喉頭癌の三次元画像

桜井 一生・竹内 健二・加藤 久幸・門山 浩
宮城島 正和・堀部 晴司・内藤 健晴

Three-dimensional CT Images for Laryngeal Cancer

Kazuo Sakurai, Kenji Takeuchi, Hisayuki Kato,
Hiroshi Kadoyama, Masakazu Miyagishima, Seiji Horibe
and Kensei Naito

In order to investigate the usefulness of three-dimensional CT images for assessment laryngeal cancer, we made multi-planar reconstruction (MPR) images and three-dimensional CT images using conventional helical CT and multi-slice CT, and conducted imaging diagnoses of the developmental range of the cancer. Comparisons between conventional helical CT images and multi-slice CT images and with large specimens of the extracted larynx are reported here.

(1) MPR images were useful for diagnosis of the developmental range of laryngeal cancer, and the findings were almost identical to the analyses of the large specimens. Coronary and sagittal section images were particularly useful for diagnosis of cancer development in the superior and inferior directions in the glottis. Axial section images were useful for diagnosis of infiltration into the thyroid cartilage and the development to the extra-larynx.

(2) Multi-slice CT images improved the ability of spatial resolution over that of conventional helical CT images, and displayed the developmental range of tumors more clearly. The CT time was shorter and MPR images could be extracted while vocalizing, breathing at rest, and holding breath. Dynamic evaluation was possible.

(3) Imaging-facilitated understanding of the developmental-range of a tumor three-dimensionally. Multi-slice CT images were especially superior in the quality and three-dimensional condition.

Key words: 喉頭癌, 三次元画像, ヘリカル CT 画像

1. はじめに

1972年にCTが発表されて以来、昨今のCT技術の革新は目覚ましく鮮明な画像と多方面からの画像や三次元画像が得られるようになり、その診断能力は大きく向上してきている。喉頭領域においてもその有用性につきいくつかの報告がなされている¹⁻⁴⁾。今回我々は喉頭癌症例に対する三次元画像の有用性について検討するため、従来のヘリカルCTとマルチスライスヘリカルCTを用いた多断面再構成像(multiplanar reconstruction)と三次元CT像を作製し喉頭癌の進展範囲の画像診断を行った。また、従来のヘリカルCT像とマルチスライスヘリカルCT像の比較ならびに摘出喉頭の大切片標本との比較検討を行ったので報告する。

ヘリカルCTとは患者寝台を連続的に移動させながら、高速かつ連続的に回転させ撮影を行う方法である^{5, 6)}。検出器が1例で1回転で1スライスのデータを収集するのが従来のヘリカルCTであり、複数の検出器列を有し、1回転で複数のスライスデータを同時に収集するのがマルチス

ライスヘリカルCT(以下マルチスライスCTと略す)である⁷⁾。従来のヘリカルCTやマルチスライスCTより得られた三次元データを撮影後に多断面に再構成したものが多断面再構成像(以下MPR像と略す)であり、三次元に再構成したものが三次元CT像である。今回は喉頭癌症例に対して従来のヘリカルCTまたはマルチスライスCTを施行し、得られたデータからMPR像と三次元CT像を再構成し、この両者を三次元画像として検討した。

2. 対象症例

対象症例は喉頭癌15症例で、病理組織型はいずれも扁平上皮癌であった。発生部位別には声門癌7例(T2 2例, T3 3例, T4 2例), 声門上癌7例(T2 4例, T3 2例, T4 1例), Transglottis 1例(T4 1例)であり、うち3例は放射線治療後の再発例であった。この15例中、従来のヘリカルCTにて検索した症例は声門癌3例, 声門上癌4例の計7例で、マルチスライスCTによる検索例は声門癌4例, 声門上癌3例, Transglottis 1例の計8例であった(表1)。

表1 対象症例

	T分類	従来のヘリカル CT	マルチスライス CT
声門癌	2	1 (1)	1
	3	1	2
	4	1 (1)	1 (1)
声門上癌	2	2	2
	3	1	1
	4	1	
Transglottis	4		1
		7 (2)	8 (1)

( ) 内は放治後の再発症例数

3. 撮影装置ならびに撮影方法

撮影装置は従来のヘリカル CT は東芝メディカル社製 TCT-900S, Xvigor を, マルチスライス CT は Aquilion を使用した. 撮影条件は, TCT-900S, Xvigor では管電圧 140kV, 管電流 200mA, X線ビーム幅 2 mm, ローテーションスピード 1 秒/r, 寝台移動速度 2 mm/r とし, Aquilion では管電圧 135kV, 管電流 260mA, X線ビーム幅 1 mm×4 列, ヘリカルピッチ 3.5mm/r とした. 撮影範囲は舌骨から輪状軟骨までの約 7 cm とし, 撮影時間は従来のヘリカル CT では 30 秒, マルチスライス CT では 14 秒とした. 造影剤は非イオン性ヨード造影剤を用いて, 従来のヘリカル CT では 300mg/ml を 60~100ml 使用し, マルチスライス CT では 100ml を, インジェクターを用い 1.5ml/秒 で静注した.

三次元画像処理に用いたワークステーションは, 従来のヘリカル CT は Xtension を, マルチスライス CT は ZioM900 であった.

4. 検討項目

検討項目は以下に示す項目とし, それぞれ摘出喉頭の大切片標本との比較検討を行った.

- 1) MPR 像による喉頭癌の進展範囲の検索
  - ・声門上下への進展
  - ・甲状軟骨への浸潤
  - ・喉頭外への進展
- 2) 従来のヘリカル CT 像とマルチスライス CT 像との比較検討
- 3) 三次元 CT 像の検討

5. 結果

- 1) MPR 像による喉頭癌の進展範囲の検索

i) 声門上下への進展

腫瘍の声門上下への進展状態の検索には特に冠状断像, 矢状断像が有用であった. 軸位断像では声門上下への進展の有無については診断可能であったが, 進展範囲の検索は特に進展範囲の少ない症例では診断が困難な症例が認められた. 声門上下への進展状態の把握に MPR 像が特に有用であった症例を呈示する.

図1 症例1 声門上癌 T2
上: MPR 軸位断像 (マルチスライス CT)
下: 同部の大切片病理組織像

表2 摘出喉頭の病理診断

甲状軟骨浸潤	喉頭外進展
(-) 5	(-) 5
(+) 8	(-) 3
	(+) 5

症例1. 声門上癌 T2 (図1)

症例1は舌骨下喉頭蓋喉頭面に隆起性病変を認めたが, 喉頭ファイバー所見では比較的浅在性病変と診断した. しかし, MPR 像では声門上部やや右側より prepiglottic space にかけて境界明瞭で均一な濃染をうける深在性の腫瘍を認めた. MPR 像は大切片標本の腫瘍の進展範囲とほぼ一致した所見であった.

ii) 甲状軟骨浸潤および喉頭外進展の検討

対象症例15例のうち喉頭全摘術を行った13症例について, 摘出喉頭の大切片標本を用いて病理組織学的に腫瘍の甲状軟骨浸潤と喉頭外進展の有無について検討した. 13例中甲状軟骨浸潤を認めなかったものが5例で認めたものは8例であり, 喉頭外進展については, 進展なし8例, 進展あり5例であった (表2). 甲状軟骨浸潤があって喉頭外進展のない症例すなわち腫瘍の進展が甲状軟骨内にとどまっていた症例が3例認められた.

次に MPR 像による甲状軟骨浸潤の診断を行い, 病理診断との比較検討を行った. 尚, 今回の検討では MPR 像の

表 3 MPR 像による甲状軟骨浸潤の診断

病理診断	MPR 診断
(-) 5	(-) 4 (+) 1
(+) 8	(-) 3 (+) 5

表 4 MPR 像による喉頭外進展の診断

病理診断	MPR 診断
(-) 8	(-) 8
(+) 5	(-) 1 (+) 4

図 2 症例 2 声門癌 T2

上：MPR 矢状断像（マルチスライス CT）
（矢印：甲状軟骨内側壁の不整像）
下：同部の大切片病理組織像

診断は、術前に放射線科医が診断したものをを用いた。病理診断で甲状軟骨浸潤を認めなかった 5 例では、MPR 像でも甲状軟骨浸潤なしと診断した症例は 4 例で、正診率は 80%であった。病理診断で甲状軟骨浸潤を認めた 8 例では 5 例が MPR 像でも甲状軟骨浸潤ありと診断しており、正診率は 62.5%であった（表 3）。しかし、腫瘍の進展が甲状軟骨内にとどまっていた 3 例中 2 例は、MPR 像で甲状軟骨浸潤なしと診断しており、その正診率は 33.3%と低率であった。

喉頭外進展については、病理診断で喉頭外進展を認めなかった 8 例はすべて MPR 像でも喉頭外進展なしと診断しており、正診率は 100%であった。病理診断で喉頭外進展を認めた 5 例では、4 例は MPR 像で喉頭外進展ありと診断しており、正診率は 80%であった（表 4）。喉頭外進展をきたした症例の多くは甲状軟骨の破壊を伴っており、このような症例の MPR 像での診断は比較的容易であった。次に病理診断で甲状軟骨浸潤を認めず、MPR 像で甲状軟骨浸潤ありと診断した症例 2，病理診断で甲状軟骨浸潤なしと診断した症例 3，MPR 像で喉頭外進展が診断できなかった症例 4 を呈示する。

症例 2. 声門癌 T2（図 2）

症例 2 は、前連合部から両側声帯、喉頭室にかけて浸潤する腫瘍を認めた。MPR 像では、矢状断像にて腫瘍の接

図 3 症例 3 声門上癌 T2

上：MPR 軸位断像（従来のヘリカル CT）
下：同部の大切片病理組織像
（矢印：甲状軟骨への浸潤部）

する甲状軟骨内側壁の不整が認められ、甲状軟骨浸潤ありと診断した。しかし、大切片標本では腫瘍は甲状軟骨内には浸潤しておらず、この症例のように甲状軟骨内側壁が不整に抽出される例では、診断が困難と思われた。

症例 3. 声門上癌 T2 (図 3)

症例 3 は、軸位断像で腫瘍が接する部位での甲状軟骨内壁には不整はなく、甲状軟骨浸潤なしと診断したが、大切片標本では腫瘍は甲状軟骨内に浸潤しており、このような微小な浸潤例の診断は困難であった。

症例 4. 声門上癌 T2 (図 4)

症例 4 は、MPR 像で preepiglottic space へ進展した

腫瘍を認めるが甲状軟骨への浸潤はなく、喉頭外進展なしと診断した。しかし、大切片標本では小さな甲状軟骨浸潤と甲状軟骨と輪状軟骨間から喉頭外へ進展した腫瘍を認めた。この症例のような軟骨の破壊を伴わない小範囲の喉頭外進展例の診断は困難と思われた。

2) 従来のヘリカル CT 像マルチスライス CT 像との比較検討

従来のヘリカル CT 像 (図 3) とマルチスライス CT 像 (図 1, 2, 4) を比較すると、両者とも腫瘍の進展範囲は大切片標本とはほぼ一致していたが、マルチスライス CT 像では、空間分解能が向上し、画像が鮮明となり、腫瘍の

図 4-A 症例 4 声門上癌 T2
上：MPR 軸位断像 (マルチスライス CT)
下：同部の大切片病理組織像
(矢印：甲状軟骨への浸潤部)

図 4-B 症例 4 声門上癌 T2
上：MPR 軸位断像 (マルチスライス CT)
下：同部の大切片病理組織像
(矢印：喉頭外進展部)

境界がより明瞭であった。

また、撮影時間が14秒と短くなり、安静呼吸時、発声時、息止め時の撮影が可能となり、声帯運動の動的評価も可能となった。放射線治療後に腫瘍が消失し、声帯運動の回復がMPR像にて確認できた症例5を呈示する。

症例5. 声門癌 T3 (図5)

症例5は左声帯から喉頭室にかけて浸潤する腫瘍で、治療前には左声帯は固定していた。MPR冠状断像で、声門から声門上部にかけてほぼ均一に造影される腫瘍を認め、

安静呼吸時、発声時、息止め時のいずれでも左声帯は同様に抽出されており、声帯が固定しているのが確認できた。治療後のMPR像では腫瘍は消失し、安静呼吸時、発声時、息止め時の声帯の状態の違いより、声帯運動も回復しているのが確認できた。

3) 三次元CT像による検討

従来のヘリカルCTによる三次元CT像を図6に示した。症例6は甲状軟骨を破壊し喉頭外へ進展したT4症例で、腫瘍の進展範囲は大切片標本とほぼ一致しており、腫瘍の

放射線治療前

放射線治療後

図5 症例5 声門癌 T3
上段：MPR 軸位断像（マルチスライス CT）
下段：MPR 冠状断像（マルチスライス CT）

図6 症例6 Transglottis T4
上：従来のヘリカル CT での三次元 CT 像
下：大切片病理組織像

進展範囲の立体的把握が容易となった。しかし、従来のヘリカル CT ではしきい値により、色づけを行うため腫瘍と同等のしきい値を示す部分が同色となり、腫瘍の境界が不明瞭であった。マルチスライス CT での三次元 CT 像を図7に示した。症例7は声門上癌 T2 症例である。マルチスライス CT ではデータ収集後、例えば、皮膚、軟部組織、造影された腫瘍、血管、骨、軟骨というようにある一定範囲内のしきい値内にある臓器別に画像を作製し、後からそれぞれの画像を組み合わせることができ、臓器別の色分けも可能となった。従ってより腫瘍の境界が鮮明となり、従来のヘリカル CT 像と比べて、より質感、立体感に優れた画像を得ることができた。

図7 症例7 声門上癌 T2
上：マルチスライス CT での三次元 CT 像
下：大切片病理組織像

6. 考 察

喉頭癌は間接喉頭鏡や喉頭ファイバースコープにより視診が可能であり、特に声帯運動制限のない早期例では前連合部へ浸潤する症例以外では CT 検査の有用性は少ないものと思われる。一方、進行癌では特に声門上下への進展、喉頭外進展の有無は、切除範囲の決定やリンパ節郭清の範囲の決定に必要な検査と考える³⁾。従来の CT では呼吸や嚥下運動によるモーションアーチファクトが問題となり、鮮明な画像が得られにくく、詳細な検討が困難なことも少なくなかった⁴⁾。しかし、ヘリカル CT ではスキャン休止時間がないため、従来の CT と比べ検査時間が短く、しかもデータの体軸方向の連続性が良く、モーションアーチファクトの影響が少なくなり、鮮明な画像が得られるようになった⁸⁾。特に MPR 像から得られる情報はより鮮明、詳細となり喉頭癌の術前検査としての有用性も増加したものと思われる。今回、自験例でヘリカル CT から得られた MPR 像と摘出喉頭の大切片標本とを比較検討したが、腫瘍の浸潤範囲は両者でほぼ一致しており、信頼できる情報となったと考える。特に最近開発されたマルチスライス CT では、その画像はより鮮明となり、術前診断に極めて有用と思われた。

特に声門上下への進展に対しては冠状断像、矢状断像が、甲状軟骨浸潤、喉頭外進展に関しては軸位断像が有用であった。しかし、甲状軟骨と腫瘍との関係は腫瘍が軟骨を破壊し、喉頭外へ進展している例や腫瘍が軟骨と接していない例では、診断は比較的容易であったが、腫瘍が軟骨に接している症例での軟骨への腫瘍の浸潤の有無の診断は難しく、特に軟骨内に腫瘍が滞った3症例の診断率は33.3%と低率であり、腫瘍が接する部位の軟骨壁が不整に抽出される例での診断は困難であり、現在のところマルチスライスCTを用いても限界があるものと思われた。

従来のヘリカルCTとマルチスライスCT像とを比較すると、マルチスライスCT像は、より空間分解能にすぐれ、腫瘍の境界が鮮明となった。また、撮影時間の短縮により、発声時、息止め時、安静呼吸時、それぞれの画像が得られ、声帯運動の動的評価も可能となり、放射線治療により腫瘍が消失し、声帯運動が回復した症例を画像の上でも確認することができた。このことは、喉頭癌の術前、術後の声帯運動の検討のみならず、喉頭麻痺、披裂関節脱臼等の疾患の診断や病態の把握、術後経過の観察等にも有用になるものと考え^{4, 9)}。

三次元CT像は、従来より我々は複数のCT値域に異なる色と透明度を設定することにより、いくつかの組織を三次元に分離カラー表示する三次元カラー表示を行ってきた¹⁰⁾。三次元カラー表示では腫瘍の前喉頭蓋間隙や傍喉頭間隙への進展が明瞭に抽出され、大切片標本での腫瘍の進展範囲とはほぼ一致した所見であった。

また、腫瘍やその周囲組織との解剖学的な位置関係の理解が容易となり有用であった。しかし、空気と接する臓器表面や内腔はパーシャルボリウム効果により、均一な表面構造物として抽出され、腫瘍や粘膜表層と空気層の境界は明瞭に認識できなかった。また、グレースケール表示に比し8色という少ない段階に色分けをするため、コントラストの差が少ない筋層と腫瘍との境界は抽出困難であった¹¹⁾。一方、マルチスライスCTでは、モーションアーチファクトの発生がほとんどなく、データ収集後、ある一定範囲内のしきい値にある臓器別に画像を作製し、色分けした後からそれぞれの画像を組み合わせることが可能となった。従って、より腫瘍の境界が鮮明となり進展範囲の立体的把握が容易となり、より有用であった。しかし、画像作製にはいくつかの処理過程の結果できあがる画像の客観性や再現性の問題等まだ多くの課題があり、実用にはさらなる改善が必要と思われた。

7. ま と め

- ・喉頭癌の進展範囲の診断における三次元画像の有用性について摘出喉頭の大切片標本と比較検討した。
- ・MPR像は腫瘍の進展範囲の診断には極めて有用であった。
- ・甲状軟骨浸潤の診断はマルチスライスCT像を用いても、現在のところ限界があるものと思われた。
- ・マルチスライスCTでは声帯運動の動的評価も可能となった。
- ・三次元CT像は腫瘍の浸潤範囲の立体的把握が容易であったが、実用にはさらなる改善が必要と思われた。

参 考 文 献

- 1) 山本智矢ほか：喉頭疾患の三次元画像解析．喉頭 6：109～116, 1994.
- 2) 上田隆志ほか：三次元画像について—喉頭領域—．日気食認定医通信 15：3～5, 1997.
- 3) 上村裕和ほか：3-DCTによる喉頭癌進展の診断—摘出喉頭と対比して—．頭頸部腫瘍 26：557～566, 2000.
- 4) 湯本英二ほか：喉頭のCT内視像—ヘリカルCTの応用—．日気食会報 49：71～77, 1998.
- 5) 片田和廣：ヘリカルスキャンCT—その原理と特徴—．日画像医誌 12：127～137, 1991.
- 6) 安野泰史ほか：ヘリカルスキャンCTの基礎研究—体軸方向の空間分解能の評価—．日医放線会誌 52：1540～1544, 1992.
- 7) 加藤良一ほか：マルチスライスCTの臨床．癌の臨床 46：1039～1051, 2000.
- 8) 藤井直子ほか：ヘリカルCT．JOHNS 12：1237～1251, 1996.
- 9) 讃岐徹治ほか：正常および喉頭疾患における三次元CT内視法の応用．耳喉頭頸 69：211～216, 1997.
- 10) 岩田重信：画像診断—ヘリカルCT三次元画像—．喉頭癌．日気食会報 100：358～361, 1997.
- 11) 加藤久幸：頭頸部領域の三次元CT診断の有用性に関する研究．藤田学園医学会誌．学位論文集 19：1～28, 2000.

別刷請求先 〒470-1192 豊明市沓掛町田楽ヶ窪1-98

藤田保健衛生大学医学部耳鼻咽喉科学教室

桜井一生