内照射開始時の残存病巣の限界を判断，決定する．

III.　線源移送管の位置調整

上記操作に続いて，嚥下された線源移送管の先端に包着された鉛片を指標としてX線透視により，皮膚面上の印と照合しつつ管と病巣との相互関係を確認し，ついで移送管外ゴム嚢に空気を送入して管を病巣部に固定し，かつマウスピースを用いて口腔にても同時に固定せしめる（図7）．

一方模擬線源を照射時と同条件下に自動的に管内を運動せしめ計画通り線源が病巣域を移動することを確認する．

IV.　病巣照射

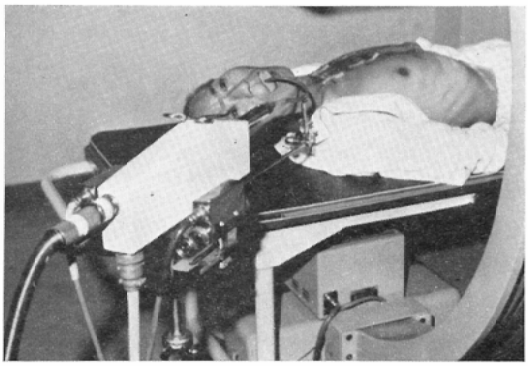


Fig. 7. Swallowed a source loading tube was fixed with a mouth piece.

さきに述べた操作によつて決定された照射対象となる病巣の長さと，内視鏡所見より想定された病巣の厚さの部分的差異を考慮に入れ，前記基本方式に沿つて線源の走行経過中の滞留点間隔，点数，各点における照射時間などの諸条件を決定し操作機に設定する．一方挿入位置を調整，固定された線源移送管を線源格納器に接続し，操作機を作動せしめて照射する．その間モニターテレビによつて線源の移動を確認する．照射線量は，荒居ら[2]の経験に基づいて食道内壁面より 0.5cm深部に対して 250～300radを週2回ずつ等間隔に8～10回の照射を試みた．全照射回数の決定は，毎週施行されたX線撮影による病巣の変化を基として行われた．

研究結果ならびに検討

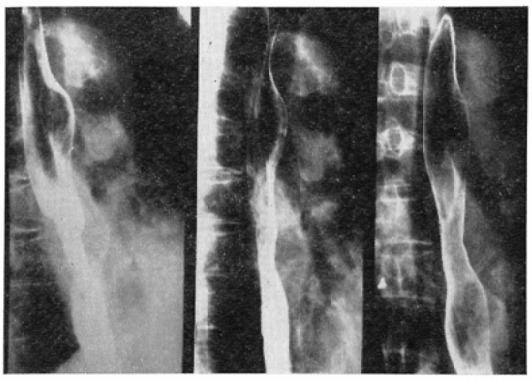
本照射術式の臨床適用価値の判断に関しては，今後症例数，治療経験の充実を待つて報告する予定であることから，本論文においては，この治療方法がすでに試みられた症例の治療経過の例示に止めることとする．

（症例）

74歳の男，通過障害を主訴とし，X線，内視鏡など諸検査の結果，胸部食道扁平上皮癌と診断され，明らかな転移の存在を証明されざるも，年齢，心肺機能不全などの理由から，手術的手段を避け，放射線単独根治治療が施行された．

治療方法としては，まず胸部食道のほぼ全長に沿い，かつ上部縦隔洞内所属リンパ節系および腹腔動脈起始部リンパ節領域を含めて，6MVリニアックX線による原体照射法にて5000rad が5週間に投与された．図8，a, b, はこの症例の照射前および5000rad 照射時のX線像における病巣の変化である．

上記時点において，本症例の原発病巣部位は良く改善され，前記諸条件を満足したことから，本治療法の適応と考え，外部照射を打切り，腔内照射に備えて空腸瘻造設を行なつた．空腸瘻による全身状態の調整が可能となつた時点，すなわち外部照射終了2週間後に，既述方法による腔内照射が開始された．投与線量は食道内壁より 0.5cm深



(a)　(b)　(c)

Fig. 8. a. Pretreatment b. 5000 rad with external irradiation c. Immediately after completion of intracavitary irradiation.

部において 250rad を週2回等間隔に繰り返し，10回迄照射を行つた．

図8cは腔内照射終了時のX線像であるが，すでに明らかな残存を認めず内腔は全く平滑であり，6ヵ月後の現在なお再発の所見を認めていない．

以上例示した治療経過から，本治療法による病巣根絶の可能性が推考し得るものと考える．なお本照術式を試みるにあたつて考慮すべき諸点について検討を加えることとする．

1．食道病巣に対する小線源腔内照射は，すでに塚本らによつて試みられているが，照射時間が長いことが欠点とされていた．しかしながら本照射法によつては照射時間は10分以内で終了し得ることによつて照射技術において一つの進歩を示したものと考える．

2．本治療法はつぎに述べるごとく，なお多くの経験を必要とすることから，満足すべき治療成績を得るためには今後多大の努力を要求されるであろう．しかしながら，食道癌に放射線単独根治治療を遂行するにあたつて，外部照射の限界を打開し，残存病巣を根絶すべき方法としては，本治療法が最も理想的かつ可能性のあるものの一つであると考える．

3．本照射法に用いられた高線量率小線源短時間照射は，小線源を用いる照射方法としては比較的新しく開発された術式であり，生物学的基礎資料，臨床経験共に十分満足されるものではないことから，この方法実施にあたつては，今後病巣の根治のみならず局所組織の障害に関してなお慎重な注意と検討を必要とされる．

4．この照射方法の対象とする残存病巣は壁内に島与状に散在する小細胞集団であり，従来のX線，内視鏡的検査方法によつては，その残存範囲を的確に把握することは極めて困難であり，今後かかる状態の病巣に対する精度の高い局所診断技術の開発が望まれる．

5．治療経過の継続的観察は，放射線治療にとつて最も重要な因子の一つであるが，従来の最も容易に行い得るX線撮影による影像読影の経験は分割外部照射に基づいており，かかる特殊な照射法による変化に関しては，独自の新たな診断経験の集積が必要とされるであろう．

6．本照射法は，食道の病巣のみならず，病巣が体腔（管状）表面より5㎜以内の残存性のものである場合はこれを適応となし得る可能性もあるところから，著者らは，直腸癌，腟壁癌などに対する適用の試みを行つているので，その結果は追つて報告する．

要　旨

放射線単独治療による食道癌原発病巣の根絶を期待する場合，従来用られてき外部照射によつてはなお多くの症例に残存病巣を証明する．

かかる外部照射後の残存病巣をさらに根絶に導く手段として，高線量率小線源腔内照射法の適用を試みた．

この照射法に対する適応範囲は，技術的，理論的に制限されるが，この術式による局所病巣根絶の可能性は十分考えられるところから，その照射法について報告した．

この治療法による臨床成績に関しては今後症例および経験の集積を待つて報告する．

本論文の要旨は，第34回日本医学放射線学会総会において報告した．

なお本研究は，厚生省がん研究助成金によるものである．

文　献

1) 阿部光幸，高橋正治，小野山靖人，西台武弘，蔡　萍立：日医放会誌，31 (1972)，1264—1269.
2) 荒居竜雄，森田新六：癌の臨床，20 (1974)，33—36.
3) Frazier, A.B., Levitt, S.H. and DeGlorgi, L.S.: Am. J. Roentgenol., 108 (1970), 830—834.
4) 池田道雄：癌の臨床，19 (1973)，592—596.
5) 飯塚紀文：日消外会誌，6 (1973)，435—447.
6) Johns, H.E.: The Physics of Radiology. (1969), C.C. Thomas, Springfield Ill.
7) Jaslin, C.A., Smith, C.W. and Mallih, A.: Brit. J. Radiol., 45 (1972), 257—270.
8) 筧　正兄，母里知元，山下延男，北川俊夫：日医放会誌，30 (1970)，296—301.
9) 金田浩一，岡部滋樹，沢木修二，津屋　旭：癌の臨床，14 (1968)，860—870.
10) 北川俊夫，母里知之，山下延男，筧　正兄，千原　勤，井筧重彦，川島吉良：癌の臨床，15 (1969)，1052—1055.
11) 北川俊夫，母里知之，奥村　寛，植田俊男，山下延男，筧正兄：癌の臨床，16 (1970)，361—367.
12) 小金丸道彦：日医放会誌，32 (1972)，320—342.
13) 御厨修一，飯田孔陽，町田孝子，梅垣洋一郎，平田克治，飯塚紀文，三富利夫：日本気管食道会報，19 (1968)，205—215.
14) Millburn, L., Faber, L.P. and Hendrickson, F.R.: Am. J. Roentogenol., 103 (1968), 291—299.
15) 母里知之：日医放会誌，27 (1967)，45.
16) 森田皓三，母里知之，筧　正兄，林繁次郎：癌の臨床，20 (1974)，199—206.
17) Paterson, R.: The Treatment of Malignant Disease by Radiotherapy, (1963), Edward Arnold Ltd. London.
18) Person, J.G.: Am. J. Roentogenol., 105 (1969), 500—513.
19) 酒井邦夫，北畠　隆，稲越英機，佐藤俊郎：癌の臨床，18 (1972)，448—452.
20) 食道癌取扱い規約，食道疾患研究会編 (1972).
21) 高岡　中，前田盛正，浦野宗保，吉川純弘，織坂豊離，中谷泰隆，長谷川正秀：日医放会誌，27 (1968)，1607—1621.
22) 塚本憲甫：日医放会誌，17 (1957)，435—465.
23) 梅垣洋一郎，御厨修一，町田孝子：臨床放射線，10 (1965)，289—302.
24) 若林　勝，入江五朗，菅原　正，三橋英夫，山口成厚，重茂　絜，花島尚子，加藤斉之，松田正二，乾　安行，田近邦夫，平山喜明：臨床放射線，11 (1967)，678—684.
25) 若林　勝，大沢　忠，三橋英夫，菊地雄三，三田迪哉，渡辺太郎，斉藤和彦，須田善雄，吉井町子，加藤斉之，小柴隆蔵，古瀬　信，若林征子，西谷　巌，入江五朗，須崎一雄，岩崎尚弥，北川　毅，乾　安行：日医放会誌，31 (1971)，340—378.
26) Wakabayashi, M.: High Dase Rate Intracavitary Radiotherapy using the Ralstron, (1971), Hokkaido University Medical Library, Sapporo.
27) Meredith, W.J., Greene, D. and Kawashima, K.: Brit. J. Radiol., 39 (1966), 280—286.