

Title	伸展固定肺を用いた肺二次小葉の形態学的検討-第2報 : 小葉内構造の三次元計測-
Author(s)	高橋, 雅士; 村田, 喜代史; 森田, 陸司
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1993, 53(9), p. 1010- 1019
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16132
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

伸展固定肺を用いた肺二次小葉の形態学的検討

—第2報：小葉内構造の三次元計測—

1) 滋賀医科大学放射線医学教室

2) 滋賀医科大学放射線部

高橋 雅士¹⁾ 村田喜代史²⁾ 森田 陸司¹⁾

(平成4年12月8日受付)

Morphological Analysis of the Secondary Pulmonary Lobule with Inflated Fixed Lung Specimen Part 2: Three-dimensional Measurement of Intralobular Structures

Masashi Takahashi¹⁾, Kiyoshi Murata²⁾ and Rikushi Morita¹⁾

1) Department of Radiology, Shiga University of Medical Science

2) Department of Radiology, Shiga University of Medical Science

Research Code No. : 506.9

Key words : Secondary pulmonary lobule, Inflated fixed lung,
Three-dimensional evaluation

In this study, we made three-dimensional measurements of intralobular structures in normal and diseased conditions using inflated fixed lung specimens.

Lung blocks obtained from the subpleural and hilar areas were cut into slices 0.5 mm thick and radiographed. After tracing intralobular structures on these radiograms, trace data were transferred to a three-dimensional computer system and three-dimensional measurement was made. Autopsied lungs with diseased conditions including idiopathic pulmonary fibrosis, aging lung and panacinar emphysema were also used.

The distance from the tip of the intralobular arteriole accompanying the terminal bronchiole to the corresponding lobular border was 2.4 ± 0.5 mm in the subpleural area and 2.1 ± 0.5 mm in the hilar area. The corresponding values in emphysema, aging lung and idiopathic pulmonary fibrosis were 4.1 ± 0.6 , 3.4 ± 0.4 and 1.4 ± 0.2 mm, respectively. In most of the lobules, the volume ranged from 300 to 600 mm³ and was closely related in linear fashion with the number of terminal bronchioles. Branching angles of the pulmonary artery in the lobule ranged from 80 to 90 degrees, and there was no relationship to the pattern of branching.

This information about the arrangement of pulmonary lobular structures in normal and diseased conditions will help in the interpretation of HRCT images of the lung.

はじめに

従来、肺の末梢構造に関する形態学的研究には多数の詳細な業績¹⁾⁻⁷⁾がみられるが、その多くは気道の鑄型標本を中心にその分岐形態を観察したもの^{1),3),4),5),7)}であり、この研究方法には以下に述

べるような限界がある。第一には、気道以外の肺動脈、肺静脈、小葉間隔壁、胸膜等の構造物の情報が欠落し、それらの間の解剖学的な相互関係が評価不能になること、第二には小葉内構造物の距離計測、体積計算、角度計測が不可能であること

である。これらの問題点を解決するためには、現状では、すべての構造が温存された標本の薄切連続切片の二次元情報を三次元的に再構築する方法^{8)~10)}が最も合目的であるが、これまで同様の検討が特に小葉構造になされた報告⁹⁾は極めて少ない。

一方、我々が二次元画像である肺野のCT像に接する際、肺の末梢構造、特に二次小葉という解剖学的単位が三次元的な広がりを持ち、いかなる単一のスライスもその全構造を描出し得ていないという認識は重要であり¹¹⁾、二次小葉の立体解剖の知見を基に肺野末梢のCT像を解析し、病理標本の同様な解析を行えば、びまん性肺疾患に関するその画像病理相関の作業はより深みのあるものになろう。また、CTの機器の進歩に伴って、1.0~1.5 mm厚さの肺野末梢構造の連続画像が1回の息止めでもより簡易に得られるようになりつつあることを考えると、今まであまり検討されることのなかった三次元的な小葉構造の把握が今後、重要になっていくものと思われる。

本編では、第一報¹²⁾と同様に剖検肺の伸展固定標本を用い、CTの読影に重要な肺動脈、肺静脈、胸膜の情報を中心とした三次元データを抽出することにより小葉の立体構造の定量的検討を基礎的に行い、これらの胸壁側と肺門部娘枝領域^{10),13),14),15)}での比較をあわせて行ったので報告する。

研究の材料および方法

1. 標本の作成、X線撮影および小葉構造の解析方法

研究の材料、検討部位は、第一報¹²⁾で用いたものと同一であるので、方法の詳細は第一報に委ね、ここでは概略を記載する。

肺疾患のない55歳男性の左肺を用い、肺動脈より50%硫酸バリウムを注入した後、Heitzman・伊藤の方法^{16),17),18)}にて伸展固定した。これらより胸壁側と肺門部のブロックを数カ所切り出し、マイクロスライサー(DTK-1000 W; 堂坂EM)にて、500 μ 厚の薄切連続標本を作成した。なお、小葉支配気管支までの分岐次数を知るために、肺門を含んだ5 mm厚程度の標本を適宜作成した。

また疾患群として、特発性間質性肺炎、汎小葉性肺気腫、肺胞管の拡張した加齢肺¹⁹⁾各一例を同様の方法で処理した。標本を作成した部位をTable 1にまとめて示す。

それらの標本を軟X線装置(EMB-Y; SOFTEX)を用いてX線撮影を行い、現像されたフィルムをフィルムデジタイザー(TDIS-FILE-500; 東芝)に入力後、接続されたレーザープリンター(FCR 7000, CR-LP 414; 富士メディカルシステムズ)にて拡大ハードコピーを作成し、実体顕微鏡(SZ-Tr; オリンパス)にて、

Table 1 Materials of inflated fixed lungs for three-dimensional analysis

● Normal	55 y.o. Male: Left lung	Subpleural portion	B ³ bii β : 2 sites B ⁸ aii β : 3 sites B ⁹ aii α : 1 site B ¹⁰ bii α : 1 site B ¹⁰ aii β : 1 site
		Daughter bronchus area at hilum	B ^{9,10} III-V order : 1 site
● Idiopathic pulmonary fibrosis	85 y.o. Female: Left lung		B ⁸ aii α : 1 site
● Panacinar emphysema	70 y.o. Male: Left lung		B ³ bi β : 1 site
● Aging lung	65 y.o. Male: Left lung		B ³ bi β : 1 site

標本の裏表を観察しながら、用手的に小葉内外の肺動脈、細気管支、肺静脈、小葉間隔壁をトレースした。肺動脈、気管支のトレースは終末細気管支の先端まで行った。前終末細気管支から直接分岐する呼吸細気管支^{13),20)}についてもトレースに加えた。

小葉の判別は、Reidらの報告²¹⁾を参考にし、1 mm程度の小気管支によって支配され、1~2 mm毎に分岐する終末細気管支の集合とした。

必要に応じて伸展固定肺標本のCTを撮像した。使用機種はSiemens社製Somatom DRHで、厚さ1~2 mm, 125 kv, 550~830 mAS, スキャン時間7~11秒、でhigh resolution algorithmを用いた。

2. 三次元計測の項目とその方法

これらのトレース画を、パーソナルコンピューター(PC 9801 RA; NEC)上で三次元画像処理プログラム“OZ”(ライズ社)²²⁾に用手入力した。入力は肺動脈、肺静脈、小葉間隔壁、気管支、胸膜等の諸構造を個別に行った。次に同ソフトに内蔵されている三次元計測プログラムを用い、小葉内構造の距離計測、体積計測、角度計算を行った。このプログラムでは、三次元上の距離は空間上の任意の二点を設定すれば容易に計算することが可能で、また角度計測は同様に空間上の三点を指定することによりなされる。また、体積は各スライスに指定された領域と標本の厚さから計算される。

以下の記述においては、第一報と同様に終末細気管支に伴走する肺動脈をTB-PA、呼吸細気管支のそれをRB-PA、前終末細気管支のそれをpreTB-PAと記載する。

なお、特に小葉の体積の計測に先立ち、検討した小葉が気管支の分岐次数の内のどのレベルに相当するのかを明確にする必要があるため、あわせて小葉支配気管支の分岐次数を検討した。なお分岐次数は肺癌取り扱い規約に従い²³⁾、これに娘枝が分岐する毎に一次を加える方法をとった¹³⁾。

検討した内容は以下の通りである。

- a) 小葉支配気管支肺動脈の分岐間隔
- b) 小葉支配気管支肺動脈分岐部から最初に

TB-PAあるいはRB-PAを分岐するまでの距離

- c) b)より遠位のTB-PA, RB-PAの分岐間隔
- d) TB-PAの長さ
- e) TB-PA先端から小葉辺縁までの距離

三次元画像計測プログラム上で、対応する小葉辺縁までを5箇所測定しそれらの最短距離とした。また小葉の辺縁の一部が、ブロックに含まれていない場合には得られた標本の中で計測を行った。以上の計測方法をFig. 1に示す。

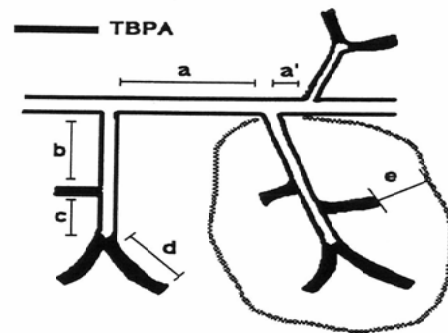
- f) 小葉の体積

検討した小葉のうち、その辺縁の一部が標本に含まれていないもの(胸壁側で36個中7個、肺門部娘枝領域で16個中5個)は体積の検討から除外した。小葉の辺縁は、肺動脈、胸膜、小葉間隔壁、小葉外の気管、血管である。隔壁の欠損している部位は、肺静脈の位置、肺胞道の流れ、その上下の標本を参考にして辺縁を決定した。

- g) e), f)の疾患群における数値

- h) 小葉内のTB-PA, preTB-PA, RB-PAの分岐角度

分岐形態を大まかに対称性二分岐、非対称性二分岐に分類し、個々の分岐の組合せについて角度



- a) Distance between the lobular PA
- a') Distance between the lobular PA branching opposite direction
- b) Distance from the origin of lobular PA to the first TB-PA
- c) Distance between the each branch of TBPA and preTB-PA
- d) Length of TB-PA
- e) Distance between the tip of TBPA to the corresponding lobular border

Fig. 1 Drawing shows the methods for three-dimensional measuring of the lobular structure. The branches which are painted out are TB-PA.

を計算した。なお、計測は、二分岐の遠位側が形成する角度を測定した。

以上のうち胸壁側においては、a) から h) を、肺門部娘枝領域^{10),13),14),15)}においては e), f) を計測した。なお、結果に示す平均値には1 S.D.を併記した。

結 果

検討した小葉の支配気管支の分岐次数は、胸壁側で平均11.6±1.5次 (n=36)、肺門側で7.3±1.1次 (n=16) であった。これらの頻度をFig. 2に示す。

分岐間隔の計測結果を示す。小葉支配気管支肺

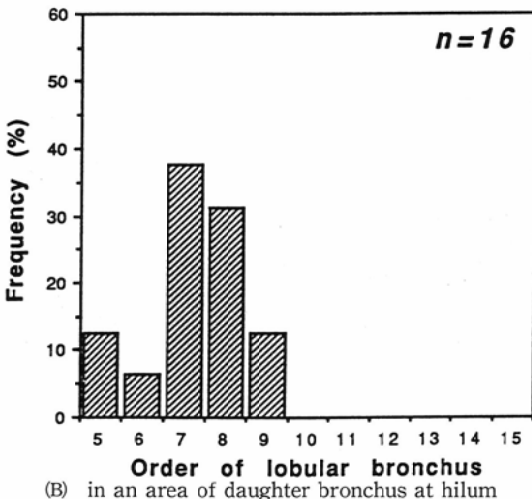
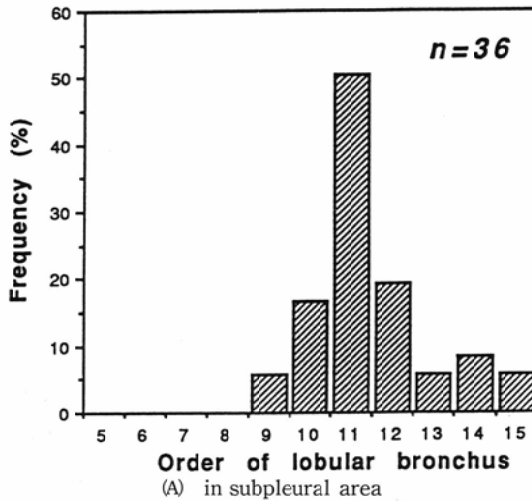


Fig. 2 Bronchial generation of lobular bronchus

動脈の分岐間隔は1.0~5.6 mm, 平均3.4±1.4 mm (n=15) で、主軸系を介して互いに反対側の領域を支配する場合には0.5~2.5 mm, 平均1.5±0.7 mm (n=11) と短くなる傾向にあり、また、末梢ほど短くなる傾向があった。

小葉支配枝の分岐部から最初のTB-PAの分岐部までの距離は2.3±1.2 mm (n=34), RB-PAがその分岐になる場合には1.7±0.6 mm (n=7) であった。それ以降の分岐間隔は、TB-PA同士が1.7±1.0 mm (n=60), preTB-PAから分岐するRB-PAを加えて平均すると1.4±0.8 mm (n=98) であった。つまり、小葉内の分岐間隔は1~2 mm とほぼ一定であり、小葉支配枝から最初にTB-PAを分岐するまでの距離がそれより遠位のTB-PA同士の分岐間隔より若干大きい傾向にあった。TB-PA自体の長さは1.7±0.7 mm (n=132) であった。

TB-PA先端から対応する小葉辺縁までの距離は、胸壁側で2.4±0.5 mm (n=132) とほぼ一定であった。一方肺門部娘枝領域では、2.1±0.5 mm (n=48) と短い傾向にあった。

この距離は、胸壁側における疾患肺では、Fig. 3に示すように、特発性間質性肺炎で、1.4±0.2 mm (n=5) (Fig. 4) と短縮し、汎小葉性肺気腫で4.1±0.6 mm (n=5) (Fig. 5), 加齢肺で

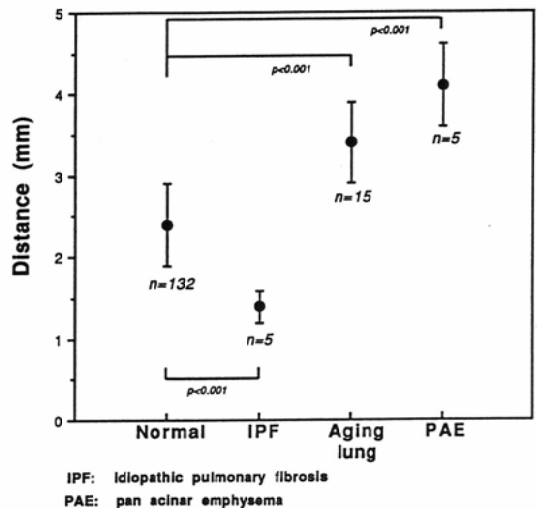


Fig. 3 Distance between the tip of TB-PA to the lobular border in normal and diseased lungs

3.4±0.4 mm (n=15) と増大していた。

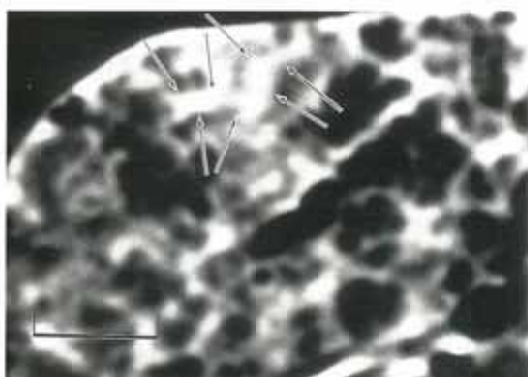
胸壁側での小葉の体積は、多くは300~600 mm³の範囲内にあった。これをTB-PAの本数と比較したものがFig. 6である。この際preTB-PAからのRB-PAは1/2本として計算した²⁰⁾。TB-PAの本数をx、小葉の体積をyとすると、相関係数0.776 (p<0.001)、単回帰直線はy=86.9x+26.7の式になり、ひとつの細葉の体積はおよそ90 mm³となった。肺門部娘枝領域では、相関係数0.886 (p<0.001)、単回帰直線の

傾きが69.4となり、計算上細葉の体積が胸壁側より小さな値となった (Fig. 7)。疾患群では、Fig. 8に示すごとく、特発性間質性肺炎では正常群とあまり大きな差はなかったが、気腫性の疾患群では著しい増大が認められた。なお体積計算に用いた疾患肺の小葉支配気管支の通算分岐次数は、特発性間質性肺炎で平均10.0次 (n=2)、加齢肺で10.7±0.5次 (n=3)、汎小葉性肺気腫で10.5次 (n=2) であった。

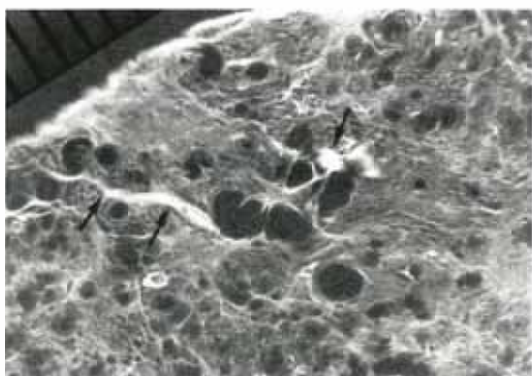
分岐角度は (Fig. 9) 対称性二分岐で63.6~



(A) Close up view of the specimen (arrows; pulmonary arteries) Numerous cystic dilatations of the intralobular bronchioles are demonstrated. Bar represents 1 mm.



(C) HRCT image (arrows: pulmonary arteries): Bar represents 10 mm.

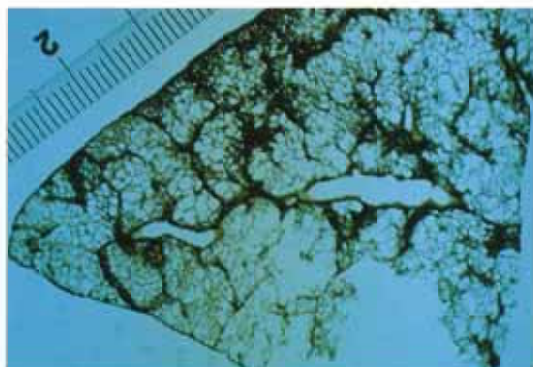


(B) Radiograph (arrows: pulmonary arteries): Each graduation represents a distance of 1 mm. Note the irregular deformity and loss of expansion of lobule and a close relationship between the tip of TB-PA and lobular border.

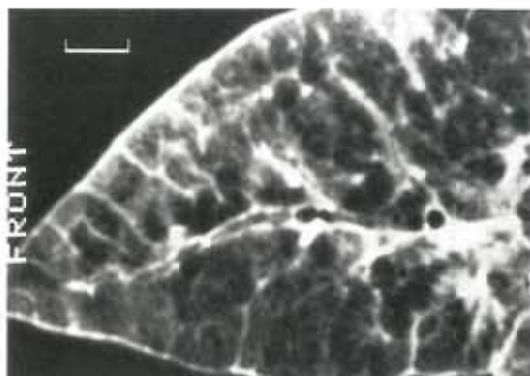


(D) Three-dimensional reconstructed image (red: pulmonary artery, blue: pulmonary vein and interlobular septum): Arrow heads indicate the artery of each lobule.

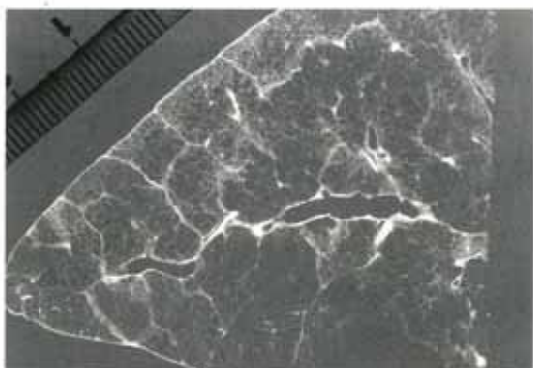
Fig. 4 A case of idiopathic pulmonary fibrosis



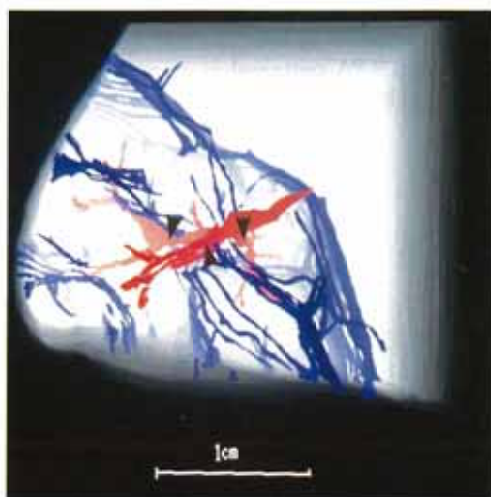
(A) Close up view of the specimen shows the uniform dilatation of the air space in each lobule. Each graduation represents a distance of 1 mm.



(C) HRCT image: Bar indicates 10 mm.



(B) Radiograph of the specimen: Each graduation represents a distance of 10 mm.



(D) Three-dimensional reconstructed image (red: pulmonary artery, blue: pulmonary vein and interlobular septum); Arrow heads indicate the arteries which supply each lobule. Note the expansion of each lobule and increased distance between the tip of TB-PA and lobular border.

Fig. 5 A case of panacinar emphysema

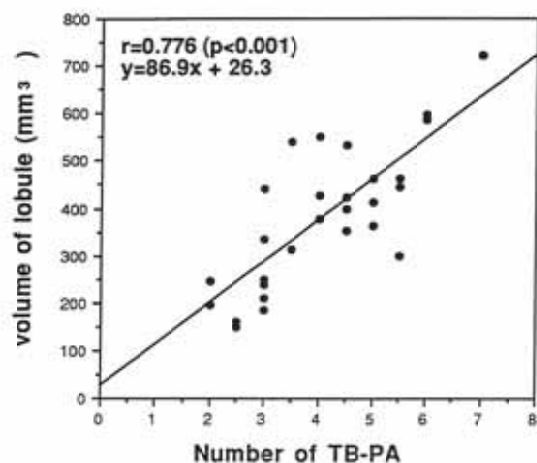


Fig. 6 Correlation of the volume of lobule with the number of TB-PA contained in subpleural area.

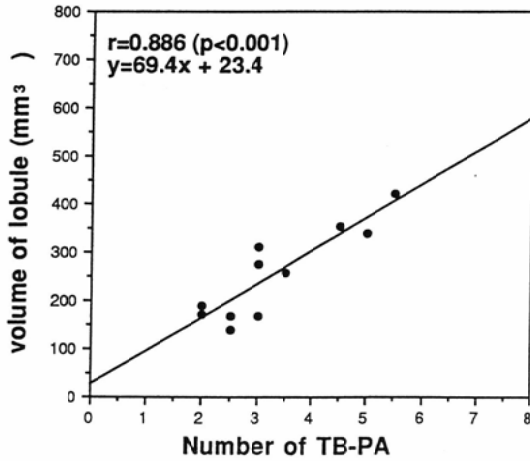
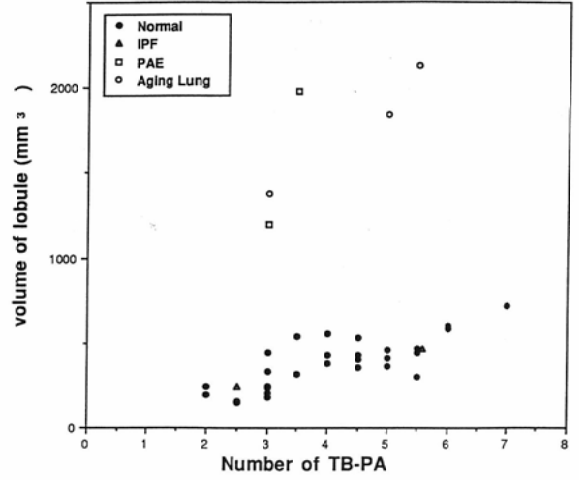


Fig. 7 Correlation of the volume of lobule with the number of TB-PA contained in an area of daughter bronchus at hilum.



IPF : idiopathic pulmonary fibrosis
PAE : pan acinar emphysema

Fig. 8 Correlation of number of TB-PA with the volume of lobules in normal and diseased conditions.

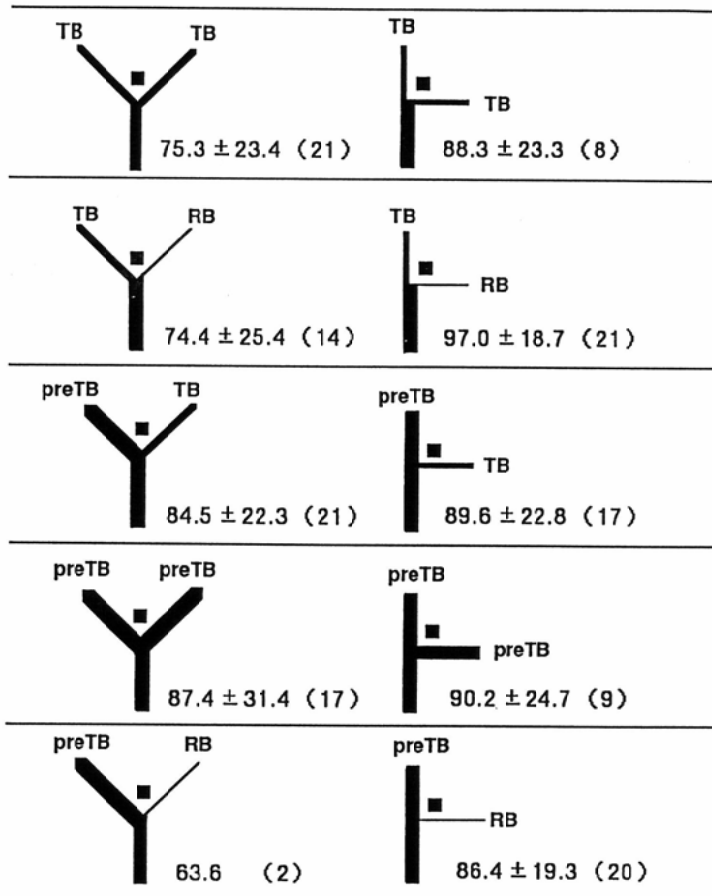


Fig. 9 Measured angles of various branching patterns of pulmonary artery in the lobule

87.4度, 非対称性二分岐で86.4~97.0度で, 後者の方がやや大きな傾向が認められたが, 有意差は明らかではなかった. 分岐角度は, その分岐末梢領域が大きくなるものほど大きくなる傾向があったが, これも有意差は明らかではなく, むしろ小葉内の分岐角度は分岐の種類にかかわらず80~90度前後でおおよそ一定していた.

考 察

1. 小葉内外の分岐間隔について

今回は Reid らが提唱した“mm pattern”と“cm pattern”²¹⁾を肺動脈を用いて検証したが, 前者については, 我々の今回の計測でもほぼ1~2mm毎に分岐する小葉内の肺動脈が確認できた. 一方小葉支配動脈は, 3.4 ± 1.4 mm の分岐間隔で反対側の領域を支配する場合は 1.5 ± 0.7 mm と, 分岐形態によってかなりのばらつきがみられた. この際, 小葉支配気管支肺動脈から最初の分岐までの距離が長ければ小葉の同定が容易になるものと思われるが, その小葉内の分岐間隔との差は0.6mm程度のもので, 実際には Reid らの定義を用いても小葉の定義に苦しみ微妙なものも存在した.

したがって, 分岐構造から小葉を定義した Reid らの方法も決して絶対的なものではなく, 特に“cm pattern”という言葉²¹⁾には多少曖昧さが残った. ただしいったん小葉内に入ってしまったら, 1~2mm という分岐間隔はほぼ一定であるという事実は明らかで, “小葉内”の同定における“mm pattern”という言葉についてはその意義が確認できたと考えている.

2. 小葉の広がりについての検討

今回の検討では, 小葉中心と小葉辺縁までの距離は胸壁側で2.4mm, 肺門部娘枝領域で2.1mmであった. 胸壁側の数値については西村ら²⁰⁾が平面的に測定した2.5mmという値とほぼ一致している. また今回の結果では, 肺門部娘枝領域では2.1mmと, 胸壁側に比べややその距離が短い傾向にあることが明らかになった. 胸壁側の数値については特発性間質性肺炎で減少, 汎小葉性肺気腫, 加齢肺(肺泡洞拡張)では増加して

いた. 前者については, 小葉辺縁の肺泡腔の虚脱, 繊維化を反映しているものと思われる. また後者については, 単に肺泡, 肺泡洞の拡張を反映しているものと思われ, おそらくこの結果は小葉中心性肺気腫においても同様であろうと思われる.

小葉の体積については, それを終末細気管支の数(呼吸細気管支についてはその半分)で割ると, 理論上細葉の体積が算出されることになる. 我々の算出した細葉の体積はおおよそ 90 mm^3 で, 北岡らが左S3bのブロックを用いて直接計測した $171.8 \pm 37.7 \text{ mm}^3$ という値⁹⁾よりも小さい値となった. 今回の我々の検討は, 個々の細葉を直接計測しているものではなく, 前終末細気管支からの呼吸細気管支の支配領域を便宜的に細葉の半分と仮定したもので, こうして間接的に求めた値は厳密な細葉の体積になり得ていない可能性がある. また細葉の体積は, 身長等の体格, 年齢によって左右されるとされており²⁴⁾, また固定時における伸展の程度によっても誤差が生じてくる可能性を否定できない.

小葉の体積自体の多くは $300 \sim 600 \text{ mm}^3$ の範囲内にあったが, 実際には含まれる終末細気管支の本数が2本から6本に及び, それにともなって体積の差も大きく変化し, 従来言われているように, 小葉のサイズが約1cmと一定しているとは言にくいように思われる. 前終末細気管支からの呼吸細気管支の支配する体積が, 本来の細葉とどの程度異なるのかも, 実際には小葉の体積を論じるにあたり重要な検討項目である.

今回の計測結果において, 細葉の体積は胸壁側と肺門部娘枝領域では, 後者の方が同じ終末細気管支の数であっても小さい数値を示した. 前述の前終末細気管支からの呼吸細気管支の支配体積が細葉の半分という仮定²⁰⁾にのっとると, 細葉の体積が同じ肺の中でも, 胸壁側と肺門部娘枝領域では異なっていることになり, 同様の印象は佐藤らも小葉構造の詳細な解析の論文において述べている¹³⁾. 前述の小葉中心と小葉辺縁との最短距離が胸壁側と比較して軽度短かったことは, それが体積の差に直結はしないものの, 同様のことを表

しているものと推測される。

汎小葉性肺気腫、加齢肺においては、前述の距離の結果と同様に明らかな体積の増大を認めた。特発性間質性肺炎においては、体積の変化が小葉中心と辺縁の距離の短縮に追従していなかった。おそらく、これは小葉内の細気管支の traction ectasis の体積が無視できないほど大きいことと、肺泡領域の繊維化、つまり体積減少が小葉内で一様に生じていないことに由来するものと推測された。また、小葉中心と小葉辺縁の距離が今回は、複数の測定箇所の平均値ではなく、その中の最短のものをういたことも影響していると思われる。

3. 小葉内肺動脈の分岐角度について

加藤ら¹⁰⁾は、伸展固定肺を用いて小葉支配気管支までの主軸枝、娘枝の分岐角度の詳細な報告を行っているが、それによると、分岐角度は同大二分岐で主軸の進行方向を基準線として 34.8 ± 16.1 度であったとし、これは気道抵抗、死腔の相反する要素を埋めるのに最も適切な角度であるとされる Horsfield ら²⁾の理論値 37.28 度に非常に近い値であったと述べている。Horsfield らはさらに、 1 mm 以下の径の気管支では分岐角度は 52 度と大きくなった方がガスの移動と拡散において都合がよいとしている²⁾。

この Horsfield らの予測値は、小葉内の細気管支の分岐構造にあてはめて考え得る数値と思われるが、我々の肺動脈を用いて計測した数値が、対称性二分岐で $70 \sim 90$ 度、非対称性二分岐で $80 \sim 100$ 度を示しており、ほぼそれに矛盾しない数値となっている。

非対称性二分岐の方が角度が大きいのは、小葉内の娘枝に相当することが多く含まれていることを表しているが、実際に、対称性、非対称性の分類、あるいは娘枝の定義については曖昧な点が多い。これには加藤ら¹⁰⁾のような厳密な分岐角度、分岐径の比等による選択基準が必要であるが、むしろ今回の結果では、小葉内の分岐角度はその分岐形式にかかわらず、 $80 \sim 100$ 度で一定していると捉えた方が適していると思われる。

最後に、今回の検討において不足している点、

今後検討していく必要がある点を述べておきたい。

第一に、 500μ という標本の厚みから招来される三次元計測の誤差の問題である。加藤らは、 5 mm 厚の標本において 10 mm 以上の辺が形成する角度の誤差は 10 度以内であることを理論的に証明している¹⁰⁾が、今回の我々の方法においても、 500μ の厚さ、 1 mm 以上の辺によって形成される角度を測定しており、加藤らと同様にその誤差はほぼ 10 度以内に押さえられていると考えられる。ただし、距離についてはスライス面に垂直な方向の計測ほど誤差が増大する可能性があり、それは理論上最大 1 mm となる。この解決のためには、スライス厚を更に薄くする必要があるが、それは技術的に問題がある。

第二に、前述したように、細葉の体積が今回は直接計測し得なかった点である。特に前終末細気管支から分岐する呼吸細気管支の支配領域の広がり細葉との比較において検討する余地がある。

第三に、今回は同一個体でのみの検討を行い、疾患群もそれぞれ一個体ずつの検討で、厳密な意味での統計学的検討に成り得ていない。さらに一般的な小葉の形態学を論じるには、検体数とともに個体数も増やす必要がある。

まとめ

1. 伸展固定肺の 500μ の薄切標本を基に、肺二次小葉内外の諸構造の三次元計測を行い、また、これらの胸壁側と肺門部娘枝領域での比較も行った。

2. 小葉支配気管支肺動脈の分岐間隔は 3.4 ± 1.4 mm ($n=15$) で、小葉内の TB-PA の分岐間隔は 1.7 ± 1.0 mm ($n=60$) であった。

3. TB-PA 先端から小葉辺縁までの距離は、胸壁側で 2.4 ± 0.5 mm ($n=132$)、肺門部娘枝領域で 2.1 ± 0.5 mm ($n=48$) であった。これらは肺線維症で 1.4 ± 0.2 ($n=5$) と減少、汎小葉性肺気腫、加齢肺でそれぞれ 4.1 ± 0.6 mm ($n=5$)、 3.4 ± 0.4 mm ($n=15$) と増大していた。

4. これらの小葉内の分岐間隔、小葉中心と小葉辺縁との距離は、三次元的な測定においても従

来の二次元計測の報告とよく一致していた。

5. 小葉の体積の多くは 300~600 mm³ の範囲にあり、含まれる終末細気管支の数に比例したが、肺門部娘枝領域の小葉は同じ数の終末細気管支でも体積が小さかった。

6. 小葉内肺動脈の分岐角度はほぼ 80~100 度で、分岐形式による違いは明らかではなかった。

本研究の一部は文部省科学研究費奨励研究(A) (課題番号 04857108) の助成を受け、本論文の要旨は、第 232 回日本医学放射線学会関西地方会 (1991 年 9 月 7 日, 大阪), 第 32 回日本胸部疾患学会総会 (1992 年 5 月 11 日, 札幌), 第 237 回日本医学放射線学会関西地方会 (1992 年 12 月 5 日, 大阪) において発表した。

謝 辞

稿を終えるにあたり、懇切な御指導、御助言を賜りました京都大学放射線部伊藤春海助教授、貴重な症例を御提供くださいました本学第一病理学教室服部隆則教授、竹岡成名誉教授、第二病理学教室挟間章忠教授、第二外科学教室加藤弘文講師、森渥視教授、京都府立医科大学第一病理学教室芦原司教授、三次元表示に関する助言を賜りました北岡病院内科北岡裕子先生、三次元計測に関する助言を賜りました札幌医科大学内科学第三講座、加藤誠也先生に深謝いたします。この研究の遂行にあたり御協力いただいた公立甲賀病院副院長坂本力先生、天理よろづ相談所病院放射線科野間恵之先生、滋賀医科大学放射線部技師、本多達哉氏、小水満氏、森岡康範氏 (現、近江八幡市民病院放射線科) に、また終始温かく研究の遂行を見守っていただいた滋賀医科大学放射線医学教室の同僚諸君に、深尽なる謝意を表します。

文 献

- Horsfield K, Hicken P, Cumming G: A morphologic study of airways disease using bronchial casts. *Am Rev Respir Dis* 93: 900-906, 1966
- Horsfield K, Cumming G: Angles of branching and diameters of branches in the human bronchial tree. *Bulletin of mathematical biophysics* 29: 245-259, 1967
- Horsfield K, Cumming G: Morphology of the bronchial tree in man. *J Appl Physiol* 24: 373-383, 1968
- Henderson R, Horsfield K, Cumming G: Intersegmental collateral ventilation in the human lung. *Respir Physiol* 6: 128-134, 1968
- Pump KK: Morphology of the acinus of the human lung. *Dis Chest* 56: 126-134, 1969
- Boyden EA: The structure of the pulmonary acinus in a child of six years and eight months. *Am J Anat* 132: 275-300, 1971
- Andersen JB, Jespersen W: Demonstration of intersegmental respiratory bronchioles in normal human lungs. *Eur J Respir Dis* 61: 337-341, 1980
- Mercer RR, Crapo JD: Structure of the gas exchange region of the lungs determined by three-dimensional reconstructions. (In) Gardner DE, Crapo JD, and Massaro EJ ed: *Toxicology of the lung*. p 43-70, 1988, Raven Press, New York
- 北岡裕子, 伊藤春海: 肺細葉の空間配置 (抄録), *日本胸疾会誌*, 29: 362, 1991
- 加藤誠也, 小場弘之: 伸展固定ヒト肺を用いた気管支分岐様式の検討; 気管支娘枝とその他の気管支分岐との対比を中心に, *札幌医誌*, 60: 479-488, 1991
- 村田喜代史, 高橋雅士, 森正幸, 森田陸司: CT 読影のための肺の正常解剖, *臨放*, 36: 1231-245, 1991
- 高橋雅士, 村田喜代史, 森田陸司: 伸展固定肺を用いた肺二次小葉の形態学的検討. 第 1 報: 小葉内肺動脈を中心とした形態観察. *日本医放会誌*, 53: 999-1009, 1993
- 佐藤功, 小場弘之, 鈴木明, 他: 肺末梢構造の X 線学的解析; 気管支・肺動脈の分岐と小葉, *臨放*, 29: 949-955, 1984
- 山下英秋, 高瀬昭, 尾川寿, 他: 気管支肺胞系の構造. *結核研究の進歩*, 20: 1-26, 1957
- 伊藤春海, 村田喜代史, 藤堂義郎, 他: 肺門部の末梢肺組織について, *臨放*, 29: 1459-1465, 1984
- 伊藤春海, 村田喜代史, 藤堂義郎, 他: 肺小葉から見た呼吸器疾患, *臨放*, 28: 1029-1036, 1983
- Heitzman ER: *The Lung; radiologic-pathologic correlations*. 2nd ed. p 4-12, 1984, The CV Mosby Comp. ST. Louis
- 伊藤春海: 肺疾患におけるレントゲンと病理の比較検討; part 1. 伸展固定肺標本の作成と解析法. *正常レントゲン解剖*, *日放技学誌*, 43: 589-600, 1987
- Thurlbeck WM: Chronic airway obstruction. (In) Thurlbeck WM ed: *Pathology fo the lung*. p 555-556, 1988, Thieme Medical Pub, New York
- 西村浩一, 伊藤春海: 肺の正常末梢構造; 特に小葉内の構造について, *結核*, 64: 55-61, 1989
- Reid L: The secondary lobule in the adult human lung, with special reference to its appearance in bronchograms. *Thorax* 13: 110-115, 1958
- 北岡裕子: 小型肺癌の CT 像 3 次元表示; 伸展固定肺標本を用いた試み, *日本医放会誌*, 51: 516-522, 1991
- 日本肺癌学会編: *臨床・病理, 肺癌取り扱い規約 (改訂第三版)*, p 59-60, 金原出版, 東京 1987
- Osborne DRS, Effmabb EL, Hedlund LW: Post natal growth and size of the pulmonary acinus and secondary lobule in man. *AJR* 140: 449-454, 1983