

肺結核後遺症における肺シンチグラムの半定量的評価

内田 耕* 宮坂 隆* 中山 浩之* 菅沼 保明*
 沈 在俊* 高橋 秀樹** 高野 政明** 河田 兼光***

要旨 肺結核後遺症では PaO_2 の良好な症例が呼吸不全に陥り、しばしば治療によって低酸素血症のない状態まで回復し、肺気腫とは異なった臨床経過をとる。われわれは肺結核後遺症の肺血流分布を定量的に求め、慢性閉塞性肺疾患 (COPD) のそれと比較した。肺結核後遺症 9 例、COPD 21 例において、換気 (^{133}Xe ガス) は肺容量を表すよう、血流 ($^{99\text{m}}\text{Tc-MAA}$) はカットオフレベル 70% の領域に関心領域を設定してその画素数を求め、それぞれ L, P70 とした。肺容量に対する血流の割合 (P70/L) の平均は肺結核後遺症 0.159 ± 0.072 , COPD 0.103 ± 0.036 と肺結核後遺症で有意に高値をとった ($p < 0.05$)。肺結核後遺症では肺容量は減少するが、肺血流量が多い領域の面積が大きいため、P70/L は高値をとったと考えられる。逆に、COPD では肺容量は保たれるが、肺血流は最も血流が多い領域のカウンターの 70% 以下の低い血流を有する領域が大部分であるため、P70/L が低値をとったものと推測された。

(核医学 33: 753-757, 1996)

I. はじめに

本邦において肺結核後遺症は慢性閉塞性肺疾患 (COPD)、間質性肺炎とともに慢性呼吸不全の主要な原因となっている。肺結核後遺症と COPD の相違については右心カテーテル所見^{1,2)} や剖検所見³⁾、予後の面⁴⁾ から検討されている。われわれは慢性閉塞性肺疾患の肺血流シンチグラムの定量的に評価し、血流像のカットオフレベルを 70% に設定した場合の肺容量に対する比、P70/L が肺機能と相関することを報告した⁵⁾。そこで、この指

標を用いて肺結核後遺症と COPD の肺血流分布の相違を検討した。

II. 対象および方法

1. 対 象

肺結核後遺症 13 名、COPD 21 名、計 34 名を対象とした。肺結核後遺症は男性 7 名、女性 6 名で、年齢は 55 歳から 82 歳まで、平均年齢 68.2 ± 8.2 歳であった。その内訳は胸郭形成術後 7 例、人工気胸 2 例、胸膜肥厚 1 例、合併肺気腫 3 例であった。COPD は男性 19 名、女性 2 名で、年齢は 48 歳から 80 歳まで、平均 65.5 ± 10.4 歳であった。その内訳は慢性肺気腫 16 例、慢性気管支炎 5 例であった。

2. 方 法

動脈血採血は安静時に臥位で行い、血液ガス分析装置 (CORNING 社製 Model 178) でガス分析を行った。呼吸機能検査と single breath 法による肺拡散能はスパイロメータ (D_{LCO} FRC test-85) を用

* 東邦大学医学部第二内科

** 同 大森病院中央放射線 RI 診断部

*** 国立療養所南横浜病院内科

受付: 8 年 4 月 17 日

最終稿受付: 8 年 6 月 13 日

別刷請求先: 東京都大田区大森西 6-11-1 (〒143)

東邦大学医学部附属大森病院第二内科

内 田 耕

いて座位で測定した。

換気シンチグラムは臥位で背面から撮影した。まず最初に被験者が約 370 MBq の ^{133}Xe ガスを機能的残気量位から全肺気量位まで吸入し、20 秒間息止めしている間に 40 万カウントの 1 回吸入像を撮影した。次に被験者が閉鎖回路内のガスを約 4 分間吸入し、その間に再呼吸像を撮影した。同じ体位で $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -macroaggregate albumine (MAA) 約 111 MBq を肘静脈に注射したのち、背面から 60 万カウントの肺血流像を撮影した。撮影には中エネルギー用コリメータを装着した LFOV シンチカメラ (Searle 製) を使用した。 ^{133}Xe ガスの吸入はベンチルコン (RADX) を用いた。データは 64×64 マトリックスに分けて、シンチパック 2400 (島津製作所製) に収録した。

3. 画像データ処理

関心領域は肺容量像、血流像ともに画像の中で最も高い放射能を 100 とし、放射能が低い領域をカットするカットオフレベルを変えて求めた。肺容量像は ^{133}Xe ガスの再呼吸相の放射能を加算して作製した。肺容量像の関心領域は肺輪郭を表すよう設定した。すなわち、左右の肺野を別個に囲み、かつ、領域内の画素数が最も大きい関心領域を設定し、関心領域内の画素数を求め、L とした (Fig. 3, 5)。解析に用いた換気像のカットオフレベルの平均は、肺結核後遺症 $28.1 \pm 6.0\%$ 、COPD $30.0 \pm 6.0\%$ であり、両者間に有意差はなかった。血流像においては、肺結核後遺症、COPD ともにカットオフレベルを 70% に設定し、関心領域内の画素数を求め、各々 P70 とした。P70 は、画像の中で最も高い放射能を 100 とし、その 70% 以上の放射能をもつ関心領域を設定し、関心領域の画素数を求めたものである。P70 を L で除して肺容量に対する血流の割合 (P70/L) を求めた。

有意差検定は Student の t 検定を用いた。すべてのデータは平均値と標準偏差で表した。

III. 結 果

肺結核後遺症および COPD の肺機能検査成績を Table 1 に示す。肺結核後遺症は COPD に比して

Table 1 Mean value of pulmonary functions in the patients with pulmonary tuberculosis sequelae (TB) and COPD

	n	TB	n	COPD
PaO ₂	13	75.2 ± 8.6	17	72.1 ± 13.2
PaCO ₂	13	50.5 ± 10.4	15	43.9 ± 7.7
VC (%)	13	64.1 ± 19.3	21	74.6 ± 18.9
FEV _{1.0} (L)	13	1.02 ± 0.50	21	1.17 ± 0.65
FEV _{1.0%}	13	60.8 ± 20.3	21	55.1 ± 20.1
PFR (L/S)	13	2.91 ± 1.61	21	3.83 ± 2.1
RV/TLC (%pred)	13	112.8 ± 20.8*	21	157.8 ± 32.1
MVV (%)	13	52.6 ± 23.9	19	60.3 ± 30.7
DL (%)	10	73.1 ± 19.1	21	79.2 ± 37.6
DL/VA (%)	10	73.7 ± 17.1	21	65.3 ± 34.6

*p < 0.01 vs. COPD

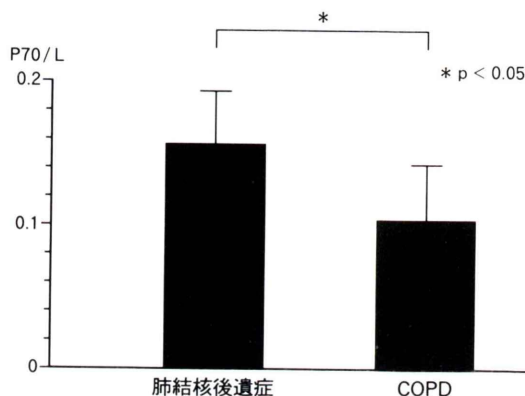


Fig. 1 Comparison of mean P70/L values between the patients with pulmonary tuberculosis sequelae and COPD.

%VC, PFR, %MVV が減少傾向にあり、PaCO₂ は増加傾向にあった。一方、COPD は肺結核後遺症に比して 1 秒率、DL/VA が低値をとる傾向にあり、RV/TLC は有意に増加していた。

P70/L の平均は肺結核後遺症 0.159 ± 0.072 、COPD 群 0.103 ± 0.036 と肺結核後遺症群が有意に高値をとった ($p < 0.05$, Fig. 1)。P70 の平均は肺結核後遺症 136.5 ± 41.6 、COPD 122.7 ± 48.8 で、肺結核後遺症と COPD の間には有意差はみられなかった。L の平均は肺結核後遺症 966.5 ± 318.9 、COPD 1206.8 ± 273.7 で、肺結核後遺症は COPD に比して有意に減少していた ($p < 0.05$)。

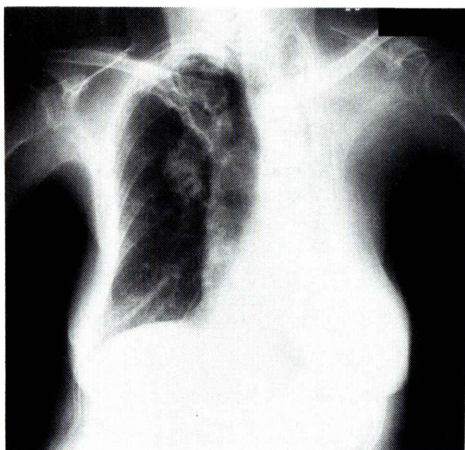


Fig. 2 Chest X-ray film of a patient with pulmonary tuberculosis sequelae.

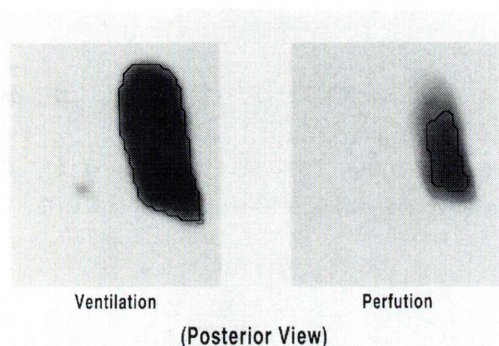


Fig. 3 Ventilation and perfusion scintigrams of a patient with pulmonary tuberculosis sequelae. ROIs included each whole lung (L) on lung volume image and areas (P70) where radioactivity was greater than 70% of the highest radioactivity on perfusion image.

以下に症例を呈示する。

症例 1 67 歳，女性．肺結核後遺症（左胸郭形成術後）． PaO_2 58.3 Torr， PaCO_2 75.8 Torr と慢性呼吸不全状態にある．胸部 X 線像は左肺の含気は消失し，右肺の過膨張所見を呈した（Fig. 2）．換気シンチグラムでは右肺にのみ換気を認め， ^{133}Xe ガスの排泄遅延を軽度認めた．肺血流シンチグラムは右肺にのみ血流を認め，明らかな欠損像はな

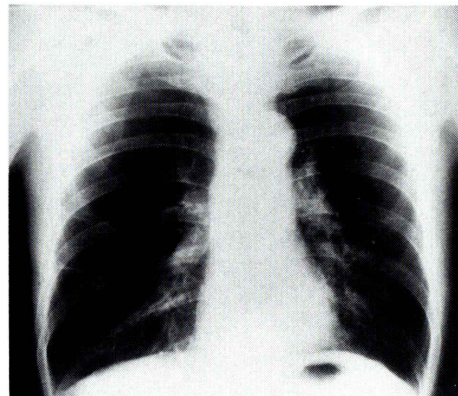


Fig. 4 Chest X-ray film of a patient with COPD.

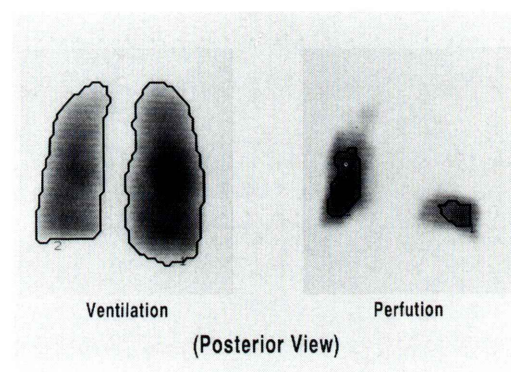


Fig. 5 Ventilation and perfusion scintigrams of a patient with COPD. ROIs included each whole lung (L) on lung volume image and areas (P70) where radioactivity was greater than 70% of the highest radioactivity on perfusion image.

かった．定量的評価では L 536, P70 128, P70/L 0.239 と P70/L が高値を呈した（Fig. 3）．

症例 2 66 歳，男性．肺気腫． PaO_2 62.9 Torr， PaCO_2 50.3 Torr．胸部 X 線像は両肺の過膨張が認められた（Fig. 4）．換気シンチグラムでは両上肺野とくに右肺に強い換気欠損と排泄遅延を認めた．血流シンチグラムでは，両肺野に多発性欠損像を認め，特に右肺で著明であった．定量的評価では，L 1578, P70 97, P70/L 0.061 と P70/L が低下していた（Fig. 5）．

IV. 考 案

P70/L は個々の肺血流像の中で最も多いカウントを基準として、その 70~100% のカウントを有する画素の数を肺容量像の画素数で除したものである。すなわち、70% 以上のカウントを持つ比較的高い血流分布を示す領域の面積が、肺容量を 1 としたときにどのぐらいあるかを表している。肺結核後遺症の P70/L は COPD に比し、有意に高値をとった。肺結核後遺症では、合併肺気腫を除けば、肺容量は減少するが、肺血流量が多い領域の面積が比較的大きいため、P70/L は高値をとったと考えられる。逆に、COPD では肺容量は保たれるが、血流量が多い領域は少なく、最も血流量が多い領域のカウントの 70% 以下の低い血流を有する領域が大部分であるため P70/L が低値をとったものと推測された。

肺結核後遺症の P70/L の平均は健常人 $0.198 \pm 0.028^5)$ よりも低値であったが、これは肺結核後遺症の中に肺気腫を合併した例が 3 例含まれていたためと考えられた。肺結核後遺症の中には P70/L が 0.2 を超え、健常人の平均よりも高値をとった症例が 12 例中 4 例あった。これは、肺結核後遺症では肺容量が減少するため、肺血管床も減少し、残存肺への血流が増えたためと考えられた。

北原⁶⁾は肺結核の換気血流シンチグラムを行い、肺血流を定量的に評価した。彼らは、左右の肺を 3 分割し、全肺野のカウントで各領域のカウントを除いた % count を計算した。胸郭形成術例では、術側の肺で % count が著しく低下し、反対側の 1 領域で 40% を超えた例が 10 例中 5 例にみられ、局所的に濃厚な血流分布を示したと報告している。これは、本研究とは手法が異なるものの、肺結核後遺症の残存肺の血流が増加していることを示した点で一致している。

肺結核後遺症が他の慢性肺疾患に比して、右心負荷が強い傾向にあることが剖検所見³⁾や右心カテーテル結果^{1,2)}から指摘されている。その原因として手術や結核の治療過程における肺血管床の減少が予想されている。本研究の結果から、合併肺

気腫を除けば、この肺血管床の減少が肺血管床の破壊ではなく、肺容量の減少に由来することが示唆された。

肺結核後遺症の呼吸不全は急転直下型の PaO₂ の低下が生じ、治療によって低酸素血症のない状態まで回復することが指摘されている。その臨床経過は肺気腫とは異なっており、その原因の一つとして、本研究で認められた換気が存在する領域における血流分布の違いがあげられる。すなわち、合併肺気腫を除く肺結核後遺症では、換気が存在する領域で高い血流分布をとるため、感染や右心不全を合併しなければ著しい低酸素血症はきたさないものと推測された。

V. 結 語

1. 肺血流分布を肺容量像をもとに定量的に評価した。
2. 肺結核後遺症では肺容量は減少したが、残存肺は高い血流分布を示した。
3. COPD では、肺容量は保たれていたが、高い血流分布を示す領域の割合は減少していた。

文 献

- 1) 佐久間哲也, 木村 弘, 巽浩一郎, 岡田 修, 加藤邦彦, 栗山喬之: 肺結核後遺症における睡眠時低酸素血症と右心不全既往歴についての検討。結核 **70**: 1-7, 1995
- 2) 吉田康秀, 田辺信宏, 山本 司, 栗山喬之, 安田順一, 新島結花, 他: 慢性閉塞性肺疾患の予後規定因子としての酸素吸入に対する肺血管反応性の評価——陳旧性肺結核症との比較——。厚生省特定疾患・呼吸不全調査研究班平成 2 年度研究業績集: 81-85, 1990
- 3) 田島 洋, 松田美彦, 大谷直史, 手塚 毅, 中野昭, 井植六郎, 他: 肺結核後遺症としての呼吸循環不全 6. 病理学的所見。結核 **63**: 77-83, 1988
- 4) 饗庭三代治, 高橋英気, 壇原 高: 在宅酸素療法——わが国の現状——。内科 **71**: 728-729, 1993
- 5) 内田 耕, 足高 毅, 内堀繁康, 高野政明: 慢性閉塞性肺疾患における肺血流シンチグラムと肺機能。核医学 **29**: 1325-1330, 1992
- 6) 北原義也, 西 文明, 田中 靖, 原田泰子, 高瀬朝雄, 石橋凡雄, 他: ^{99m}Tc-MAA 肺血流シンチ及び ^{81m}Kr 吸入シンチからみた肺結核症の機能的遺残。医療 **38**: 582-587, 1984

Summary

An Application of Semiquantitative Analysis of Pulmonary Scintigram to Pulmonary Tuberculosis Sequelae

Kou UCHIDA*, Takashi MIYASAKA*, Hiroyuki NAKAYAMA*, Yasuaki SUGANUMA*,
Jae Joon SIM*, Kanemitsu KAWATA**, Hideki TAKAHASHI*** and Masaaki TAKANO***

**Second Department of Internal Medicine, Toho University School of Medicine*

***Minami-Yokohama National Chest Hospital*

****Division of Nuclear Medicine, Toho University Ohmori Hospital*

We performed ventilation-perfusion scintigraphy in 13 patients with pulmonary tuberculosis sequelae and 21 with chronic obstructive pulmonary disease. We used ^{99m}Tc -MAA for perfusion scintigram and ^{133}Xe gas for ventilation scintigram. We added the radioactivities during the rebreathing phase of the ventilation scintigram to make a computerized image of the lung volume. Regions of interest (ROIs) were derived from radioactivities on each image. ROIs included each whole lung on lung volume (L) image and areas where radioactivity was greater than 70% of the highest radioactivity on perfusion (P70) image. We

counted the area of ROIs on L and P70, and used the ratio of perfusion to lung volume (P70/L) as a parameter of pulmonary perfusion. P70/L in patients with pulmonary tuberculosis sequelae was significantly higher than that in those with COPD. This suggested that the area of high pulmonary perfusion is larger in the patients with pulmonary tuberculosis sequelae as compared with those with COPD.

Key words: ^{99m}Tc -MAA, ^{133}Xe gas, Pulmonary tuberculosis sequelae, Chronic obstructive pulmonary disease, Semiquantitative analysis of perfusion scintigram.