

CT 既存構造の分析

尾辻秀章¹

要旨 CTで読影すべき肺の構造物は、気管支、肺動脈、肺静脈、葉間胸膜の4種類である。成書ではほとんどが図の羅列であり、どのような手順で、どの部位から、各解剖学的命名が出来たのかを記載していないことが多い。これでは、初心者が各構造物を一人で命名することは出来ない。今回は、マルチディテクター(マルチスライス)CTによる3D動画像を用いた解析手順について、パソコンによるムービーを提示し、キースライスについても概説した。

(肺癌. 2005;45:51-54)

索引用語 CT, 気管支, 肺動脈, 肺静脈, 名人芸

CT Analysis of Pulmonary Structures

Hideaki Otsuji¹

ABSTRACT We must analyze four structures on chest CT: as the tracheobronchial tree, pulmonary artery, pulmonary vein and interlobar fissures. We can find enumeration of anatomical figures in various textbooks, but can seldom find how to analyze the anatomical structures. Inexperienced readers are usually unable to give anatomical nomenclature correctly on their own even after reading textbooks. I showed 3D movies using a PC to demonstrate the analytical process of examining pulmonary structures revealed by multislice CT, and presented an outline of key slices for pulmonary analysis. (JLJC. 2005;45:51-54)

KEY WORDS CT, Bronchus, Pulmonary artery, Pulmonary vein, Expert technique

はじめに

CTで読影すべき肺の構造物は、気管支、肺動脈、肺静脈、葉間胸膜の4種類である。成書では、はじめの方に解剖学的事項として、CT画像上に各構造物の名称が記載されている。しかし、ほとんどが図の羅列であり、どのような手順で、どの部位から、各解剖学的命名が出来たのかを記載していないことが多い。これでは、初心者が各構造物を一人で命名することは出来ない。そこで、肺の解剖学的構造の教育講演について、はじめに筆者の考えを述べさせて頂く。

解剖学的解析の周辺状況について

解剖学的構造は、全ての画像診断における第一歩であることは論ずるまでもない。例えば、郵便の住所に相

当し、Eメールのアドレスに相当するものである。正確に記述出来なければ、正確な診断・治療に至ることが出来ず、それが時には大きな医療過誤に繋がることすらある。この意味では解剖学的解析は最も重要な必須事項であるが、現実には肺の解剖学的構造¹についてはそれほど細かくは分析されていないと思われる。

この理由の一つは外科的処置にあるのではないかと考えている。従来の肺癌の典型的な手術法は肺葉切除であり、肺門部以外の肺内の細かな気管支や肺動脈、肺静脈の構造は、直接肉眼的に見ることが出来ず、逆に肺内構造物を問題としなくとも肺葉切除は可能である。肺門部でそれぞれの構造物を処理すれば良いわけで、それ以上の肺葉内の細かな分岐様式については、問題とする必要はなかった。また最近、胸腔鏡下の手術が多く施行されるようになってきているが、この場合は逆に胸膜面から

¹メディカルプラザ薬師西の京画像診断部。
別刷請求先：尾辻秀章，メディカルプラザ薬師西の京画像診断部，〒630-8051 奈良市七条町 95-1 (e-mail: otsuji4@mac.com)。

¹Medical Plaza Yakushi Nishinokyou, Japan.

Reprints: Hideaki Otsuji, Medical Plaza Yakushi Nishinokyou, 95-1 Shichijo-cho, Nara-shi, Nara 630-8051, Japan (e-mail: otsuji4@mac.com)

© 2005 The Japan Lung Cancer Society

何 cm 切除するかと言う判断法であり、同じく肺内の細かな構造物は見ることも出来ず、問われることもなかった。また気管支鏡の場合には、気管支内腔から見た気管支粘膜の変化や分岐様式が問題になるだけであり、その周囲に存在する肺動脈や肺静脈は見ることも出来ず、肺動脈や肺静脈の分岐様式が問われることもない。これらは、いずれも反射光の世界²におけるヒトの視覚情報に基づいた判断であり、問われることが無ければ、また問題とされることが無ければ、細かく読影する必然性もないわけで、一部の名人芸を持った人達以外は、肺内構造物への関心も低かったと思われる。

それに比べて CT や MR などの画像診断の場合は、従来のような反射光の世界ではなく、いわば透過光の世界であり、気管支だけではなく、肺動脈や肺静脈も同時に描出出来るし、thin section^{3,4}で撮影すれば、葉間胸膜も描出することが出来、その不全分葉などを論じることも可能となる⁵⁻⁷。この場合、細かく解析すれば、分岐の variation まで知ることが出来る⁸。特に最近のマルチディテクター(マルチスライス)CTによるMPRやMIP、ボリュームレンダリング法などを使えば、かなり細かな構造物まで可視化することが出来、その意味でも細かな解剖学的分析に適した画像が容易に得られるようになっている。

命名の重要性について

前述のような状況であるため、thin sectionの3D画像が容易に得られるようになったからと言って、必ずしも解剖学的な variation の解析と言うのはそれほど重要視されていないのかもしれない。しかし、最初に述べたように解剖学的解析は画像診断の第一歩であり、ここをきちんと解析出来るかどうかと言うことが次の診断能に影響してくるのではないかと筆者は常々考えてきた。

容易に3D画像が得られるマルチディテクター(マルチスライス)CTを用いれば、肺の既存構造や variation の理解が著しく進歩したと言えるのだろうか? 筆者は必ずしもそうではないのではないかと、危惧している。例えば、患者に生検や手術の説明をするのに3D画像を利用すれば、納得させ易くはなったかもしれないが、では患者の肺の構造に関する理解が格段に進んだと言えるであろうか? “否!”と言わざるを得ない。3D画像を見て、何となくムードとして形態が分かった気になると、キチンと命名まで出来て、肺の3D的構造を理解出来るのとは、大きな違いがあると、筆者は常々考えている。ムードに押し流されてはいけない。キチンと、命名出来るレベルまで読影力を向上させるのが望ましい。

筆者は、ヒトが周囲の物事や新しい概念を理解するためには、命名が必要であると考えている。少なくとも、

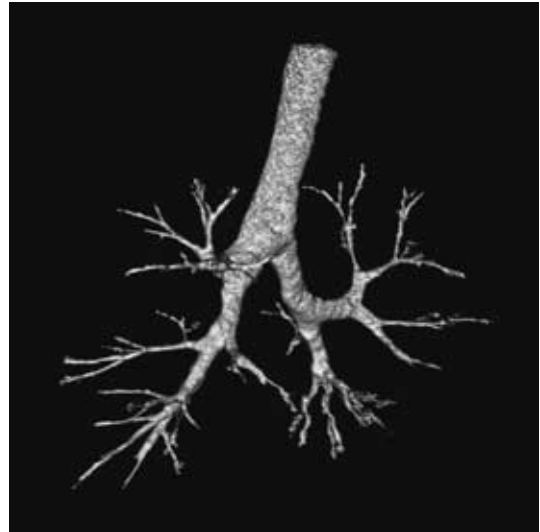


Figure 1. Bronchial tree shown by 3D-CT.

頭の中で CT 画像を思い出し、議論するためには、単に画像を思い出そうとしても思い出せるものではなく、その解剖学的構造物を命名して、パターン化して覚え、思い出さなければ、画像を見ないで議論することは出来ない。つまり、真に解剖学的構造を理解するためには、解剖学的命名が出来、それを系統立てて記憶領域にしまっておかなければならない。つまり、variation を診断し、命名していくことが極めて重要であると考えている。これにより、さらに細かな分析が出来るようになると筆者は考えている。

名人芸について

どのような分野でもそうだが、画像診断の分野でも名人芸と呼ばれる優れた匠の技を持っている人達がいる。しかし、名人芸と呼ばれている限りは、その人一代のものであり、次の世代に継承していくことは出来ない。しかし、これでは画像診断が、科学的医学情報の積み上げ、継承にはならない。筆者は何某かの形で、名人芸ではなく、次の世代にも継承出来るような読影の仕方の確立が必要だと常々考えてきた。この場合、従来の教科書が最善の方法であるとは言い切れない。と云ってマンツーマンによる指導法では、広く分析法を伝承することは出来ないで、これも必ずしも望ましい方法ではないと考えている。筆者の考えは、名人芸を否定したり、排除するものではない。むしろ、その名人芸を、いかにして伝承し、後世に残すかであると考えている。

IT 技術の応用

そこで考えられるのが、最近、ことに発達著しいパソコンなどの IT 技術の応用である。例えば、図 1 に気管

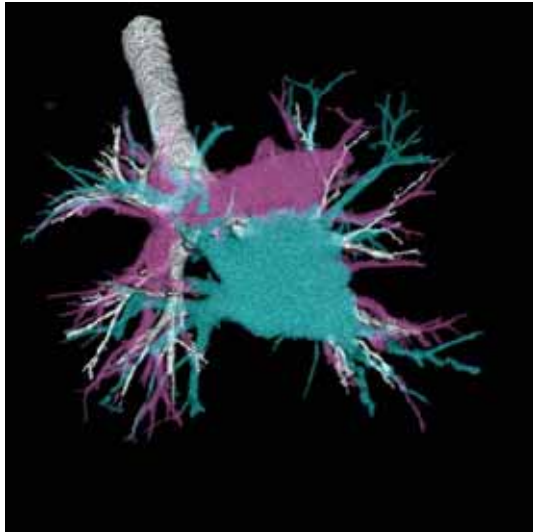


Figure 2. Pulmonary structure shown by 3D-CT. White indicates the tracheobronchial tree. Red indicates the pulmonary artery. Blue indicates the pulmonary vein.

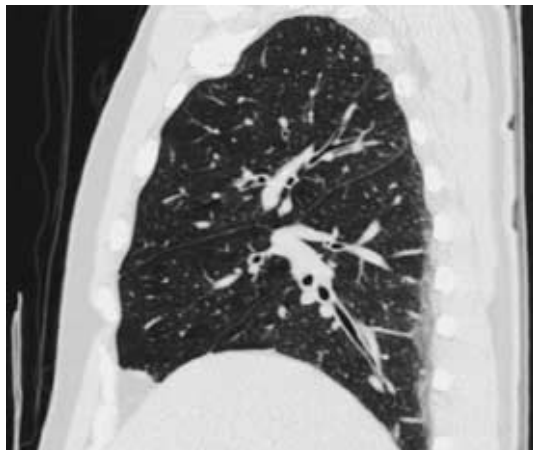


Figure 3. MPR of the right lung.

支の3D画像を示す。この気管支樹はパソコンのソフト上では、自由な角度から見る事が出来るように工夫されている。このようなソフトを使うことにより、学習者が疑問に思う方向から自由自在に操って納得するまで学習するというのが望ましいのではないかと考えている。また図2に、気管支を白に、肺動脈を赤に、肺静脈を青に色分けした画像を示す。この画像も同様に自由に動かす事が出来る。図3のMPRの画像などでも自由に前後、左右に動かす事が出来、自らが疑問に思った部分について納得のいくまで、その構造物と、周囲の構造物を検証することが出来る。こういうものを活用して、学習者が自ら納得しながら、十分に周りの構造物を確認しながら、解析出来る手段を確立していくというのが解剖学的な講義をする上での、教える側の必須事項ではない

かと、最近筆者は考え始めている。このため今回の肺癌診断会では、パソコンの動画像を用いた3D表示の試みを行った。まだ筆者自身が十分にパソコンのソフトを操作したり、CTのワークステーションを使いこなしているとは言えない状況であったので、今回の提示は必ずしも筆者自身が満足出来るものではなかったが、少なくともその可能性を示唆することが出来たのではないかと考えている。今後はこの方法論をさらに押し進めて行き、誰でもある一定のレベルの解剖学的解析が出来るような教育方法を確立したいと考えている。そのための道標になるのが、キースライスである⁹⁾

キースライスの考え方

何事にも順序がある。分析手順の確立こそが、名人芸を脱する解剖学的解析法であると筆者は考えてきた。

まず、ここで言うキースライスとは、

- 1) 安定した解剖学的空間的配列を示す断面、
- 2) 目安となる構造物の同定が容易な断面、と定義付ける。つまり、生命体を維持するためには、特定の臓器が、一定の解剖学的空間的配列パターンをとる必要があると言う生物学的事実の応用である。この場合、可能な限り普遍性があり、かつ分析の手始めとなる構造物が容易に特定出来る方が望ましい。

胸部CTで考えれば、頸部から上縦隔の正中を下行する気管から同定するのが、最も容易かつ確実である。具体的には、下記のようなのである。

- 1) 頸部から縦隔の正中に存在し、他の構造物と明らかに濃度が異なり、空気濃度の気管を同定する。
- 2) 気管を尾側に辿って、気管分岐部を同定する。
- 3) 気管分岐部から左右の主気管支を同定する。
- 4) 右主気管支から外側に分岐する右上葉支と、外尾側に分岐する中間幹を同定する。
- 5) 中間幹から、腹外側に分岐するのが右中葉支で、背外側に分岐するのが右下葉支である。
- 6) 左主気管支から、腹外側に分岐するのが左上葉支で、背外側に分岐するのが左下葉支である。

上記の解析手順のうち、4)と5)で右の上葉、中葉、下葉の3葉を区別し、6)で左の上葉と下葉の区別を行う。ついで、各肺葉気管支から、区域気管支、亜区域気管支と命名しながら、分析を進める⁸⁾

気管支が同定出来れば、次に気管支に併走する肺動脈を命名する。最後に、肺野では気管支の間を走行する肺静脈を同定、命名する。

肺門部では、肺動脈だけではなく、肺静脈も気管支に接している¹⁰⁾ので、分析の際には注意を要する。気管支に接する肺動脈と肺静脈の鑑別法のポイントは、それぞれの走行の方向性にある。つまり、肺動脈は気管支と併走

するが、肺静脈はたとえ気管支と接していても、方向性としては交差する。

前項のように、気管からはじめて、気管支を同定、命名していくことにより、肺の解剖学的解析が系統的、論理的に進められる。熟練してくると、このような分析手順を省略して、一見してその画像内の解剖学的構造物を判定出来るようになる。これこそが、ヒトがコンピュータよりも勝っている点であり、かつ継承の難しさと言う点で、劣っている点でもある。気管支、肺動脈、肺静脈は、それぞれに variation があり、複雑に交錯しているように見えるが、無限のパターンがあるのではなく、相互の解剖学的位置関係には一定の規則性がある。その規則性を見出すことにより、論理的解剖学的分析が可能となる。例えば、右上葉の S³ と中葉の S⁴, S⁵ では気管支と肺動脈の配列が、内外逆転しており、1 スライスを見ただけで、上葉と中葉の区別が可能である³。また、肺葉切除後でも、肺葉のキーポイントとなる構造物を見出せば、容易に切除肺葉が診断出来る¹¹。このような断面が、キースライスであり、このキースライスを元に、他部位にまで解剖学的分析を進めて行くことが出来る。

別の面から考えると、ある症例での分析が正しいかどうかを検証するために、常に気管から分析をはじめめるのでは、何時までたっても、長い分析ループを必要とすることになる。しかし、相互の解剖学的位置関係が一定し、かつ出現頻度の高い安定した解剖学的配列をした断面に気が付けば、その断面から分析をはじめても、正しい結果に到達出来ることになり、かつ、この特定の断面を、一連の読影作業の中で正しく命名しながら通過し得たなら、それまでの分析結果が正しかったことになる。そのような、特定の安定した解剖学的位置関係を持つ断面が、キースライスである。

おわりに

キースライスの考え方は、読影から名人芸を排除し、論理的に診断しようと言うことにつきる。ヒトの空間認識力は、猫と犬の区別の出来ないスーパーコンピュータの比ではなく、例え幼児であっても圧倒的に優れている。逆にこのために、「君も勉強すれば、そのうち分かるようになるよ」式の指導が今まで行われてきたし、これからも行われるであろう。これはこれで正しいのだが、単に

慣れで、パッと見て分かるのではなく、論理的診断法を知っていて、必要なときに常に参照出来るようにしておかねばならない。名人芸は、一代限りで、伝承出来ない。しかし、論理的診断法なら、空間認識力の優れたヒトに伝授出来るだけでなく、空間認識力に大きな弱点を持つコンピュータにも、導入可能だと夢みている^{12,13}。

REFERENCES

1. Yamashita H. *Variation in the Pulmonary Segments and the Bronchovascular Tree*. Tokyo: Igaku-Shoin Medical; 1978:70-107.
2. 尾辻秀章, 山本清誠, 西本優子, 他. 特集 21 世紀の画像診断; 3D 画像の落とし穴 私が望むワークステーション. 新医療. 1999;292:114-118.
3. 尾辻秀章, 吉村 均, 岩崎 聖, 他. 肺微細構造描出に対する Thin-Slice 高分解能 CT の実験的ならびに臨床的研究. 日医放会誌. 1989;49:23-34.
4. Otsuji H, Hatakeyama M, Kitamura I, et al. Right upper lobe versus right middle lobe: differentiation with thin-section, high-resolution CT. *Radiology*. 1989;172:653-656.
5. Otsuji H, Uchida H, Maeda M, et al. Incomplete interlobar fissures: Bronchovascular analysis with CT. *Radiology*. 1993;188:541-546.
6. 尾辻秀章, 山本清誠, 甲川佳代子, 他. 胸膜疾患: 葉間胸膜を含めて. 呼吸. 2000;19:1109-1115.
7. 尾辻秀章, 甲川佳代子, 西本優子. 下肺間膜と肺葉間胸膜 (画像診断のためのピンポイント解剖学). 画像診断. 2001;21:666-672.
8. 尾辻秀章, 甲川佳代子, 上田耕司, 他. III: 胸部 CT. A. 総論 既存構造とヴァリエーション. 日本胸部臨床臨時増刊号. 2002. 呼吸器疾患の現状と将来. 2002;61:37-45.
9. 尾辻秀章. III 肺・縦隔の正常解剖. 胸部の CT. 第 2 版. 村田喜代史, 上甲 剛, 池添潤平. 編集. 東京: メディカル・サイエンス・インターナショナル; 2004:35-88.
10. 尾辻秀章, 甲川佳代子, 上田耕司, 他. 気管支と接する肺静脈の解剖学的解析. 臨床放射線. 2003;48:151-160.
11. 尾辻秀章, 甲川佳代子, 上田耕司, 他. 各肺葉の解剖学的特徴を応用した切除肺葉の CT 診断法. 断層映像研究会雑誌. 2002;29:129-134.
12. 尾辻秀章, 米森一雄, 鳥脇純一郎, 他. マルチディテクター CT を用いた肺動脈自動解析のためのキースライスの抽出と正常変異の検討およびホームページでの研究過程の進捗状況同時公開. 済生会医学・福祉共同研究. 平成 14 年度版. 2003;38-42.
13. 山口知章. 3 次元胸部 X 線 CT 像からの解剖学的知識を利用した肺動・静脈自動認識. 名古屋大学大学院工学研究科情報工学専攻修士学位論文. 2002.