●画像診断特集

《 綜 説 》

呼吸器の画像診断の進歩

*田 中 満

Advances in Imaging Diagnosis in the Respiratory Organs

Mitsuru Tanaka, M.D.

Department of Diagnostic Radiology, School of Medicine, Keio University, Tokyo

Although plane chest roentgenography, sectional roentgenography, bronchography, pulmonary angiography and so on have always been used for imaging diagnosis in the respiratory organs, the current widespread use of X-ray computed tomography (CT) promoted the early introduction of computers to the field of imaging diagnosis. As a result, combination of X-rays with a computer produced digital radiography (DR) as well as CT, while combination of high-energy physics with a computer produced positron computed tomography and magnetic resonance imaging (MRI). Among current procedures for imaging diagnosis in the respiratory organs, CT, DR, MRI and xerotomography are noted, but advances in imaging diagnostic techniques are marked and newly improved equipment has been successively produced. Moreover, the need for effective combination of imaging diagnostic apparatuses has also been stated. Advances in imaging diagnosis have been having a strong impact on conventional roentgen diagnosis. Therefore, various imaging diagnostic techniques are reviewed and introduced herein.

Key words : imaging diagnosis, respiratory organs, digital radiography, computed tomography, magnetic resonance imaging

従来の呼吸器の画像診断は、胸部単純X線撮影、断層撮影、気管支造影、肺血管造影などであるが、X線 computed tomography (CT)の普及が画像診断領域への computer の導入を早めた。その結果、X線と computer の結合は CT を始め、digital radiography (DR)を生み、高エネルギー物理と computer の結合は、positron CT, MRI (磁気共鳴画像, magnetic resonance imaging) を生み出した。

現在、呼吸器の領域では、CT, DR, MRI, xerotomography が注目されている画像診断の

装置である。しかし、画像診断法の発展が目ざましく、新しい装置が、次々と作られている。各画像診断法の有効な組合せの必要性もさげばれている。そこで、種々の画像診断法を簡単にみなおしてみた。各画像診断装置の原理および各々の臓器の診断などについては各々の論文を参考にして欲しい。

画像診断法の概略

1. Digital Radiography (DR)¹⁾²⁾³⁾

DR とは、フィルムやブラウン管上に表われている放射線画像をデジタル量で表現し、数値データを computer で処理して、画像診断に必要な

*慶應義塾大学医学部放射線診断部

図1 慢性細気管支炎
(a)従来のX線写真 (b)FCRの写真
(b)の方が、全肺野に点状陰影が鮮明に認められる。

な情報を取り出し画像を作る。

DR は、現在 digital subtraction angiography (DSA)および Fuji computed radiography (FCR)が代表的なものである。

(a) DSA

従来の血管造影ほど侵襲を被検者に加えずに簡単に造影剤の入っている部位を明瞭に描写しようとする目的で作られたものである。鮮明な造影部位を得るために描写に不必要な骨などの陰影を消去するために、造影剤の注入前と注入後の同一の2枚のデジタル画像を作り機械的に subtraction したものである。現在、心、血管の検査に使用されている。

(b) FCR (図1, 2)

FCR はフィルムの替りにイメージングプレート(輝尽性蛍光体)を使用し撮影し、このイメージングプレートを画像読影装置にセットしてレーザー光走機構でX線画像を読みとり画像処理し画像を任意に作る。ぼけがなくなり読影し易い画質の安定したよい写真がえられ、断層写真はとくにより写真がえられている。しかし、FCRを使用することにより、従来のX線写真で認められない新しい所見が得られるわけではないが、種々の条件を考慮せずに安定した画像のよい写真が得られる。

図2 FCR

3~4倍拡大撮影した選択的肺胞気管支造影で、拡大撮影によるぼけがなくなり読影し易い写真になっている。

2. RI による方法⁴⁾⁵⁾⁶⁾

肺血流の検査、肺換気の検査に使用されている。

1) 肺血流の検査

(a) 標準粒子による方法

直径約10~40 μ の通常^{99m}Tcで標識した大凝集アルブミン(MAA)や、マイクロスフェア(albumin microsphere)を使用する。この粒子を静

脈へ注入すると、粒子は肺動脈毛細管網へ達し、捕捉される。捕捉される粒子の分布が、局所、肺動脈血流分布と合致するので、この放射能を検出することにより肺動脈血流分布を検索する。

(b) ガスによる方法

通常 ^{133}Xe と C^{15}O_2 を使用する。水に難溶な ^{133}Xe が溶解している物質を静脈へ注入すると血液と混和して、90%以上の ^{133}Xe は肺胞内の気相に移行する。肺胞内の ^{133}Xe の分布は局所肺動脈血流分布と合致するので血流分布を検討することができる。

水に溶けやすいガスであるサイクロトロンで作られる ^{15}O から作った C^{15}O_2 を吸入させる。吸入されたガスは肺胞壁から肺毛細管内に H_2^{15}O となって血中に移行する。

$\text{H}_2^{15}\text{O}_2$ の肺からの消失は局所肺動脈血流量を反映する。このことから肺血流分布を検討し肺塞栓の診断に有用である。サイクロトロン核医学の発展に伴い肺の画像化も脚光をあびるようになると思われる。

2) 肺換気の検査

(a) 放射性エロソール法

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 標識のアルブミン、ユロイド、DTPA が用いられる。超音波ネブライザーで作成した放射性エロソールを吸入させて吸収スキャンさせる。またはエロソールが排出されていく状態を動態に撮影することにより、線毛運動による運搬の状態が視覚的に把握できる。閉塞性肺疾患の診断に使用されている。

3. MRI⁷⁾⁸⁾ (図3)

MRIはNMR(核磁気共鳴現象, nuclear magnetic resonance)と同意語である。最近ではnuclearというwordがさけられMRIが使用されることが多い。核磁気共鳴の現象を応用したMRIは、常電導装置と超電導装置がある。超電導装置は常電導装置に比べて解像力に影響する撮影時間の短縮、磁場の安定性が高いために現在、超電導装置が主流になりつつある。MRIはX線CTの持つような形態的情報に加え、生理学的、代謝的な情報が得られると期待されている。放射線被曝がなく、冠状・矢状など任意の断層像を撮影することができる。しかし現時点では、1回の撮影時間が長い。肺野の正常気管支、血管が全く描出されない。腫瘍の良悪性

図3 MRI

常電導装置で撮影した胸部写真で、造影剤を使用しないで、血流のある血管腔は、無信号領域として同定することができる。

A: 大動脈弓 L: 左室 R: 右房
S: 上大静脈 T: 気管

・組織型の決定は難しい。また、肺門部の石灰化像も描出が難しいなどの問題点が多く、いまだ呼吸器領域では、利益を十分にもたらしていない。

4. Xerotomography(ゼロトモグラフィ)⁹⁾¹⁰⁾

Xeroradiography(ゼロラジオグラフィ)を断層撮影に応用したものが、Xerotomographyである。肺門部癌の診断に有用であり、また、縦隔内の構造、とくにリンパ部の腫大を判定するのによく、また、肺野の所見でもX線断層写真より詳細に観察することができる。しかし注意しなければいけないことは、被曝線量が多いことである。

5. CT¹¹⁾¹²⁾¹³⁾ (図4)

現在、CTが肺および縦隔疾患の診断で臨床的価値がどの位のものであるか、はっきりと評価が決まったわけではない。びまん性肺疾患にも有用であるとも言われ、評価の範囲が広がりつつある。CTの利点は横断画像が得られ、このことから解剖学的に、病変の広がり、部位がわかり易く、通常のX線検査でも見つけ難い病変の検索に有益である。また、CTが密度分解能にすぐれているので、縦隔と肺病変との関係、縦隔

疾患と大血管との関連を明らかにすることが可能である。軟部組織のX線吸収差を表示することも可能である。脂肪組織を含んだ病変であるか、液性物質を含んだ嚢胞であるか、微細な石灰化が存在するか、などの検出は容易であり、CTは病変の内部構造を検討するのに適している。

6. BF-1.8T¹⁴⁾ (図5)

BF-1.8Tは、われわれが開発した外径1.8mmのきわめて細い気管支ファイバースコープで、直径2mm以下の末梢気道を鮮明に観察、撮影することができる。

内視鏡による画像診断の範囲が格段と広がった。使用法は、BF-1.8Tを、従来使用されている気管支ファイバーのチャンネルから挿入して、X線TV透視下で観察、撮影部位を定め観察、撮影を行う。

末梢気道に損傷をあたえる原因、あるいは疾患には、ウイルス・大気汚染・喫煙・老人性退行性変化・原因不明の肺線維症など多くのものがあるが、現在、末梢気道の病変を検出する方法として行なわれている呼吸生理学的診断法を駆使しても、その病態を把握することは決して容易でなく、BF-1.8Tの必要性が増している。

総 括

Computerが呼吸器診断の領域に導入されてから、CTを皮切りに、色々の装置が急激に作られ、また短期間に改良されている。それに伴い、呼吸器診断の考え方も変りつつある。しかし、色々の画像診断の方法が開発されても、個々の症例に対するアプローチの方法は各々によって異なるはずである。色々の画像診断の検査をすべて施行する必要は当然なく、とくに、治療方針の変更を要しない場合は、検査はそこで終了にすべきである。いずれの診断方法にもおのずと効果と限界が存在するので各画像診断法を有効に組合せて使用する必要がある。

種々の画像診断法が発達した現在でも、胸部単純X線写真は依然として重要である。新しい検査方法により、従来、胸部単純写真で、理解できなかった事柄が理解されるようになり、胸部単純X線写真の重要性が増している。

CTは非侵襲性であり臨床の場では使い易い診断方法である。CT値を測ることもできる。また、

従来使用されている断層撮影の欠点を補っている。しかし、CTの出現により、断層撮影が不要になったわけではなく、CTにも肺門のリンパ節腫大をとらえ難いなどの点があり、断層撮影とCTとを組合せると効果が一層上がる。

CTはプラ・嚢胞・癌転移による骨破壊・胸膜下腫瘍は見つけ易い。また、びまん性肺疾患の病変の分布もわかる。CTと胸部単純X線写真・選択的肺胞気管支造影・BF-1.8Tと組合せることによりびまん性肺疾患が診断し易くなった。種々の理解が胸部単純X線像に還元されてきている。画像診断の進歩が、従来のX線診断学に大きなインパクトを与えようとしている。

文 献

- 1) 赤塚孝雄：DRの原理と撮像，治療，65：17-24，1983.
- 2) Katragadda, C. S. et al. : Digital radiography using a computed tomographic instrument. Radiology, 133 : 83-87, 1979.
- 3) 高野正雄：新しい computed radiography, 画像診断，2 : 202-207, 1982.
- 4) 古館正従・他：閉塞性肺疾患の核医学的診断，臨床放射線，26 : 727-732, 1981.
- 5) Kazemi, H. et al. : N¹³-N₂, Prog. Nucl. Med., 5 : 93-114, 1978.
- 6) 井沢豊春・他：放射性エロソール吸入肺シンチグラフィ序説，核医学，18 : 167-173, 1981.
- 7) Worthington, B. S. : Clinical prospects for nuclear magnetic resonance. Clinical Radiology, 34 : 3-12, 1983.
- 8) Crooks, L.E. et al. : Clinical efficiency of nuclear magnetic resonance imaging. Radiology, 146 : 123-128, 1983.
- 9) 松本満臣・他：Xerotomogramによる早期肺癌へのアプローチ(II)，臨床放射線，24 : 651-655, 1979.
- 10) 土屋了介・他：ゼロトモグラフィの肺疾患診断への応用，日胸，37 : 267-274, 1978.
- 11) Mintzer, R.A. et al. : Computed vs conventional tomography in evaluation of primary and secondary pulmonary neoplasms. Radiology, 132 : 653-659, 1979.
- 12) Kreel, L. : Computed tomography of the lung and pleura. Sem. Roentgenol., 13 : 213-225, 1978.
- 13) Heitzman, E.R. et al. : Radiologic analysis of the mediastinum utilizing computed tomography. Radiol. Clin. North Am., 15 : 309-329, 1977.

図4 慢性気管支細気管支炎 (CT)

気管支の拡張および結節性の陰影が末梢領域に認められ、この領域の疾患にも有用である。

図5 慢性細気管支炎 (BF-1.8T)

直径1mmの細気管支の内視鏡写真で、発赤および軽度の壁の凹凸が認められる。新しい内視鏡により診断できる範囲が広がった。

- 14) Tanaka, M. et al. : A new bronchofiberscope for the study of diseases of very peripheral airways. CHEST, 85 : 590-594, 1984.

(別刷請求：〒160 東京都新宿区信濃町35)
慶應義塾大学医学部放射線診断部
田中 満