The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	声帯癌に対する照射計画の検討
Author(s)	北川, 俊夫; 木村, 千秋; 奥村, 寛 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1971, 30(11), p. 150-158
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/20293
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

声帯癌に対する照射計画の検討

愛知県がんセンター
北川俊夫，木村千秋，奥村　寛
中村　皎，筧　正兄
岐阜大放射線科

（昭和45年10月1日受付）

Radiation treatment technique of carcinoma of the vocal cord.

Toshio Kitagawa, M.D., Chiaki Kimura, Yutaka Okumura, Kiyoshi Nakamura, M.D.
Masae Kakehi, M.D.*
Aichi Cancer Center

Carcinoma of the vocal cord is well known as a good candidate of radiation therapy with excellent clinical results.

Limitation in clinical indication of radiation therapy for this disease, however, is hard to be neglected, according to part of the vocal cord in which the lesion located.

For instance, the lesion invaded into the anterior commisure is hard to get radical cure with external radiation treatment alone.

Since high energy radiation therapy developed, the range of clinical indication is seemed to be wider, and clinical results showed increasing curability. In this paper, with five year clinical experience in Aichi Cancer Center using telecobalt unit and 6 MV linearaccereletor, irradiation technique was discussed on the treatment planning basis, aiming further improvement of the range of clinical indiacation.

Discussion was based upon mainly dose distribution appeared in experimental datas obtained from film dosimetry, because the isodose curves with calculatingmethod using conversion factors were difficult to reveal their fine details in periferal area of the neck.

Experiment was performed on several irradiation techniques, namely single lateral field, two lateral opposing fields, two anterior oblique fields, threefields and moving beam techniques which were considered to be main technique in external radiation treatment of this disease.

Problems founded in this study were as follows.

1. Single lateral field technique with compensating filter on telecobalt unit to cases with lesion which located in the middle or posterior part of the vocal cord was one of the most reasonable and reliable one with minimal technical errors because the isodose curves were well adjusted homogeneously with a compensator.

In the other hand, a difficulty was found for adjustment of isodose curves with a compensator on 6 MV X-ray. Since the tissue dose in posterior part of the field is tend to reduce rather rapidly, given radiation dose to the lesion located in posterior part of the vocal cord could be expected insufficient with this technique. For application of 6 MV X-ray, this technique should be used very carefully.

2. Two lateral opposing fields technique revealed good homogeneous dose distribution spreading bi-

* Dept. of Radioogy, Gifu. Univ.

lateraly. Therefore no definite technical errors were expected with this technique. However, unbenefit radiation injury in other side of the larynx was unavoidable. Also using compensator in this technique hot spot area moves rather widely anteriorly or posteriorly according to the used compensator. This suggested possibility of giving insufficient dose to the lesion which located or invaded into anterior commisure, without very careful treatment planning.

3. Two antero-oblique fields technique showed beautiful diamond-shaped dose distribution. In practical point of view, this technique was seemed to be difficult to keep every set up with definite reliability and to be impossible to get direct view of the position of treatment field and the surrounding normal tissne in the treatment film which was considered to be the most important factor in the radiation treatment.

4. Two lateral opposing fields with additional single anterior field produced sufficient dose distribution in the anterior part of the larynx.

This dose distribution could be suited for the irradiation of the anterior type lesion. Treatment with this technique used practically are showing good clinical result as expected in cases with the tumor invaded into the anterior commisure in our clinic.

5. Oscillation technique on 6 MV X-ray produced dose distribution as good as two antero-oblique fields technique.

Dose distribution with the conformation technique on linearaccelerator was considered as the best one producing optional shape of beam focus depending upon the areas to be treated. The study will be continued to practice the conformation technique.

声帯癌は，従来放射線治療の最適応症の一つとして知られており，根治率も他臓器癌に比して高く，数多い優れた成績[3)8)14)19)]が発表されて来た．

しかし一方，その臨床進度，病巣の進展方向によつて厳しい適応限界があり，その治療成績に影響をおよぼしていた事も事実である．この適応限界は過去20年間の照射技術の変化，すなわち中等圧X線の外部照射[3)8)16)29)]，テレキューリー照射法[15)20)]，ラジウム軟骨外挿入法[22)]から，60COγ線[28)26)29)]，リニアックX線，ベータートロン電子線[9)]等の超高圧放射線の外部照射と移り変るに従い，序々に拡大され治療成績も次第に改善されて来た事から，照射技術がその適応限界を改善し得る因子の一つである事が考えられる．著者らは本研究において過去5年間愛知県がんセンターにおいて，この疾患の治療に上記高エネルギー放射線による外部照射を試みて来た経験に基づき，既施行照射技術の詳細に関して基礎実験結果と併行して検討を加え，その改善の余地，注意すべき点，ならびに現在の時点における適応の限界を知ろうと考えたものである．

A. 検討の対象

病巣型；病巣が声帯の中央部に限局する中央型は比較的計画上の誤差が少いと考えて除き，現在最も根治治療に困難を感ずる前方型[4)8)20)]すなわち病巣が前連合に進行したものおよび，計画上の誤差を生じ易い後方型すなわち披裂部に向つて進行したものの両者を検討の対象とする．すなわち上記二型が治療計画上困難を感ずる事が多かつたためである．

なお上方型，すなわち声帯上縁に沿つて，喉頭室に進行，下方型，すなわち声帯下縁より声帯下腔に進行の傾向を示す両者に関しても，照射計画以外に治癒率を強く左右する多くの因子が考えられるので，かかる病巣型をも対象より除いた．

感受性；線量投与の方針として 1,000 rad を一週間に与える基準速度を用いたため，この外部照射の線量配分に抵抗性を示し，経験的に充分と考えられる線量を投与した後もなお病巣の残存を示す如き生物学的低感受性に関する問題も本紙で

は触れない事とする．

照射方法：60 Co のγ線，リニアックよりの6MVX線を用いた外部照射に限定し，ベータートロンの高エネルギー電子線照射に関してはなお未解決な因子が多いので除いた．

上述二種類の放射線はほぼ同様な照射技術を用いて計画が行なわれ得ると考えるので両者を同方法で対比しながら検討する．そこで従来臨床上多く用いられて来たと考えられる照射方法を列記すると次の様なものであり，これらについて検討を行なう事とする．

1)　側面一門照射法
2)　1)に Compensator 附加
3)　対向平行二門照射法
4)　3)に Compensator 附加
5)　前面斜入角二門に Compensator 附加
6)　3)に前面一門附加（三門照射法）
7)　振子，原体等運動照射法

以上の照射方法を主体として順に検討を行なう．なお Compensator の使用法には数多くの考案[24)28)]が行なわれているが，本研究においては最も普辺性のある Compensating filter を用いたもののみを対象とする．その他の Compensator に関しては必要に応じて論ずる事とする．

照射野；喉頭癌の内，病巣が声帯に限局せる場合のリンパ節転移発生率は0～2％[15)17)]と極めて低い事からかかる症例に対しては原発巣のみに限局した照射を行なう事で充分目的を達すると云う考えから照射野は5×5㎝のものを用いた．

線量分布；実際臨床上は，照射計画を案出するに当つては，横断写真よりトレースした病巣を含む頚部横断面図に，あらかじめ水槽中で得られた等線曲線を補正値[28)]を用いて計算しつつ作製する．

しかし，この方法では本紙上特に問題としたい頚部辺縁の線量分布が把握し難いので，次に述べる如く実験的にフィルムの黒化度法を用いて，線量分布を得る事とした．

実験方法の要点は，次の如くである．

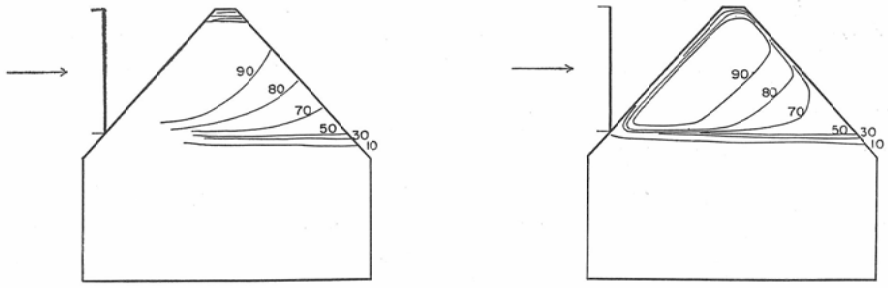
グラビアフィルムをポリスチレンファントーム中に挿入して照射し，自働描写装置で線量分布曲線を画き，主要点に関しては黒化度，線量ともに測定調整した．辺縁部1㎝以内のものは，別に2㎜間隔で照射したフィルムの黒化度が Standard curve の使用部分と一致する事を確認し，なおシャローチェンバで線量を測定調整した．したがつて辺縁部の線量分布曲線の精度は検討の対象となり得るものと考える．

B.　実験結果及びその検討

上記の実験により得られた既述各照射方法による線量分布を，計算法より得られたものと対比すれば図1，2の如くであり，両者の間には本研究の目的に関して著しい差異を認めないので以後実験結果のみを用いて論ずる．

1)　側方一門照射法

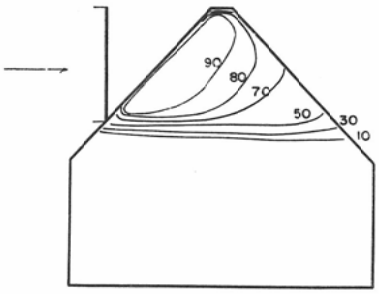
図2，3に示す如く，両者ともに，照射野内頚



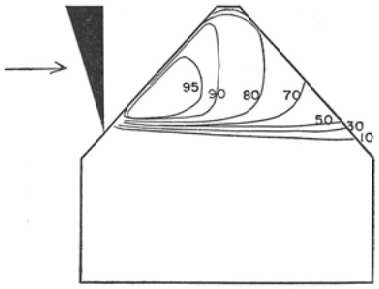
Calibration　　Calculation

Single lateral field
on 6 MV X-ray

Fig. 2　　Fig. 1



Single lateral field
on 60 Co γ-ray
Fig. 3



Single lateral field with compensating wedge
on 60 Co γ-ray
Fig. 4

部後方の線量が急速に減少し，線量分布の平坦性を欠く．但し6MVX線によるものの方が誤差が少い．したがつてこの方法は極めて限られた症例を除いてはその適用は危険であると考える．すなわち声帯の前方のみに病巣が限局しており，前連合には進行せず，また，声帯後方へも進行する傾向が明らかに否定し得る症例に限られるという事である．

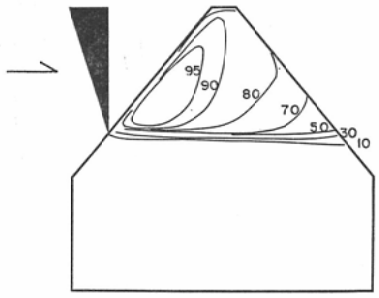
この照射法を，上記適応外の症例に試みに使用した場合は，前方のみに反応を現わし，中央部より後方の声帯の病巣には反応は弱く，一方下咽頭側壁より患側食道入口部に強い反応が現われ，嚥下痛を訴え，ために照射中断を余儀なくされ，または充分な線量を与え得なくなる事実を経験した．かかる現象は後に述べる不適当な Compensator使用の場合も同様であり，線量分布の状態からも当然理解され得る事である．また前方3㎜以内の辺縁部は両者ともに Build up のため急速に線量が減少し，前連合に進行した病巣の一部分に不充分な線量を与える危険もあり，数カ月後該部より再発を示した症例を経験している．

2．側方一門照射に Compensator 附加[26]

60Co γ線に対しては，Wedge filter として計算[27]製作されたものを Compensating filter として兼用を試みたが，その結果，線量分布は比較的容易に調整，平坦化され，臨床上にも充分満足される経過を示した（図4）．しかしこの場合も前方3㎜以内は Build up の影響を受け線量が急速に減少するので，前連合に充分進行したと考えられる病巣に対しては満足出来ない．

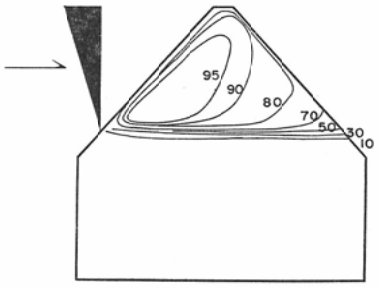
なお前頸部の角度を考慮に入れつつ，Wedge の角度，dに変化を加え，症例毎に充分検討すべき必要性も図5に示される如くである．

しかしながら6MVX線に関しては Compensating filter の使用は 60 Co の場合の如く容易ではない．すなわち60 Co に関しては上記の如く Wedge filter の兼用が可能であるが，6MVX線においては，相当する吸収係数を含んだ既発表の方式を用いて計算製作された Compensating wedge を用いても図6に示す如く線量分布の平坦化は満足されるものとは考えられない．すなわち照射対象が喉頭の場合は他臓器の場合よりも浅



Single lateral field with unsuitable
compensating wedge
Fig. 5

層において，さらに一層詳細な変化を要求されるのである．かかる場合は前方に過大線量を投入せぬ限り声帯後方の病巣に充分な治療効果を期待出来ぬ事になるわけで，この点に関しては今後研究

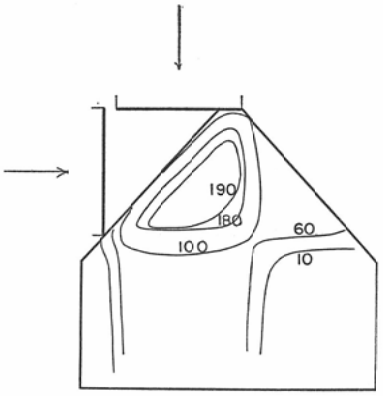


Single lateral field with compensating wedge on 6 MV X-ray

Fig. 6

を進めるつもりである．そこでこの欠点を補足する手段として著者らのその代りに使用を試みている方法は図7の如く側，前方各一門線量分布も良く改善されており，Set up も容易である．

また前方における線量減少の問題は前照射法の場合とほぼ同様で，前方型の病巣には充分注意を要するわけである．

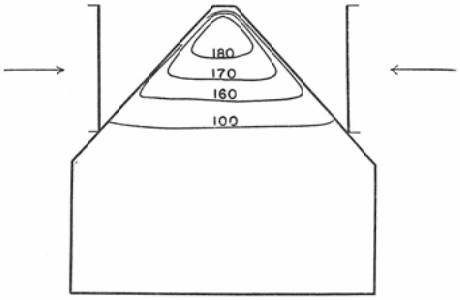


Rect-angle field on 6 MV X-ray

Fig. 7

3. 対向平行二門照射法

実際臨床上，簡便性，確実性等の理由から，しばしば用いられる照射方法[6)7)8)29)]ではあるが，線量分布は図8に示す如く，左右ほぼ均等に広がり，その結果，上記の如く線量分布曲線の形状により病巣（特に後方の）に与える線量の危険はないのではあるが，健側の喉頭組織にも大線量を与



Two opposing lateral fields on 60 Co γ-ray

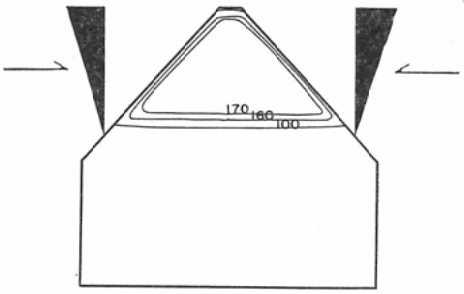
Fig. 8

える事は，現在の病巣のみを選択的に照射し健側臓器に与えられる線量を減少させ可能な限り少い後障害とともに病巣の根治をはかるべき照射計画の傾向とはむしろ逆行するものであると考える．

また，この合成により形成される Hot spot が6MVX線によつて著しく拡大される事および前方における急速な線量減少帯が60 Co で3㎜，6MVX線で5㎜の巾を示す点も使用上，病巣型とともに充分考慮に入れるべき問題と考える．

4. 対向二門照射法に Compensator 附加

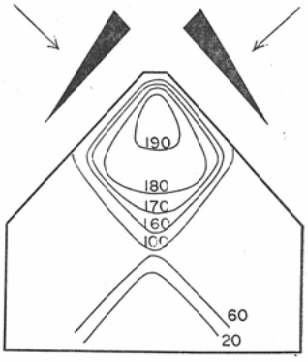
Compensator を附加した事による利点としては図9の如く Hot spot の拡大以外単純側方一門



Two opposing lateral fields with compensating wedges on 60 Co γ-ray

Fig. 9

の照射の場合の如く著しいものは認められない．むしろ使用する Wedge の角度により Hot spot の面積が急激に変化するため，この照射術式に関しては特に精密な計画が強く要求される事になると考える．

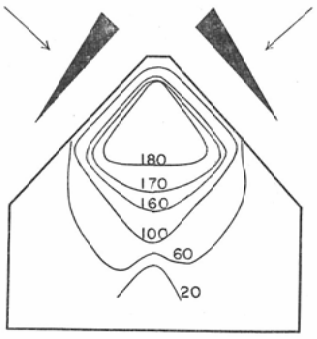


Two anterior oblique fields with compensating wedges
Fig. 10

5.　前方斜入角二門照射法

この照射方法は文献上にも数多く認められ[25)26)]，優れたものの一つである．この方法によつて形成される線量分布は図10に示す如く左右ほぼ均等な，菱形の線量分布であり理論上，4の照射方法よりなお安定且安全に治療できるものと考えられる．しかしこの照射方法に関しても実際使用してみると次の様な問題に到達する．

イ）理論上容易に見えても，実際の Set up による再現性が必ずしも高いとはいえない．その一例として前方二門間の距離に差異を生ずる事があれば，Hot spot の前方への延び方に著しい変化が現われ前方の病巣の不完全照射が起こり，また二門が接近し過ぎれば，皮膚に与える障害が大となる危険がある（図11）．



Two anterior oblique fields with longer separation
Fig. 11

ロ）3，4と同様，左右均等に照射されるので健側に大線量を与えるのみならず，後方にも不必要な線量が与えられる．

ハ）癌根治治療の原則であり且つ最も重要な因子と考えられる“ねらいうち”すなわち照射野と病巣の現互位置関係の確認が困難である．

ニ）6MVX線使用による前方の線量減少が特に大きくなる可能性がある．

等であり，この照射方法を計画通り使用するためにはなお充分な検討が必要と考えられる．

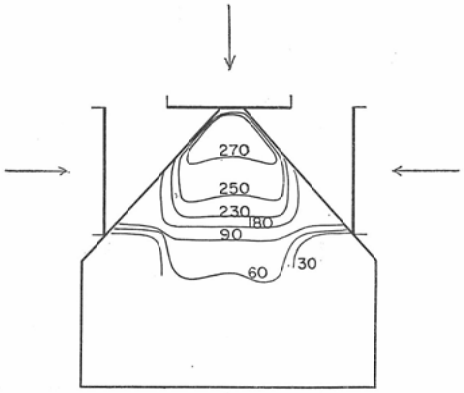
6.　対向平行二門に前方一門附加（三門照射法）[26)]

病巣が前連合に到達し，粘膜面より深部に進んだ場合は喉頭内癌の内，放射線治療に関して最も困難な対象の一つとなる．かかる病巣は照射終了時には全く消失した如く見えたものが1～1.5年後に再発を来す現象を多く経験する．

この原因の一つは線量分布にあると考えられるので試みたのがこの照射方法である．

三門の照射野に関して，6MVX線，60 Co γ線の種々な組合わせを試みたところ，6MVX線が前方一門に用いられた場合は，Bild up のため高線量分布領域の前端が頚部前面より5～10㎜後に位置するのに対し，60 Co を用いれば3㎜以内に保たれる．また後方に不必要な線量を可及的少くするため，前方一門は60 Co を用いる事が最適と考えられる．また同時に同一の装置で照射する事により再現性を高めうる事から60 Co 三門による照射方法が選択される結果となり図12の如き線量分布が得られたのである．かくの如く高線量分布領域が前方に接して形成される利点を用いて著者らは既に前方型の数症例にこの方法を適用し満足すべき結果を得ている．但し観察期間が充分長くはないので前方一門を附加する事に結果する軟骨を含む前頚部各組織の障害に関しては未だ言及出来ない．

かくの如く前面より一門附加する事により，Hot spot の位置を前方に移動させる事が出来るが，既述の如く，この方法を用いた場合でさえ前方線量減少帯の巾を3㎜以下に改善する事は困難



Three fields ;
Two opposing lateral and an anterior field
Fig. 12

である．

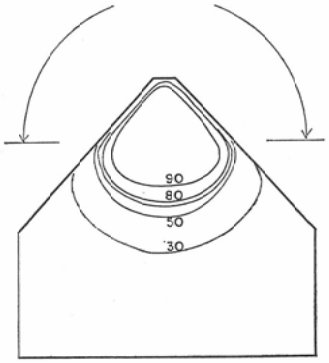
著者は現在の時点においてはこれが前方型に対する適応限界と考える．すなわち前連合部に進行した病巣が僅かに粘膜層より深部に進行した程度のものは上記の方法で治療し得るが，軟骨層またはその近くにまで進行した場合は頚部前面よりの距離が3㎜以下となる事があるため該部病巣を高線量分布領域に充分に含み難くなり，僅かな Set up の違いから不側の失敗をまねく危険があるからである．

すなわち治療計画はあらゆる危険性を考慮に入れなお充分満足できるものでなければならないと考える．

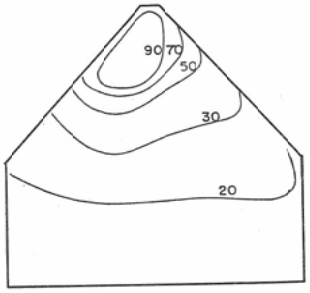
一方この問題に対して頚部前面にCompensatorを密着せしめ線量分布を充分前方に移動させる方法も試みられているが，これによる皮膚の障害は強く，放射線治療が不成功に終つた場合にとられるべき唯一の手段たる喉頭全摘出術を困難にする．すなわち治療対象が悪性腫瘍である以上，根治手段として放射線を用いる場合でも，万一不成功に帰した場合も考え，次にとられるべき手段，すなわち手術に困難性をもたらさない様，照射計画はかかる点まで留意して案出されるべきではなかろうかと著者は考えるものである．

7.　振子，原体を含む運動照射法

頚部の如く容積の少い部位は運動照射法による線量分布上の利点すなわち周辺健常組織と病巣部に与えられる線量の差が充分に現われ難い事から，従来運動照射の適応部位ではないとされて来た．しかしながら上記の線量分布に関する難点はリニアックX線を用いる事により著しく改善され適応の可能性について再検討されるべき必要性を生じたのである．



Oscillation technique
Fig. 13



Conformation technique
Fig. 14

試みにリニアックを用いて振子照射[29]を行なうと線量分布は図13に示す如くであり，前方斜入角二門照射法よりむしろ改善されている点さえある．しかし高線量分布領域が左右均等に広すぎる事と，後方に延びる事から前方斜入角照射法と同様の事が考えられるのではなかろうか．

次に現在既に子宮，肺，食道等を対象に行なわれ，最も理想的な線量分布を容易に形成し得る原体照射法[10)12)18)21)]をこれに適用してみると図14の如くである．かくの如く声帯病巣に対しても線量

分布においては他の照射方法に比して最も優れていると考えられ，偏側性に高線量分布を集中し得ている．したがつて線量分布の観点のみからすれば，この方法が最も適したものであると言える．しかしながら臨床上使用する段階においては，再現性，照射の確認の方法等，対象および線巣が極めて小さく線細であるだけに充分な検討を行なつてから実行に移すべきであると考える．

総括並びに討論

声帯癌は比較的放射線によつて治癒し易く，高エネルギー放射線も数多くの利点を有するものだけに，ともするとこれによる治療法は安易に考えられがちであるが，その照射計画を病巣型に関して深長に検討した場合は，既述の如く，かならずしも充分容易ではない．

そこで本研究で得られた結果をまとめて見ると次の如くである．

1) 現在の時点では偏側性声帯癌の中，中央型および後方型に関しては最も適する方法は側方一門照射に Compensator を附加したものであり，60 Co γ 線と Wedge filter をこの代用として用いる方法が最も容易，且つ計画誤差が少い．一方リニアック6MVX線を用いる場合は Compensating wedge の使用は特に後方型に対して充分深長に検討されるべき必要がある．

2) 前方型で病巣が前連合に到達せるも，なお粘膜面に止まり，または極めて僅かに深部へ進行した程度の症例は60 Co 両側方と前方の三門照射で治療し得ると考える．すなわち著者らが対向二門照射方を試みた三例の前方型はすべて再発を示し，結局喉頭全摘出術を行なつたのに対し60 Co 三門照射方を行なつた4例に関しては再発を認めていない．しかし病巣が軟骨に近くまたはその層中にまで進行せる症例に関しては，決定的な照射計画が発案されない限り現在の時点ではなお放射線の対象とは考え難い．むしろ手術を先行すべきであると考える．

3) 60 Co γ線，6MVX線の相互比較についての臨床的印象としては，6MVX線も射出口のの皮膚に反応を現わす事から，皮膚障害の点では60 Co γ線と差異がないが，照射中局所の反応が緩除[2)11)]であり，照射後の障害が後者において明らかに少い事から，上記の如く照射計画に関しては60 Co に比して困難な事が多いけれども，今後はこれを改善し，6MVX線使用の方向に努力されるべきであろう．

4) 運動照射中原体照射法は選択的線量分布の可能性と，基礎確立後は最も容易な照射計画が行ない得る事から著者等は今後これの実現に努力し追つて発表する．

文　献

1) Aron, B.S. et al.: Design of a universal wedge filter system for a Cobalt 60 unit. Am. J. Roentg. 96, 70—74, 1966.
2) Buschke, F., Vaeth, M.J.: Radiation therapy of carcinoma of the vocal cord without mucosal reaction. Am. J. Roentg. 89, 29—34, 1963.
3) Cantril, T.S.: Radiation therapy in cancer of the larynx. Am. J. Larynx 83, 17—20, 1960.
4) Chahbazian, C.M.: Cobalt 60 teletherapy of early carcinoma of the vocal cords. Am. J. Roentg. 99, 333—335, 1967.
5) Ditchek, T. et al.: Radical surgery after intensive high-energy irradiation. Archives of surgery 86, 534—539, 1963.
6) Feder, B.H. et al.: Early carcinoma of the vocal cords Kilovoltage results; telecobalt 60 dosimetry. Am. J. Roentg. 108, 269—277, 1970.
7) Fletcher, H.G.: Textbook of radiotherapy 1966.
8) Fletcher, H.G. et al.: The place of radiotherapy in the management of the Squamous cell carcinoma of the supraglottic larynx. Am. J. Roentg. 108, 19—26, 1970.
Ivan, H.S., et al. Cobalt-60 teletherapy 1964.
9) 石田哲哉他：喉頭癌に対する電子治療成績，兵庫県がんセンター年報第4号，59～65，1968.
10) 北川俊夫，母里知之他：リニアックによる子宮頸癌の原体照射，癌の臨床，15巻，1047～1055，1969.
11) 北川俊夫，母里知之他：超高エネルギー電子線治療の臨床的経験，日医放会誌，28巻，1365～1374，1969.
12) 北川俊夫，母里知之他：原体照射法における任意の形の線巣の作製，日医放会誌，29巻，162～169，1969.
13) 北川俊夫，母里知之他：原体照射法，癌の臨床，16巻，361～367，1970.

14) Lathrop, F.D.: Evaluation of supervoltage radiation therapy for carcinoma of larynx. Ann. Otol. Rhin. & Laryng. 77, 493—507, 1968
15) Lederman, M.: Place of radiotherapy in treatment fo cancer of the larynx. Brit. Med. J. 1, 1639—1646, 1961.
16) Lederman, M Dalley, V.M.: The treatment of glottic cancer. J. Laryng. & Otol. 79, 767—770, 1965
17) Mc Gavran, M.H. et al.: The incidence of cervical lymphnode metastases from epidermoid carcinoma of the larynx and their relationship to certain charactheristics of the primary tumor Cancer 14, 55—66, 1961.
18) 尾内能夫他：最小の実測値を用いて等線量曲線を作成する方法に関する考察，日医放会誌，27巻，1339～1346，1968.
19) del Regato: Carcinoma of the larynx. Laryngoscope 61, 511—516, 1951.
20) Shaw, H.J.: Glottic cancer of the larynx, J. Laryng. & Otolog. 79, 1—14, 1965.
21) Takahashi, S.: Conformation Radiotherapy Acta Radiologica Supp. 242, 1963.
22) 塚本憲甫：喉頭癌のラジウム療法，日医放会誌，4巻，437～438, 1943.
23) 塚本憲甫，北川俊夫他：喉頭癌の Co^{60} 遠隔大量照射治療の成績に関する検討，日医放会誌，18巻，329～334, 1958.
24) 恒元博他：Co^{60} 治療用 Compensating wedge filter の研究，日医放会誌，24巻，1204～1209, 1965.
25) 恒元博他：Wedge filter の臨床応用に関する研究，日医放会誌，28巻，1577～1586，1969.
26) Tudway, R.C.: The use of cobalt 60 beam unit for the treatment of carcinoma of the larynx. Brit. J. Radiol. 33, 98—104, 1960.
27) J. Van de Geijn: A simple wedge filter technique for cobalt 60 teletherapy. Brit. J. Rad. 35, 710—712, 1962
28) J. Van de Geijn: Compensation for the effect of oblique incidence of cobalt 60 radiation beams in teletherapy. Brit. J. Rad. 36, 56—62, 1963.
29) Wang, C.C.: Cancer of the larynx its management by radiation therapy. Radiology 80, 963—972, 1963.