喉頭癌（特に声門癌）に対する CT を利用した放射線治療計画（中桐・北山・稲村・門久・三上・松島）

ノート

喉頭癌（特に声門癌）に対する CT を利用した放射線治療計画

岡山大学医学部附属病院 放射線科

中 桐 義 忠・北 山 卓 一・稲 村 圭 司

門 久 繁 文・三 上 泰 隆・松 島 紀 志 夫

（論文受付 昭和54年7月16日）

(Code No. 411, 21437, 41313)

THE USE OF COMPUTED TOMOGRAPHY FOR RADIATION TREATMENT PLANNING OF LARYNGEAL CANCER

By YOSHITADA NAKAGIRI,
TAKUICHI KITAYAMA,
KEIJI INAMURA,
SHIGEFUMI KADOHISA,
YASUTAKA MIKAMI and
KISHIO MATSUSHIMA

Department of Radiology Okayama University Hospital.

(Article received; Jul. 16, 1979)

Summary

Although two opposed portals has been used for the treatment of laryngeal cancer, there are some problems such as dermatitis caused by increasing of shooting out dose, or poor centering of the X-ray to the focus of lesion.

Therefore we have examine the shape and location of the tumor and the surrounding tissues by computed tomography (CT) and laryngoscopy, and two anterior oblique portals with a wedge-filter was undertaken from the fore-neck.

The CT examination has made it possible to understand stereoscopy state of the focus of lesion and to get accutate treatment schedule of radiation angle and field according to the individual patients. On the other hand centering of the radiation dose to the focus was improved in two anterior oblique portals method, and the beam dose to the skin was also decreased.

This method has enable us applying the X-ray to the fore neck lesion, independently from the shoulder girdle.

緒 言

喉頭癌に対する放射線治療は外科的喉頭摘出術に比べ、機能保存の点から有利な方法であるが、放射線単独で行う場合、一般に 6,000~7,000 ラドの根治量が必要である¹⁾。照射方法としては、側方よりの 1 門、左右対向 2 門、斜入 2 門、運動照射等がある。現在、主に行われている照射法は左右対向 2 門照射法であるが、線量の病巣への集中性、高エネルギー化に伴う射出線量の増加による皮膚障害、軟骨壊死、肩部の照射野内への影響等の問題点がある。

われわれは CT 像から、患者個々の病巣部における横断面図が得られることに着目して、特にリンパ節転移のない下方型喉頭癌に対する放射線治療計画に際し CT 像から実物大の横断面図を作成し、輪郭、病巣部、隣接臓器の状態、位置関係を把握した上で、照射野を必要最小限に絞り、ウェッジフィルタを用いた前頸部よりの斜入 2 門照射を試み、種々の検討を行った。

1. 対象及び方法

2.1 喉頭癌の病型分類

日本頭頸部腫瘍研究会による喉頭癌の分類は下記の如くである²⁾。

腫瘍の進展方向、及びリンパ節転移に関しては、上方型と下方型では大きく異なる。即ち、リンパ流は喉頭室を境にして、上下に分れ、腫瘍の進展方向は上方型では声門より上に、下方型では下に進展する。又、リンパ節転移の頻度は上方型に多く、下方型に少ない。従って、左右対向 2 門照射法で放射線治療を行う場合の照射野設定は、Fig. 1 に示すように、上方型では上頸リンパ節群を含めて大きくとり、下方型では局所に絞るのが通常である。

われわれが対象とした病型は下方型、主に声門癌で、TNM 分類の $T_1N_0M_0$ 、 $T_2N_0M_0$ に属するものである。

2.2 使用機器及び材料

東芝製ライナック LMR-15A

(X線エネルギー 10 MV)

NEC-THERAC-III

ACTA スキャナ 0100型

横断面図作成用トレース台

Fig. 1 The classification according to shape of lesion and the flow of lymph, and the conventional irradiation method of laryngeal cancer.

a: early glottic cancer (field size, about $5 \times 5 \text{ cm}^2$).

b: supraglottic cancer (field size, about $6 \times 8 \text{ cm}^2$).

Fig. 2 The comparison of CT image with its original form using the phantom made of styrene foam surrounded with 1 mm Pb tie.

等線量曲線自記装置

発泡スチロール板、鉛板、アクリル樹脂板

2.3 CT 像の歪みについて

CT を治療計画に利用するための第 1 の前提条件は得られた横断面図が被写体に忠実に復元されることである。われわれは発泡スチロールに厚さ 1 mm の鉛板を巻いたファントムを作成し、その横断面図と実物の輪郭を比較した。Fig. 2 はその結果を示すものであるが、CT 像は実物の形によく復元されており、充分利用できることを確認した。

喉頭癌（特に声門癌）に対する CT を利用した放射線治療計画（中桐・北山・稲村・門久・三上・松島）

2.4 喉頭周辺の解剖図

Fig. 3 は第 6 頸椎の高さにおける頸部横断面解剖図である³⁾。喉頭の解剖学的特徴の一つは多数の軟骨で構成されていることで、放射線治療を行う場合、機能保存の面から晩発性局所障害である軟骨壊死を防ぐよう、出来るだけ照射野を小さくすること、及び放射線脊髄炎を防止するため、脊髄を照射野からはずすことに留意すべきである。

Fig. 3 Anatomy in the transvers section of laryngeal region.

1. thyroid cartilage
2. thyroid arytenoid muscle
3. arytenoid cartilage
4. cervical vertebrae (6)
5. spinal cord
6. pharyngo-laryngeal region
7. lateral arytenoid muscle
8. glottis

2.5 照射野の長さ（体軸方向）の決定と横断面図の作成

まず、横方向からの位置決め写真 (Fig. 4) を撮影し、照射野の長さを決定した。決定に際しては、位置決め写真と喉頭造影⁴⁾、喉頭高圧、喉頭鏡等を対照して、病巣の位置を確認して行った。つぎに、先に決められた病巣部の中心をマークし、その面での CT 像をとったが CT 像を位置決めに利用するためには、位置決め写真撮影時と同じ体位で CT をとる必要がある。われわれは位置決め写真撮影時に頸～頸部の紙型を作成し、CT 撮影時の体位の再現に適用した。又、後述するように、CT 像から入射角、入射点を決定する際の指標として、前頸部正中線上にマークをつけ、その上に細いビニールパイプを置き、更に、皮膚面が CT 像上でよく認知できるよう頸部にゴム帯を巻いた。Fig. 5 は実際の CT 像であるが図中の格子目はこの像を実物大に拡大する場合の目盛となるもので、1 マスの長さは 1.8 cm に相当する。

Fig. 4 The simulative X-ray photograph from lateral direction in laryngeal region. We decide on the radiation focus and length of field size in this photograph.

Fig. 5 The CT image of laryngeal region. We roll up the rubber belt around a neck to disclose its outline, and put the thin vinyl pype on the median plane to decide the center of radiation.

この CT 像をもとに、スライドを作成し、プロジェクタにかけ、実物大にトレースして横断面図を作成した。病巣の位置、進展範囲頭微細部分については、放射線科治療担当医及び耳鼻科医が CT、喉頭鏡、喉頭造影等から推測して記入した。

2.6 入射角、照射野幅の設定

入射角、及び照射野幅の設定にあたっては、本法の主たる目的である軟骨への照射をできるだけ避けることか

Fig. 6 Figure traced on the bases of the CT image. We decide the angle of radiation and the width of field size on this figure.

Fig. 7 compensated filter made of acrylic fiber.

ら、照射野幅は最小限に絞ることが望ましいが、照射野内がほぼ均等に照射される左右対向 2 門照射法 (ウェッジフィルタ使用)⁴⁾に比べ、高線量域がせまいので、充分病巣が入るよう、留意しなければならない。一方、入射角については脊椎が照射野内に入ることが最大の問題点で、病巣の中心を通り、脊椎がはずれるような方向の照射線束を選択する必要がある。

われわれは先に作成した横断面図を用い、まず病巣の大きさから、病巣が充分ふくまれるような照射野幅を決めた。対象とした TNM 分類の T_1 , T_2 では、実際治療を行う上の微妙な誤差も考慮して、大略 2 cm 前後とした。入射角の設定とウェッジフィルタの選択に関しては、入射角とウェッジフィルタの角度は同一であることが望ましいことから、15°, 30°, 45°, 60° のウェッジフィルタを組み合わせることにより、本法の問題点の一つである脊椎を照射野からはずす角度を選択し、入射角とした。

Fig. 8

Fig. 9

Fig. 10

Fig. 8, 9, 10 Dose distribution data in two anterior oblique portals with wedge filter. The width of field size are all 2 cm, the angle of radiation are 60° and 45° (Fig. 9), both 30° (Fig. 10), 60° and 15° (Fig. 11).

Fig. 6 に示された照射野幅の中心と皮膚面の交点から正中線までの距離を測定し、患者の皮膚にマークした。すなわち、照射野幅の中心は CT 像により、体軸方向の

喉頭癌（特に声門癌）に対する CT を利用した放射線治療計画（中桐・北山・稲村・門久・三上・松島）

長さの中心は位置決め写真によって決定されるもので、その交点が入射点となっている。入射角、入射点の決った処で、改めて位置決め写真を撮影し、気管の走行に従って、照射野の軸を決定した。照射に際して、位置決め時に作成した紙型で体位の再現をはかるとともに、ライナックグラフィでの位置確認を行った。

2.7 補償フィルタについて

頸部横断面の輪郭は個々により、かなりの相違がある。一般的に入射角が水平に近づくに従い、照射ビームが皮膚面に対して、斜入する角度が大きくなり、等線量曲線の傾きが変わり、病巣部の線量分布の不均一性が増大する。そこでわれわれは Fig. 7 に示すようなアクリル製補償フィルタを何種類か作成し、皮膚面に対する斜入角と同じ角度のものを、ウェッジフィルタの下に附加して使用した。

2.8 臨床例

Fig. 8～10 は NEC-THERAC-III による線量分布図でわれわれが行った臨床例の 1 部である。いずれも X 線エネルギーは 10 MV で、照射野幅は 2 cm である。入射角は病巣部と脊椎の位置関係から、各々に適した角度を選択している。すなわち、Fig. 8 では右より 45°、左より 60°、Fig. 9 では共に 30°、Fig. 10 は右より 15°、左より 60° である。線量分布は Fig. 10 でウェッジフィルタの角度が 15° と 60° なので、等線量曲線の間隔の差から高線量域に 10% の不均一部分がある他は、線量の均一性はよく、3 例とも病巣部は高線量域に的確にふくまれている。線量の病巣への集中度をみると、健常組織も含め、照射野内がほぼ均等に照射される左右対向 2 門照射に比べ、集中度がよく、病巣部 90% に対し、周囲の健常組織は 50% 以下、皮膚表面は 40% 以下となっており、又、喉頭の軟骨への照射も部分的である。

2. 考 察

喉頭癌の放射線治療成績は従来の 200 kVp X 線、ラジウム埋没療法に比べ、近年、高エネルギー発生装置の普及により、著しく向上した。特に、声門癌においては放射線単独治療で、 T_1 の場合 95% 前後、 T_2 で 75% 前後の 5 年生存率が報告されているが⁷⁾、後障害としての喉頭浮腫、軟骨壊死、軟骨膜炎等、機能保存の点から、未だ問題点が残されている。これらの障害が重篤な場合、原発巣は完全治癒しながらも、障害のため喉頭全摘術により、声を失う結果となる場合がある。梅垣⁸⁾によると再発率と障害発生率には逆相関が見られ、この曲線は情報理論で用いられる ROC に相当する。すなわち、根治

的治療をねらって総線量を多くすれば、高い障害率を示し、総線量を少なくすれば、高い再発率を覚悟しなければならない。この ROC 曲線を 0 に近づけるためには、

- 1) 無駄な範囲の照射をさける。
 - 2) 病巣は有効確実な線量分布でかこまれ、周囲の組織の被曝線量が低減されるよう線量分布を改善する。
 - 3) 毎回の治療の正確さ、再現性の保持につとめる。
- ことが必要である。1 側声門癌に限って論ずれば、上記の条件に適合する最良の照射法は直交 2 門ウェッジフィルタを使用する方法で、1 門照射、左右 2 門照射法がこれに次々とされている。

一般に、直交 2 門、あるいは斜入 2 門照射法は照射野内がほぼ均等に照射される対向 2 門照射法に比べ、病巣への線量の集中度は優れているが、入射角、照射野の設定に困難がある。従って、設定に当っては、充分病巣が照射野内に入るよう、大きくとるのが通常であるが、われわれはこの照射法を喉頭癌に利用するに際し、喉頭鏡等諸検査に加えて、最近進歩した CT 像から、病巣部を的確に把握し、より小さい照射野に絞った斜入 2 門照射法を用いることにより、軟骨をはじめ、周囲の健常組織をできるだけ照射野からはずすことが可能であると考えた。その結果を Fig. 9, 10, 11 に示すが、病巣部はよく高線量域に納まっており、周囲の健常組織の被曝線量は約半分で、皮膚表面量は 30% であった。喉頭全体が均一に照射される従来の方式に比べ、軟骨の障害も部分的で仮に照射による壊死が起こった場合においても、全摘の必要はなく部分切除が可能となり、機能保存の確率が高いと考えられる。又、放射線骨髄炎については、頸部脊椎と喉頭が隣接するため、しばしば問題となるが、単純な直交 2 門照射でなくわれわれは脊椎が照射野からはずれるような角度を選択して、斜入 2 門照射を行った。ただし、この照射法を行うにあたり、最大の問題点は照射野が小さいこと、高線量域が狭いことで、常に照射野内に病巣が的確に把握できるよう、CT を含めた一連の治療計画は慎重でなければならない。

3. 結 論

この照射法について検討した結果、次のような結論を得た。

- 1) 線量の病巣への集中度がよく、健常組織への線量が減少する。
- 2) CT を用いることにより、個々の症例毎の横断面が得られ、病巣部の状態、隣接臓器の位置関係が把握でき、的確な治療ができる。

3) 喉頭部の健常軟骨への照射がある程度避けられ、線量も減少する。

4) 入射点と射出点が異なるため、皮膚線量が減少する。

5) ビームが前頸部より入射するので、猪首の患者でも肩部が照射野に入らない。

4. おわりに

この照射法の臨床的結果については、まだ症例も少なく、期間も短かいので、今後の追跡の結果を待たねばならないが、少なくとも照射期間中、又は終了時における喉頭炎、皮膚障害は明らかな軽減をみとめた。

稿を終えるにあたり、御指導、御校閲いただいた当放射線医学教室、山本道夫教授、平木祥夫講師はじめ諸先生方、並びに終始御協力いただいた教室技師諸氏に感謝し、厚く御礼申し上げます。

尚、この論文の要旨は徳島における第34回日本放射線

技術学会総会で発表した。

文 献

- 1) 重松 康：癌の臨床別冊，癌・放射線療法．175～178 (1978)．篠原出版．
- 2) 重松 康：癌と放射線治療，124～136 (1973)．南山堂．
- 3) 館野之男，飯沼 武，訳：CT スキャニングによる人体横断面図譜，98～109 (1977)．丸善株式会社．
- 4) Gilbert, H. Flecher: Textbook of Radiotherapy Second edition, 255～287 (1975), Lea & Febiger Phiradelphir.
- 5) 宮川 正，山下久雄，梅垣洋一郎：放射線治療学，201～207 (1970)，朝倉書店．
- 6) 村上晃一：放射線治療技術．133～140 (1975)，南山堂．
- 7) 梅垣洋一郎：癌の臨床，7(2)，90～96 (1971)．