論 説

耳鼻咽喉科領域の3D-CT

山本 昌彦・吉田 友英

3D-CT of an Otolaryngology Area

Masahiko Yamamoto and Tomoe Yoshida

(Toho University Medical Center, Sakura Hospital)

Recent medical advances in imaging have facilitated the ability to visualize minute structures, and the technology is progressing further to allow stereoscopic imaging. In the field of computed tomography (CT) scan, stereoscopic image technology is progressing. In otolaryngology, diagnoses based on conventional Roentgen-rays require significant knowledge and energy because of the anatomical complexity, but the availability of CT scan has changed that situations. CT scans allow three-dimensional visualization (3D-CT), which provides so much more information. The images obtained are easy to understand. In otolaryngology, fine structures can be seen due to the delicacy of the image, and it is useful in the diagnosis of many diseases. In the future, stereoscopic imaging is expected to become a main stream. Herein, we present some 3D-CT images of various otolaryngology diseases.

Key words : 3D-CT, otolaryngology, stereoscopic-picture image, CT

はじめに

画像検査は臨床上欠かすことができない重要な位置を占めている。1895年、ドイツの物理学者である Wilhelm Conrad Röntgen によってX線が発見され、物質を透過する性質をもつX線が医療に応用されるようになったのは、1896年にNatureやScience誌にRöntgenが発表してからであり、X線写真としてただちに使われるようになった。その業績で、1901年最初のノーベル物理学賞が彼に贈られた。ご夫人の指輪をした手がレントゲン写真として残された事は有名である。X線発表の3ヵ月後には、すでにわが国でも旧制第一高等学校（現東京大学）の教授であった水野敏之丞がこのことを紹介している。X線の性質は、悪性腫瘍にも有効であることが分かり、1896年にはVoigtによって上咽頭癌のX線照射が行われ疼痛の緩解が得られたとされている。放射線が治療として初めて

使われたのが耳鼻咽喉科領域であったとは意外である。その後、レントゲン写真は広く臨床現場で使われるようになり、改良が重ねられてきた。X線を使った画像フィルムの歴史は、約25年前にCTが開発されるまでの約90年間続いた。CTの原型はレントゲン断層撮影といわれ、一般的な断層撮影装置はわが国で1949年高橋信次によって開発された。1961年、W.H. OldendorfがCTの原理を発表した。1974年R.S. Ledleyが全身用のCTを開発したあと、進歩が続きヘリカルCTからマルチスライスCTへと発展していった。それぞれの画像検査法を開発した人たちはノーベル賞を受賞していることはいうまでもない。

耳鼻咽喉科領域のCTは、複雑な解剖構造を持っている分野としては、もっとも有用な画像検査の一つであると思われる。レントゲン写真の時代の画像診断は、その

判読に神経を注いだ。重なり合って写される複雑な像やコントラストの判断は実に専門的知識を必要とした。しかし、現在でもレントゲン写真は重要な画像であり、決しておろそかにするものではない。それは、まだ CT が万能な画像ではないことを意味している。しかしながら、レントゲン断層撮影がしだいに消えていった背景には CT の開発進歩があった。いろいろな深さの状態を診るためのレントゲン断層撮影は、CT の画質にかなわなかった。

この断層に匹敵する CT のスライス幅が CT 速度の改善と一回にスライスする方法の進歩（マルチスライス）によって、短時間に薄い幅の多重スライスが可能にした。このことから薄い幅の画像を再構築して重ねることによって（ボリュームレンダリング法）、縦・横・斜めなどのあらゆる方向から見た画像をコンピュータ上で再構築して作り出すことができるようになった。また、同様にして立体的に画像を作り出す方法も考え出された。この技術は、画像診断の世界を一層変化させている。このような方法で作られた CT 画像は通称 3D-CT と呼ばれている立体画像である。耳鼻咽喉科領域はとくに立体の世界を診察している意味から、この画像は非常に理解しやすい情報を与えてくれる。それらの画像について示し、将来を展望したい。

1. 耳内構造

中耳腔の耳小骨連鎖を画像で見たいと誰しも思った時期があった。図 1 は初めて当院で見ることができた耳小骨連鎖の 3D-CT である。それぞれの耳小骨連鎖とアブミ骨の形状が非常に良く分かり、非常に感動した。小さい構造物である耳小骨の立体映像が確認できることは、手術をする前により多くの情報を与えてくれることを期待させた。

図 2 は、coronal の耳内 3D-CT である。上鼓室から乳突洞口のツチ・キヌタ関節、蝸牛基底回転、半規管の一部と卵形囊、内耳道それぞれの形態や位置が分かる。

2. 外耳道骨腫

図 3 は左外耳道にできた骨腫である。coronal で見ているが、中耳の耳小骨からの位置、骨部外耳道と軟部外耳道それぞれの位置とともに骨腫の形が基部でややくびれているのが分かる。

3. 耳小骨連鎖の異常

図 4 は、右耳小骨連鎖異常の画像で、キヌタ骨・アブミ骨が欠損している。先天性耳小骨異常である。

キヌタ骨の長脚が細くなり途切れている。

図 5 は左耳の外傷性耳小骨離断で、キヌタ骨が変位して中耳腔壁に癒着しており、アブミ骨がはっきりしない。ツチ・キヌタ関節がずれて変位を起こし、位置が変わってしまったと考える。次に示すのは、図 6 にあるアブミ骨奇形である。左耳と比較して示すが、左耳は正常の耳小骨連鎖であるが、右耳のアブミ骨の前脚が欠損している。聴力には異常は認めないが耳小骨筋反射が消失している。

4. 中耳真珠腫例

図 1 左耳小骨連鎖

図 2 左外耳道・中耳・内耳・内耳道

図3 左外耳道骨腫

図5 左外傷性耳小骨離断・癒着

図4 右耳小骨連鎖異常
キヌタ骨長脚・アブミ骨の欠損

中耳真珠腫は中耳腔内の耳小骨や上鼓室・乳突洞口の骨破壊をきたす。真珠腫に耳小骨が包まれるとききれいな耳小骨描写が難しいことが多い。図7は右先天性真珠腫の例であるが、キヌタ骨が欠損して、アブミ骨周囲を真珠腫が包んでいる。まだ、鼓室内への広がりがないために耳小骨周囲の中耳腔は比較的きれいな状態にある。このために、耳小骨の画像がはっきりしている。図8は先天性真珠腫がキヌタ・アブミ関節上に発生していた例である。まだ、周囲への進展がない限局されたときに見つけることができた例である。CT上は真珠腫がいびつ

に写っているが、真珠腫内内容物の密度によるものである。鼓膜から透視した写真が左図であり、右に摘出された真珠腫塊は本物の真珠のようにきれいである。

5. 鼻腔・副鼻腔：

1) 鼻骨骨折

顔面の大きな骨折や腫瘍による骨破壊などは3D画像を使うことによってその状態を良く知ることができる。しかし、小さい鼻骨などの骨折は判断の難しいことがある。図9は鼻骨骨折が鼻骨先端から骨折して左側に変移していることが分かる。顔面の3D-CTは、骨病変について多くの情報を分かりやすく伝えてくれる。とくに、骨が重なり判断が難しい所見の判断に有用である。

2) 眼窩底骨折

眼打撲などによって起こるblowout fractureはさまざまな形がある。眼窩底骨折もその一つであるが、眼窩底部、眼窩内側壁は骨が非常に薄いために容易に骨折を起こす。図10は左眼窩底の骨折を示している。骨折の程度と骨の離開、陥凹を見ることができる。

3) 副鼻腔腫瘍

図11は左篩骨洞腫瘍による眼窩・頭蓋底の骨破壊を示している。この破壊は、取りも直さず腫瘍の進展領域でもあるが、実際の浸潤はもっと広範囲になる。頭蓋底部からと眼窩方向から見た像を示すが、腫瘍と骨破壊と今後の浸潤や骨破壊の予想を立体的にシミュレーションできる。

6. 下咽頭異物：

図6 右耳アブミ骨前脚が欠損している。左耳は正常。

図7 右先天性真珠腫でキヌタ骨が欠損，アブミ骨が真珠腫塊になっている。

下咽頭に異物が入ったときに，視認することが難しい場合がある。図12は食道入行部から入り込んだ魚骨である。刺入した異物がどのような位置にどのような方向で入っているのかが分かりやすい。この例は，頸椎と異物の位置，刺入した方向がほぼ垂直であることが分かる。

図13は別の例で喉頭後面と喉頭上方から見た異物の位

置と方向を示している。左図は，喉頭裏面から見ており，右図は左右の鎖骨とともに喉頭との間に斜めに入った異物が確認できる。このような，軟部組織に刺入して確認が困難な症例には有用に思われる。とくに，レントゲンでは透過されやすいものでも，CTにて確認できる物質も多い。

図8 右先天性真珠腫でキスタ・アブミ関節上に発生

図9 鼻骨骨折

図10 左眼窩底骨折

図11 左篩骨洞腫瘍の進展

図 12 頸椎と異物の位置を比較

7. 唾石症：

唾液腺結石症は、結石の位置を正確に確認できる。

3D の画像で 3 方向の位置を示すことができるために、摘出時の準備には役に立つ。図 14 は大きな結石が管内にみられる。このように一つの大きい結石は、触診においても容易に触れる。管内結石でも、比較的顎下腺に近い位置にある場合には、摘出する場合に口内法で行うのかどうか迷う場合がある。しっかり位置を確認するうえで

は、役に立つ。図 15 は管内に 2 個、腺内に 1 個の結石を見るが、CT ではそれぞれの面に 1 個ずつ写っている。しかし、3D-CT では 3 個を同時にその位置を示すことができ、石の形状も知ることができる。

まとめ

平面のレントゲンや CT で病変を考えるときには、常に頭の中で立体的な解剖を作り上げて、側頭骨病変や副鼻腔病変を考え、手術に臨んでいた。しかし現在、立体画像の出現によってそのような知識を勉強しなくても誰でも分かる画像を作ることができるようになった。今後、3D-CT は、画像の解像度が上がることによって小さい構造をより鮮明に知ることができるようになる。平面画像を立体的に捉えることは、その情報量を非常に多いものに変える。そのために、あまりわずらわされることなく病変の解剖学的位置・構造を知ることができる。多くの画像診断機器が 3D で認識できるようになってきた理由はそこにあると考える。今回示してある画像について、このようなものは不要であろうと思う節もあろうかと思うが、今後、3D-CT を含めて多くの立体画像が常に診療上のルーチン画像として扱われるようになると思われる。とくに、診療形態の IT 化とともに、画像をコンピュータ画面で見えるようになってきた今日、電子カルテ上の 3D 画像をあらゆる方向から確認して診断に役立つようになるのも時間の問題と思われる。技術が今後ますます進歩

図 13 異物が右側から左方向に斜めに刺入

図 14 左顎下腺結石

図 15 3個の顎下腺結石

したときに、好むと好まざるとにかかわらず診断学に加わって驚くような画像の世界が次々と現れてくることを予感させる。高精細であり詳細な画像が進む先には何があるのであろうか。多分、ロボットが綺麗で完全な手術をするようになるのかもしれない。

参考文献

- 1) 高橋 良, 隠明寺覚: 鼻副鼻腔疾患のレ線診断(その方法と解説)第2版. 2~22頁, 金原出版, 東京, 1967.
- 2) 北村 武, 大藤敏三, 名越好古編集: 耳鼻咽喉科X線写真の撮り方と読み方 第2版. 2~31頁, 医学書院, 東京, 1977.
- 3) 谷田次郎, 朴沢二郎, 新川秀一, 他: 上顎癌症例のX線骨破壊像の検討—単純X線, 断層像とCTとの不一致—. 耳鼻臨床 85: 1415~1420, 1992.
- 4) 米川博之, 大橋正実, 宮下宗治, 他: ヘリカルスキャンによる3次元CTの側頭骨への応用. 日耳鼻会報 96: 1465~1470, 1993.
- 5) 斎藤恒雄: 3次元イメージング—円錐ビーム投影による3次元CT—. MED IMAG TECH 13: 183~188, 1995.
- 6) 館野之男: 特別講演 X線の医学利用 100年と今後. 日本医用画像工学会第14回大会特集号 13: 3~10, 1995.
- 7) 枝松秀雄, 山下公一: 耳小骨の3次元CT画像—高速ラセンCTによる撮影. 日耳鼻会報 98: 245~253, 1995.
- 8) 龔 洪翰, 平石久美子, 上杉康夫, 他: ヘリカルCTによる耳小骨の3次元立体表示法—耳小骨疾患に対する有用性—. 日本医放会誌 56: 320~322, 1996.
- 9) 利府俊裕: シンボジウム「進化する高速螺旋CT」2. 機器発表「マルチスライスCTの現状」Aquilion. INNERVISION 14: 40~42, 1999.
- 10) 井田義宏: シンボジウム「進化する高速螺旋CT」3. 臨床経験 マルチスライスCTの臨床経験(Aquilion). INNERVISION 14: 48~52, 1999.
- 11) 佐藤嘉伸: マルチスライスCTの原理と臨床. MED IMAG TECH 19: 1~2, 2001.
- 12) 橘 昌幸, 千住竜之, 馬場 仁: 3D-CT画像における形状の歪みについて—再構成関数の影響—. 日放線技会誌 57: 1111~1120, 2001.
- 13) 小川 洋, 大谷 巖, 大石剛資, 他: 側頭骨領域におけるマルチスライスCTの有用性について. Otol Jpn 11: 121~126, 2001.
- 14) 吉田友英, 山本昌彦, 野村俊之, 他: 3D-CTにてとらえた小児先天性真珠腫例. 耳鼻臨床 95: 697~701, 2002.
- 15) 辻岡勝美: X線CT装置の歴史—過去, 現在, そして未来—. 日放線技会誌 58: 67~71, 2002.
- 16) Cavalcanti MG, Rocha SS and Vannier MW: Craniofacial measurements based on 3D-CT volume rendering: implications for clinical applications. Dentomaxillofac Radiol 33: 170~176, 2004.
- 17) 川田仁美, 中野誠一, 阿部晃治, 他: 診断に3D-CTが有用であった咽頭腔外魚骨異物の1症例. 耳鼻臨床 補 120: 79, 2007.
- 18) 日本画像医療システム工業会ホームページ: 歴史でみる医用画像の歩み—X線CT装置文献年表. http://www.jiranet.or.jp/vm/chronology_xrayct_02.html .2008

別刷請求先: 山本昌彦

〒285-8741 佐倉市下志津564-1

東邦大学医療センター佐倉病院耳鼻咽喉科