The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	慢性閉塞性肺疾患の放射線診断 第3報 Radiospirogram及びγ線厚さ計による検討
Author(s)	上村, 和夫
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1970, 29(12), p. 1520-1541
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19671
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

慢性閉塞性肺疾患の放射線診断 第3報

Radiospirogram 及びγ線厚さ計による検討

東北大学医学部放射線医学教室（主任：星野文彦教授）
上 村 和 夫

（昭和44年9月14日受付）

Clinical Study on the Chronic Obstructive Lung Disease with Radio-spirography and γ-ray Thickness Gauge

Kazuo Uemura
Department of Radiology, Tohoku University School of Medicine, Sendai, Japan
(Director: Prof. Fumihiko Hoshino)

Chronic obstructive lung diseases are including many problems, especially, radiological diagnosis of chronic pulmonary emphysema is very difficult.

Attempts have been made on these disease with functional and quantitative radiological methods, i.e, Radio-spirography and tissue volume measurement with γ-ray thickness gauge, which has been developed in our laboratory.

Method:

Radio-spirography (Fig. 1); This is the photoelectric measurement of X-ray absorption change due to respiration, the recording is calibrated in unit of 1 cm water thickness. Each patients were examined at 6 zones of lung, upper, middle and lower zone of both sides. With Radio-spirography, a regional lung ventilation was attempted to study.

Tissue volume measurement with γ-ray thickness gauge (Fig. 2). The gauge was composed of ^{137}Cs γ-ray source, moving table and scintillation counter. With this system, chest tissue thickness (water equivalent thickness)was measured on the right medioclavicular line using scanning method, and from these data, the lung density was calculated (Fig. 3).

From those, quantitative observation of lung tissue destruction was estimated on various lung diseases.

Materials:

The examination was carried out on 98 patients with chronic obstructive lung diseases and 15 control patients without lung diseases (Table 1).

Results:

The data of the two examination were summarized on "Table 3" and "Fig. 13". And data of control subjects were on "Table 2".

1. Chronic pulmonary emphysema; 47 patients were examined, The Radio-spirogram findings were as follows. Marked deminution and regional difference of the respiratory ampritude, check valve phenomenon at forced expiration were observed. and in 65% of this group, paradoxical respiration on regional lung were observed.

The lung density is observed 0.08–0.28 g/cm³ except one case. (Control group, 0.33 ± 0.04 g/cm³)

2. Chronic bronchitis; 24 patients were examined. Both the Radio-spirogram and the lung density of this group indicated intermediate findings between chronic emphysema group and control one.

3. Bronchial asthma; 14 patients were examined. Findings of both examinations were seem to almost same to the bronchitis group, but lung densities were a little lower than the former.

4. From this study, following diagnostic criteria for chronic pulmonary emphysema were introduced.

a. The lung density was less than 0.20 g/cm³.

b. The paradoxical respiration was noticed.

c. The check valve phenomena was observed on more than five examined zone.

When more than 1 criteria among these could be recognized, chronic pulmonary emphysema was highly suspected.

5. Correlation between the lung density and some routine lung function data were examined (Fig. 14, 15, 16).

6. Emphysema patients were classified base on F. Bentivoglio's criteria, and almost same results were derived from the Radiospirogram's data.

緒　言

最近，わが国の老人人口の増加，工場や自動車の排気等の公害問題の増加にともない，いわゆる慢性閉塞性肺疾患と呼ばれる一群の肺疾患が大きな問題となりつつある．これには慢性気管支炎，気管支喘息および肺気腫等が含まれている．これ等疾患については多くの問題があり，従来，各国の専門家により多くの議論がなされて来ており[1)2)3)]，1958年，Ciba Guest Symposium[4)]，1962年American Thoracic Society での非結核性肺疾患に関する診断基準を決める委員会等でその概念，用語の統一を計かろうとした．ここで肺気腫は病理解剖学的立場より定義ずけられ，慢性気管支炎，および気管支喘息は臨床的立場より一応定義づけられた．しかし臨床医として，これ等疾患を診断する場合にはなお幾多の混乱がのこされている．特に病理形態学上より定義づけられた肺気腫を他疾患よりいかに鑑別していくかということ，臨床所見と病理形態学的所見をいかに結びつけて行くかということは，現在の進んだ肺生理学によつても必ずしも可能なことではないようである．

一方，放射線学的方法は，従来，本疾患の研究，診断には必ずしも主導的役割を演じて来なかつたようである．特に肺気腫に関しては諸家の努力にもかかわらず，特定の症例でしかその所見をつかむことができないという意見[6)7)]さえ多かつた．しかし最近の数々の放射線学的方法論の進歩により，必ずしもこのような意見が当つてはいないと思われる．

今度，私どもの教室でこれ等慢性閉塞性肺疾患患者について，最新の放射線学的方法による一連の追究を試み，数々の知見を得ることができた[8)9)10)]．私は，私どもの教室で開発して来たRadio-Spirographyにより，機能的立場，特に肺の局所換気について観察し，また肺組織の破壊および過膨張は肺の密度を低下さすであろうとの考えより，やはり私どもが開発した，梅恒等の走査式X線キモグラムの改良である．γ線厚さ計により，これ等肺疾患での肺密度の測定を行い，若干の考察を加えたので報告する．

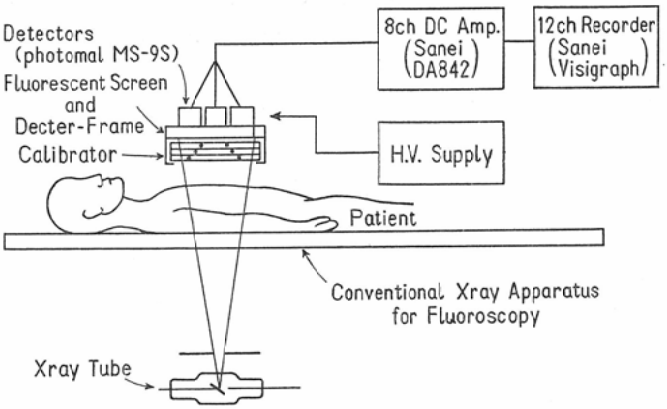
方法及び装置

Radio-Spirogram，γ線厚さ計による測定とも，人体による放射線の吸収量を定量的に測定して記録したものである．

I　Radio-Spirography について．

本法については，私どもがすでに発表[12)13)]しているので，その要点のみを説明する．Fig. 1 のブロック図に示すように，普通の透視台の蛍光板部に光電子増倍管の入つた6コの検出器をおき，呼

Fig. 1. Block diagram of "Multichannel Radio-spirometer".



吸運動による胸部のX線透過性変化を光電的に記録する．この時，曲線の変化量を定量的に扱うことができるように，蛍光板下に1㎝厚の数枚のアクリル板をおき，被検者に最大吸気位を取らせて，これを引きぬいて行く．この操作により，患者，体格，X線条件，蛍光板距離に関係なく，6系統の検出器を同時に Caliblation することができる．呼吸曲線の変化量は，水のX線吸収量の何ミリメートルに相当するかで，すなわち amm Eq-Water というように記載した．

測定は7×4㎝の体軸方向に長い長方形の測定野で左右，上，中，下肺野の6カ所より同時に記録する．まず，被検者に安静呼吸を行なわせ，安静呼吸振巾を読み波形を観察する．次で二段肺活量測定の要領で，深呼吸を行なわせ，これを深呼吸振巾とし，次で最大吸気位より力一杯呼息させ，最大努力性呼気曲線を描く．この間，患者は背臥位を取らせ，体を動かさないように命じる．体動は曲線を歪ます為，背臥位を取らせて行うのが安全である．努力性呼気曲線は2度くり返し，時間吸出量の多い方を記載した．

以上述べたような方法より，各6肺野おのおのの安静呼吸振巾，深呼吸振巾，1秒量を得，また全肺野の振巾の和を100とした時の各肺野の振巾の比較を出し，これを「換気分布指数」とした．1秒量のみは全肺野の平均値を1とした時の各部分の値の比率を出した．また同時に，各状態での曲線の形，位相のおくれ等を観察した．

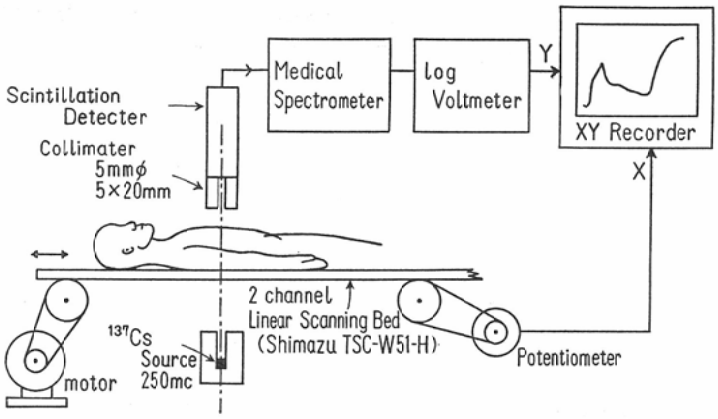
Radio-Spirogram の振巾は呼吸運動により肺内に空気が流入し，肺組織におきかわる程度を示すと考えられ，振巾はその検出器が見ている肺容積(検出器開口部を断面とする角柱)内での空気の出入量に比例すると考えられる．なお，症例によつては普通の Spirogram を同時に記録して比較観察した．

Ⅱ．γ線厚さ計による肺密度の測定について

梅恒等のX線走査キモグラフ[11]と似た方法を私どもは特殊な装置を用いず，普通のプロフィールスキャナーとγ線源を用いて行なう方法を報告した[14]．

Fig. 2にブロック図を示す．最初の方法は，島津製プロフィールスキャナーを使用し，そのベッド下の検出器部へ 250mCi の ^{137}Cs γ 線源を設置し，そのγ線を細いビームに絞り，同軸上方のシンチレーション検出器へ入射さす．ベット上に被検者をのせるとその組織厚さに相当してγ線は減弱する．これによつて被検者の組織厚さを測定することができる．シンチレーションカウンターの出力パルスはスキャナーの波高分析器を経てそのアナログ出力をレコーダー附属の対数変換器（理化電機製 RL—10型）で対数になおすとその電圧出力は被検者厚さに対し完全に直線関係となる．被検者はプロフィールスキャナーベッドにより体長軸方向にスキャニングできる為，その方向の組織分布を自動的に描がくことができる．本法はX線を使つた場合と比べると線源が安定であ

Fig. 2. Block diagram of "γ-ray Thickness Gauge".



り，単色電磁附で且，波高分析器による散乱線除去をしている為，直線性が非常に良好である．その他，比較的高エネルギー（^{137}Cs の 662 KeVのγ線）の為，肋骨の影響を全く受けない等の特色を持つ．

最近，本装置の測定ベッドを改良し，立位等の任意の体位で測定できるようにし，検出器を横方向へも走査できるようにした．

以上のような方法で安静呼吸の状態で背臥位で右肺中鎖骨線上を肺尖より横隔膜方向へ走査し，胸部の組織厚さを記録した．厚さはRadio-Spirogram と同様，水等価厚さで表した．走査速度は8 cm/min～32cm/min，計数率計の時定数 0.1秒～1秒，コリメーターは5×25mm（長径は走査方向と直角方向）のストレート型を用いた．0 cmでのカウント数は10^4 cps 以上である．

厚さ計による胸部組織厚測定とともに安静呼気位での胸部背臥位側面の高圧X線像および断層撮影像より，拡大率を考慮に入れて胸廓軟部組織厚さを出し，また肺の厚さを計り，厚さ計で得た曲線図にプロットしFig. 3 の如き図を作り，Fig. 3にあるような方法で肺密度を測定した．すなわち，厚さ計による胸部厚さ分布図からX線像より出した軟部組織厚を引いた値，肺自体の組織量（Fig. 3 の面積ＡＤＣ）をその部位での肺容積（面積ＡＢＣ）で除した値を肺密度とした．この場合，662 KeV γ線の人体組織と水の吸収系数が

Fig. 3. Method of lung density measurement.
Lung density calculated as follows;

$$\text{Lung density} = \frac{(\text{chest tissue thickness-thorax soft tissue p-a diameter of thorax thickness})}{\text{cage}} = \frac{\text{Area ADC}}{\text{Area ABC}} \ (\text{g/cm}^3)$$

Denominator of this fomula indicates lung parenchymal volume. Each tissue thicknesses are measured with water equivalent unit, and thorax soft tissue thickness is measured using X-ray film. This case is a normal subject and measured to 0.32 g/cm³. The measurement usually recorded at right lung field.

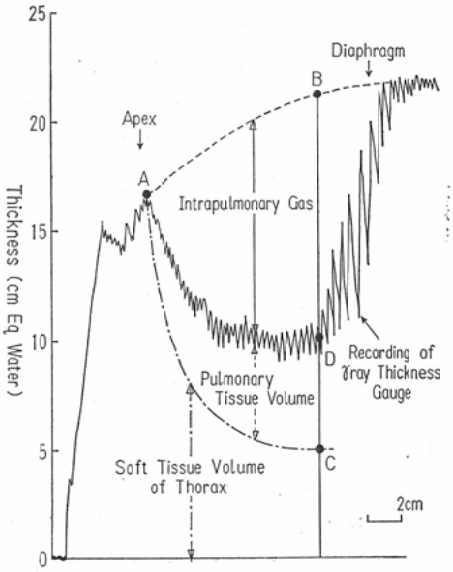


Table 1. Groups of diseases studied.

	Age	Man	Woman	Sum	Radio Spirogram Examined	Lung Density Examined
Chronic pulm, emphysema	38—79	47	1	48	46	32
Chronic bronchitis	19—65	14	10	24	20	23
Asthma bronchiale	22—70	11	7	18	14	16
Semile lung	50—86	7	1	8	8	6
Control	45—70	10	5	15	15	15
Sum		89	24	113	103	92

等しく，人体の比重が1であると仮定している．

対　象

測定の対象としたものは表1に示す如くである．対照例を含め，Radio-Spirogram 103例γ線厚さ計による肺密度測定は92例で，全体として113例の対象について検討した．各被検者全例，X線検査，肺機能測定（東北大学病院中村内科で行つた）を施行しており，一部の症例は肺血管連続撮影を施行している[8]．

各症例群の診断基準は緒言でふれた如く，種々の問題を含んでいるが，ここでは臨床症状，普通X線写真，肺機能検査所見より，次の如く行なわれた．

1．慢性肺気腫：肺気腫研究会の基準に準じて，加えて，さらに細密な肺機能測定を施行してその結果より臨床診断として慢性肺気腫と診断した．肺機能検査からは次のような諸量を参考とした．すなわち，肺容量諸値の異常（VC減少，TLC増加，RV増加等），残気率の上昇，1秒率の低下，肺内ガス分布異常，ガス拡散能の低下，静肺コンプライアンスの上昇，気道抵抗の上昇，血液ガスの異常，最大吸気時胸腔内圧の低下等々である．

2．慢性気管支炎：Fletcherの基準を適用し[15]，この内前者を前述のような基準で除外したものを慢性気管支炎とした．なお本群の中には後に私どものX線検査により，気道系に高度の変化があり，気管支拡張症と診断できた症例も若干含まれている．

3．気管支喘息：American Thoracic Societyの診断基準[5]に準じて，発作性の気道狭窄による呼吸困難で，これが自然にまたは治療により改善される．したがつて無症状の期間があること．肺機能検査上，コンプライアンス，ガス拡散能等に異常がみられない事等により診断した．

4．老人肺：軽度の咳，痰等の呼吸器症状はあるが，Fletcherの基準には入らず，また肺機能検査でも変化が少なく，肺気腫というほどのものではないか，全く異常を認めないもので，X線写真上特に異常というほどの所見のないものをこの群にまとめた．

5．対照群，他の群と年令的に接近している45～70才の者で，呼吸器系に全く自覚的，他覚的症状のないもので，呼吸気系疾患の既応歴のない者である．

結　果

I　Radio Spirogramについて

1）振巾について

前述のように測定した左，右，上中下肺野おのおのの呼吸曲線より，安静呼吸時の呼吸振巾と深呼吸振巾を求める，前者は各肺野での1回換気量に相当し，後者は肺活量に当ると考えられる．また，換気分布指数も同様に求めた．

○対照群

対照群の呼吸曲線の諸値は表2に示すが，安静呼吸振巾は右肺では上肺野 6.0±0.27，中肺野 8.5± 3.0，肺野10.3± 4.1各 mm Eq Water.（以後 mm Eq Waterは省略），左肺野は上肺野より 6.3± 2.9，8.6± 3.7，9.6± 3.2であつた．上肺野より下肺野に行くにつれて振巾は若干増加する傾向にあり，左右は同じ値を示す．

深呼吸振巾は同じく，右上肺野より，22.5± 6.3，24.2± 8.1，38.0±10.0，左側は上肺野より24.5± 8.1，30.0± 8.9，38.0± 9.4であつ

Fig. 4. Radio-spirograms ampritudes of each lung field at rest respiration. Control values are indicated as follows; Transvers line is mean valves. Solid longitudinal lines is its standard deviation.

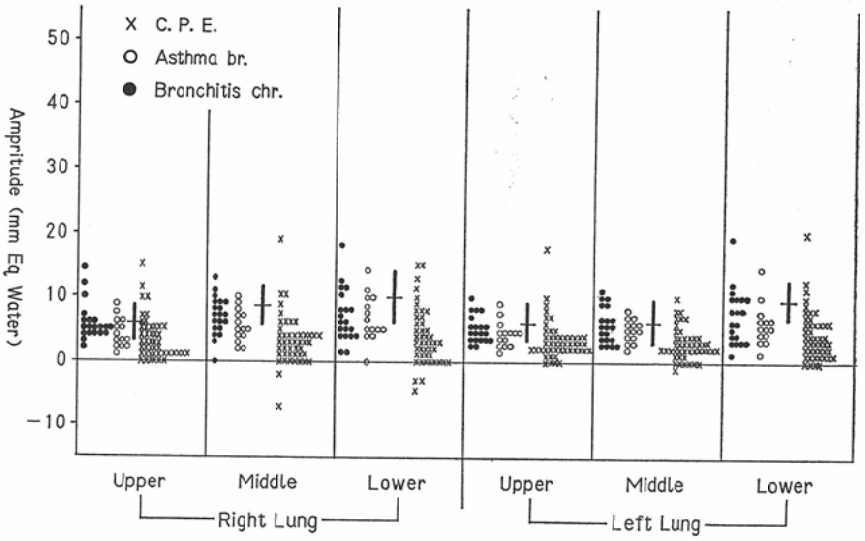
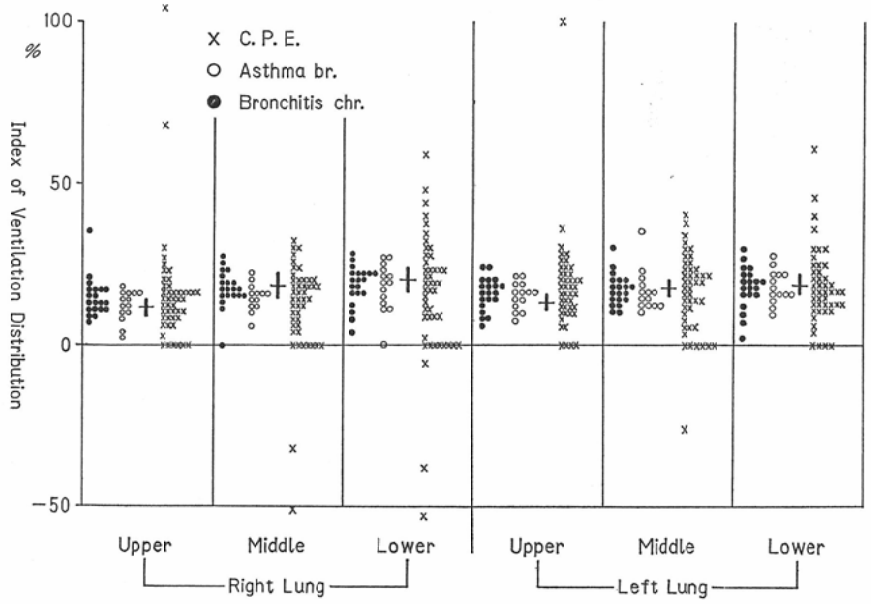


Fig. 5. Ventilation distribution indexes of each lung fields in rest respiration. Ventilation distribution index is calculated as follows:

$$\text{V.I.} = \frac{\text{Radio Spirogram Ampritude of a lung field} \times 100}{\text{Summation of ampritudes on all lung fields.}}$$

If ampritudes are equal on all fields, V.I.= 16.7.



た．やはり安静呼吸と同じような傾向を示した．

換気分布指数は，安静呼吸で，右肺上肺野より，12.3± 2.2，17.4± 3.2，20.4± 4.0，左肺上肺野より，12.8± 1.3，17.6± 2.8，19.5± 2.4，深呼吸で，右肺上肺野より12.7± 2.5±13.8± 1.6，21.5± 2.9，左肺上肺野より，13.8±

3.2, 16.8± 2.2, 21.5± 1.9であつた．換気分布指数の方は正常者では各個人間の分散が少く，深呼吸，安静呼吸とも似た値を示したことが注目された．

この値を標準として，振巾，換気分布指数とも，各肺野での障害度を定めた．すなわち平均値－1σより大きな値を障害度（－），－1σ—2σのものを障害度（±）とし，一応この2群を正常とみなし，－2σ以上はなれたものを異常と考えた．異常値は（＋）軽度障害，（＋＋）中等度障害（＋＋＋），高度障害に分け，高度障害群には，振巾ほとんど0のものおよび後述の Paradoxical Re-

Fig. 6. Redio-spirogram ampritudes at deep respiration.

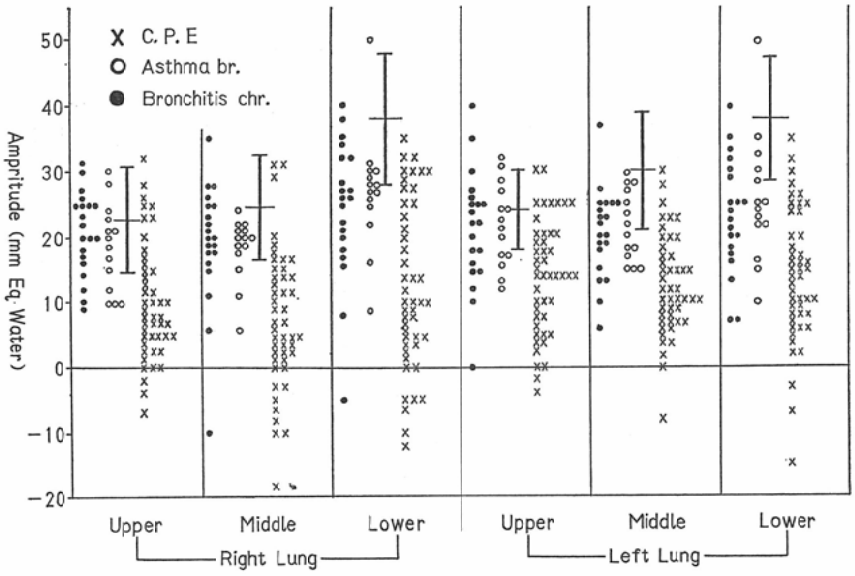
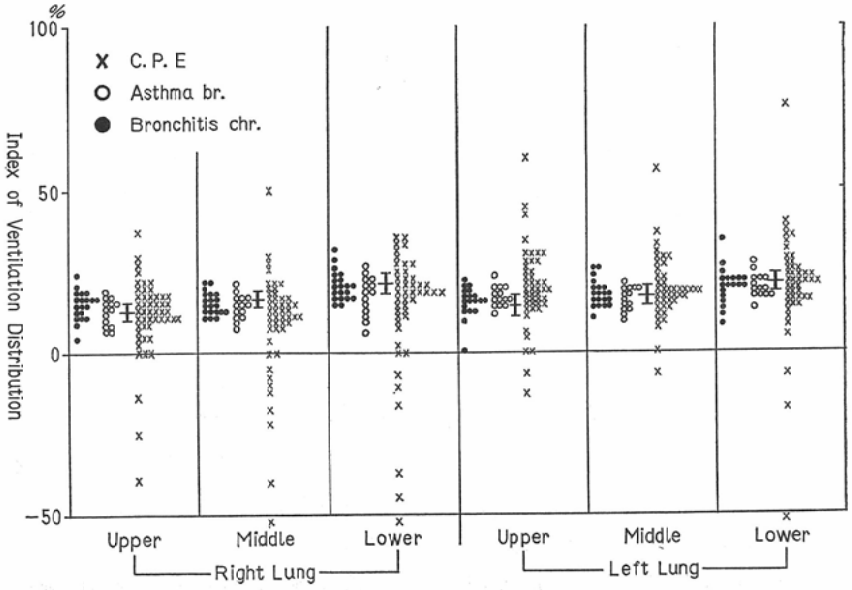


Fig. 6. Ventilation distribution index at deep respiration.



spiration を示すものを入れた.

老人肺群

本群に関しては特に数値はあげなかつたが，全例，振巾は正常値を示した.

慢性肺気腫

Fig. 4，Fig. 5に示すように深呼吸，安静呼吸とも，異常に振巾が小さい者が非常に多く，安静呼吸でも約半数に，深呼吸ではほとんどの症例で，いずれかの肺野で低値を示し，振巾0の場合も頻回みられた．図中，振巾が負値を取るものがあるが，これは吸気時かえつて肺のX線透過性が低下し，呼気時上昇するもので，このような現象を私どもは Paradoxical Respiration と呼んでいる[12].

本群ではまた，単に振巾が低下するのみでなく，換気分布指数が示すように（Fig. 6，Fig. 7）各肺野間の振巾の差異も非常に強く，ある肺野では正常値を示すのに他では振巾0または逆方向変位を示す場合もよくみられる．換気分布指数では両上肺野では平均して正常値よりやや高めになつているのが注目された.

私どもが前に発表したように[12]，肺気腫における換気分布の局所特異性，肺内病変の多様性を強く思わせた.

慢性気管支炎

深呼吸，安静呼吸振巾とも，図4，5にみるように平均してやや低値を示し，特に両下肺野でその傾向は強いが，正常範囲に入る者が大部分である．ただ数例で振巾0ないし負値を取るものがあり，これ等は後にX線学的に高度の気管支病変や気管支拡張症，閉塞性気管支炎が同部に証明された．換気分布指数（Fig. 6，7）もこのような一部の症例をのぞけば大体正常範囲に入つている.

気管支喘息群

本群は総て非発作時に測定した．Fig. 4，5，6，7に同様に示しているが，大体の傾向は慢性気管支炎群と同様な傾向を示す．呼吸振巾が安静呼吸で0の者が1例みられる（右下肺野）が，Paradoxical Respiration はみられない．換気分布指数も大体正常範囲に入つている．なお，振巾0を示した症例は，後に述べるように呼吸曲線形が強い異常を示し，他のX線学的所見も合せ，肺気腫が強くうたがわれた.

2) 1秒率について

対照群の値は表2に示したが，肺野各部とも，平均ほゞ40%台で，分散が少し大きかつた．レスピロメーターで計られる1秒率に比べ著るしく低い値を示したのは，背臥位で体動を許さないで計つた為と，測定器に入つているフィルター回路（X線の脈波を平滑にする為のもの）の影響の為と考えられる.

老人肺では一般にやや低値を示し，各疾患群

Table 2. Data of Radio-Spirogram and Lung Density in Control Group.

	Ampritude of Radio Spirogram		Index of Ventilation Distribution		FEV 1.0/VC (%)	Distribution Index of FEV1.0/VC (%)
	Rest Respiration	Deep Respiration	Rest Respiration	Deep Respiration		
Left upper lung	6.3 ± 2.9 mmEq Water	24.5± 8.1 mmEq Water	12.8 ± 1.3	13.8 ± 3.2	44 ± 10.0	1.02 ± 0.19
Right upper lung	6.0 ± 2.7	22.5± 6.3	12.3 ± 2.2	12.7 ± 2.5	42 ± 15.2	0.98 ± 0.14
Left middle lung	8.6 ± 3.7	30.0± 8.9	17.6 ± 2.8	16.8 ± 2.2	41 ± 12.5	0.96 ± 0.11
Right middle lung	8.5 ± 3.0	24.2± 8.1	17.4 ± 3.2	13.8 ± 1.6	41 ± 10.4	0.96 ± 0.17
Left lower ludg	9.6 ± 3.9	38.0± 9.4	19.5 ± 2.4	21.5 ± 1.9	46 ± 14.1	1.05 ± 0.17
Right lower lung	10.3 ± 4.1	38.0±10.0	20.4 ± 4.0	21.5 ± 2.9	45 ± 10.8	1.04 ± 0.22
Mean lung density			0.33 ± 0.04			
Mean thoracic tissue ratio			0.48 ± 0.05			

でも測定を試みたが，特に肺気腫群では，努力性呼気曲線が後に述べるように，check valve 発生や Paradoxical Respiration の為に，非常に複雑な形を取り，1秒率の評価がほとんど不可能な症例がかなりあり，普遍的指標として示すことに困難を感じた．これは普通のスパイログラムでは全肺の統計としての測定であるのに対し，本法では局所小部分の測定であることが原因であろうと思う．

呼気延長に関しては，次項に述べるように，check valve 発生，Paradoxical Respiration の出現等を含め，曲線の形より総合的に判断することにした．

3)　曲線の形の観察

対照群

安静呼吸では吸気時上方へやや凸，呼気時上方へやや凹の曲線を描き，波頂は一般に尖がつている．各肺野の波の位相および形は一致している．

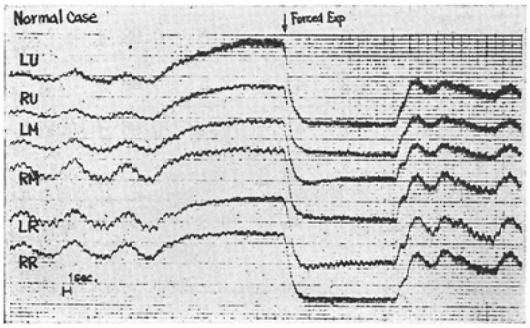
深呼吸でも吸気相，呼気相とも，各野同期的に変化し，ほとんど同じ形を示す．check valve, Paradoxical Respiration の出現は全くない．呼気延長はない．

正常者例を Fig. 8 に示す．

老人肺群

前者とほぼ同様である．ただ1例で呼気の延長がみられたが，この症例は他のX線学的検査で軽度[8)9)]の肺気腫がおこつているのではないかと考えられた．また，後述の肺密度も軽度の低下がみられた．また，後述の肺密度も軽度の低下がみられた．check valve も軽度のものが2例にみられた．

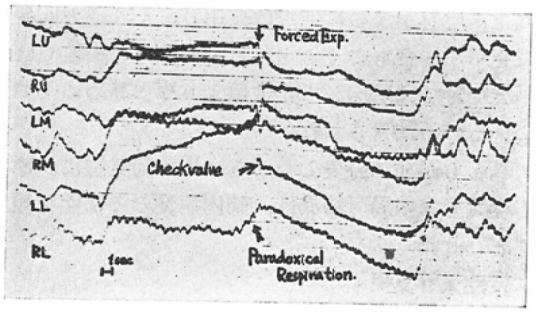
Fig. 8. Radio-spirogram in normal case, curves are almost same at all fields, no phase difference and no check valve phenomenon.
LU ; left upper zone.　RU ; right upper zone.
LM ; left middle zone.　RM ; right middle zone.
LL ; left lower zone.　RL ; right lower zone.



慢性肺気腫群

呼吸振巾同様，著明な変化がみられる（Fig. 9）．呼吸振巾が異常な部位では波形の異常も出ている場合が多い．安静呼吸の異常所見は，波形が全汎に，特に呼気相で，上方へ凸となつており，位相のおくれがみられる場合もある．完全に逆位相になつている部位もある．

Fig. 9. Radio-spirogram in patient of chronic pulmonary emphysema. These curve indicates irregular shapes, phase differences, unbalance of ampritudes and checkvalve phenomenon. Paradoxical respiration at forced expiration can be seen.



深呼吸，努力性呼気曲線では平静呼吸での変化がさらに強められて来る．すなわち吸気相の立上りのおくれ，最大吸気位での変位の安定性の欠除，呼気相，特に努力性呼気の時の非常に複雑な変化，すなわち check valve の発生またはそれのみでは説明できないような多彩な変化の出現，逆方向変位（Paradoxical Respiration）がみられ，全汎的に呼気延長がある．check valve は全例でどこかの肺野に出現しており，広範囲に強くおこつている例が多い（Fig. 9，表3）．

Paradoxical Respiration は65.2%の症例でみられる．安静呼吸曲線が異常な部位では必ず深呼吸曲線の異常があり，且，高度の変化がある．また，安静呼吸でほぼ正常な場合にも努力性呼気曲線で異常所見が出る例は少くない．

Table 3. Frequency of abnormal Radio-Spirogram findings in each groups.

Groups of Diseases \ Degree of Disturbance	Decrease of Resp. Ampritude				Unevenness of Ampritude				Check Valve				Paradoxical Respiration			
	−	±	+	++	+++	−	±	+	++	+++	−	+	++	+++	−	+	++	+++
C.P.E. 46	7	2	6	17	14	5	3	9	15	14	0	5	12	29	17	16	11	2
	19.5%		80.5%			17.4%		82.6%			0%	100%			34.8%	65.2%		
Bronchitis chr. 20	15	1	2	2	0	11	5	2	2	0	10	5	3	2	18	2	0	0
	80 %		20%			80 %		20%			50%	50%			90%	10%		
Asthma bronch. 14	10	1	2	0	1	9	1	2	2	0	9	2	2	1	13	1	0	0
	78.5%		21.5%			71.5%		28.5%			64.3%	35.7%			92.8%	7.2%		
Senile lung 8	6	1	1	0	0	4	3	0	1	0	6	2	0	0	8	0	0	0
	87.5%		12.5%			87.5%		12.5%			75%	25%			100%	0%		
Control 15	13	2	0	0	0	13	2	0	0	0	15	0	0	0	15	0	0	0
	100%		0%			100%		0%			100%	0%			100%	0%		

(−) normol　(+) slightly disturbed
(±) almost normal　(++) moderately disturbed
(+++) severly disturbed

このような変化も，振幅の変化同様，肺野により，また症例により，非常に多彩な様相を呈する．

慢性気管支炎群

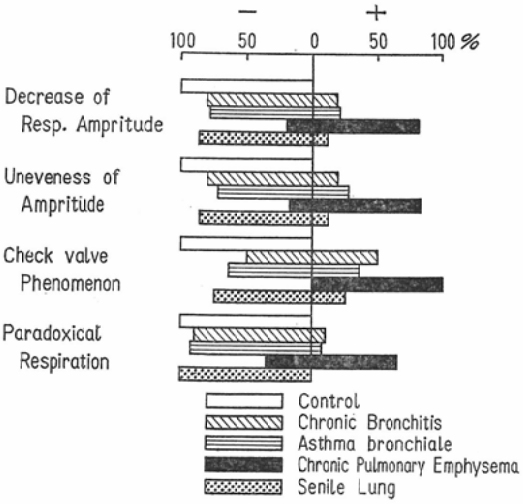
ほとんどの症例は，ほぼ正常な形であつたが表3に示すように，check valve の出現は約50%にみられた．ただ，前者に比べ軽度のものが多い．Paradoxical Respiration は軽度のものが3例（15%）にみられた．このような異常所見を示すものは，気管支造影像上，強い変化のみられるものに多く，Paradoxical Respiration が出た例は非常に高度の気管支変化があり，1例は気管支拡張症，1例は閉塞性細気管支炎と診断され，他の1例は，Selective-alveolo-Brnchography[9]（以下SABと略す）により，軽度の肺胞破壊像と思われる変化がみられ，肺気腫がうたがわれた．

気管支喘息群

check valve の出現したもの14例中4例（28.5%），内1例は強い変化が全肺野にみられ，他検査も合せ肺気腫と診断しても良い症例であつた．Paradoxical Respiration は軽度のものが1例みられ，本例は気管支の変化が非常に強い症例で，肺野の陰影が著明な症例であつた．その他の者はほとんど異常所見がなかつた．

4) Radio-Spirogram 所見を総合的にみて．

Fig. 10. Frequency of abnormal Radio-spirogram's findings in each disease groups.
+ side; Frequency of abnormal findings.
− side; Frequency of normal findings.



a) 各疾患群での異常所見発生頻度

総合したものを表3，Fig. 10にまとめてみた．Fig. 10では，表3の±，−を正常（1例），+以上を異常（+例）に分けて示した．各項目の判定基準は次のようにして行なつた．

振幅減少

Radio-Spirogram の振巾についての項で述べた通りである．それを肺野各部で総合して判定し

た.

振巾不均衡

同様に換気分布指数の項を参照していただきたい.

check valve の出現

6つの肺野で Fig. 9にみるような, check-valve の出現の有無をおのおの調べ, 1～2つの肺野で発生している場合を(+), 3～4肺野で発生している場合を(++), 5肺野以上で発生している場合を(+++)とした.

Paradoxical Respiration の出現

前者と同じ判定規準によつた.

各群での情況は Fig. 10, 表3に示すが, これについての細かい説明は前項と重複することになるのではぶく.

各項目とも, 肺気腫での異常所見出現率が圧倒的に多くなつている. しかし慢性気管支炎, および気管支喘息では異常所見の出現もかなりある. このような現象は, SAB, その他の放射線学的検討後の, いわば, 私どもの最終診断との比較では少くなつて来る(考案参照).

徒来, 臨床的に診断した慢性気管支炎, 気管支喘息, 感染性喘息の中には, 若干の肺気腫患者の混入があることは想像できることであるが, Fig. 10の所見もそのようなことが反映しているのであろう.

肺気腫の原因の1つとして慢性気管支炎が上げられ, 慢性気管支炎の一部のものは肺気腫に移行して行くと考えられるが, それは連続的現象で, その出発点をみつけて, 臨床的に肺気腫と診断することは至難のことで, 現在の段階では, ある程度の臨床診断上の混乱はまぬがれ得ないことと考えられる.

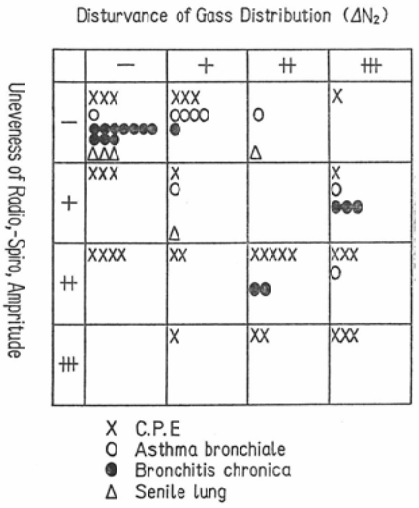
Radio-Spirogram では Fig. 10, 表3に上げたような所見を基にして肺気腫診断の参考にすることは可能であろう. 特に Paradoxical Respiration 出現, 広範囲の check valve 出現は他群との重複が少く良い指標となり得りと思う.

b) 換気分布指数と ΔN_2 の関係

一般に行なわれている肺内ガス分布異常を示す指標, ΔN_2 と私の換気分布指数との比較を行なつてみた.

その結果は図11に示す. ΔN_2 より障害度を−, +, ++, +++に分け, 私の方法による判定を比較したものである. これによると両者間には弱い相関しか認められなかつた. これは ΔN_2 は肺胞単位での値を全肺で総計したものであるのに対し, 私の値は, 比較的大きな測定野で(4×7 cm)の平均値間の比較であること, 全肺野の肺機能が均等に低下している場合は私の指標は良い値に出て

Fig. 11. Relationship between Gas distribution disturbance (ΔN_2) and unevenness of Radio-spirogram ampritude.



来る事等のためであろう. もちろん両測定法の違いによる問題もあるであろう.

肺気腫は前にくり返し述べたように機能障害の局所特異性があるにしろ, 本来瀰漫性の疾患であるためにこのような相関を示したと考えられる.

c) Bentivoglio 等の分類法による試み

Bentivoglio F. 等は1963年 ^{133}Xe による局所肺機能測定を40例の肺気腫患者で行い, その局所特異性により5群に分類したが[16], 私も私の測定結果を用いて34例の肺気腫患者で分類してみた. その結果次のようになつた.

第1群	Unilateral involvement	4例
第2群	Bilateral, predominantly upper zone	5例
第3群	Bilateral, predominantly	

	lower zone	7例
第4群	Diffuse defect with zonal predominancy	10例
第5群	Diffuse defect without zonal predominancy	8例
	合計	34例

私どもの資料よりこの分類を行う時，第2，3群と第4群の区別が割合むずかしいようであつたが，前に述べたような呼吸振巾の障害度の分類基準と check valve, paradoxical-Respiration の発生等を考え合せて各肺野の換気障害度を評価してこのような数値を出してみたのである．

各患者について肺シンチグラム[10]および肺血管造影所見[8]による肺動脈系血流分布の状態，肺機能検査所見等と比較検討してみたが，第1群には比較的肺機能の良い者が多く，ΔN_2 異常者は4例中1例のみでそれも軽度障害であつた．拘束性障害がみられるものはなかつた．血流分布では1例で右中肺野でやや合致しない例があつたが大体良く一致し，血液酸素飽和度（PaO_2）も正常であつた．

他の4群は血液ガス以外の肺機能所見は大体似ておりあまり大きな差はなかつた．ΔN_2 はほとんど全例で異常値を示す．第2群の5例および第3群の7例をみると，第2群の者に1例 PaO_2 の低い者があつたが，肺シンチグラム上の肺血流分布所見と Radio-Spirogram の換気分布とは大体良く合致した．

第4群は10例で最も多かつた．この群では PaO_2 低下している者が3名ある．肺血流分布所見とは1例をのぞいておおむね一致していた．

第5群8例．本群は血液ガス異常者4例あり，うち1例は高度の低酸素血症を示した．肺血流分布所見との比較では2例で不一致であり，内1例は中等度の PaO_2 低下がみられた．

肺シンチグラム所見との比較は，シンチグラムが血流量自体を示すのでなく，全肺血流量に対する比率の表示であること，Radio-Spirogram と肺シンチグラムの部位的比較の問題等，多少問題があるが一応の目安として試みたが，これでみられるおおまかな意味での $\dot{V}/\dot{Q}$ 比が良く得られていても低酸素血症が見られることは，Bentivoglio 等も指摘していることで，$\dot{V}/\dot{Q}$ 比の判定は小葉とかその程度の小単位での測定を行なわないと意味がないようである．

他に，各群の年令には有意差はなく，後述の肺密度にもあまり差はないが，第1群がわずかに若年令を示すようであつた．

以上のような結果は Bentivoglio 等の得た結果と一部異るところもあるが，全く異る方法で行なつたことを考えると．おおむね結果は一致しているといつて良いのではないだろうか．

Ⅱ．肺密度値について

1） 対照群の肺密度値

15例の対照例について肺密度測定を行い表2に示す結果を得た．すなわち0.33±0.04g/cm³ となつた．正常値を一応±2σ の範囲と考え 0.25～0.41を正常範囲とした．また胸部組織厚さを胸厚で除した値を胸部組織率とし，これは0.48±0.05であつた．肺密度と胸部組織率の相関をみると Fig. 12のようになり良い相関を示し，r=0.98（α=0.05）であつた．両者の関係は，肺密度を Dl，胸部組織率を Tt で表わすと，Dl=0.98Tt−0.15となり，この直線からのばらつきは，胸廓の

Fig. 12. Relationship between the lung density and the thoracic tissue ratio. Thoracic tissue ratio calculated as follows; Thoracic tissueratio = Thoracic tissue thickness. / p-a diameter of thorax cage.

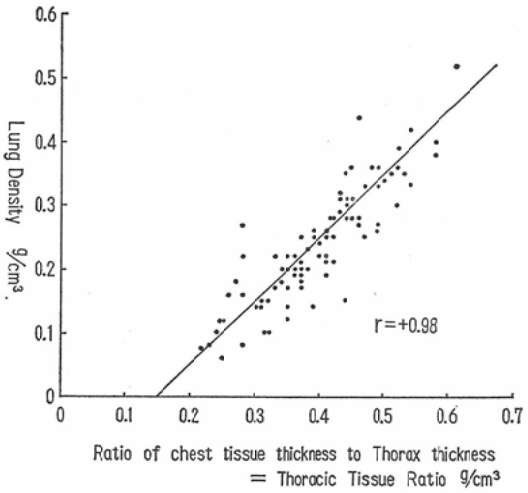
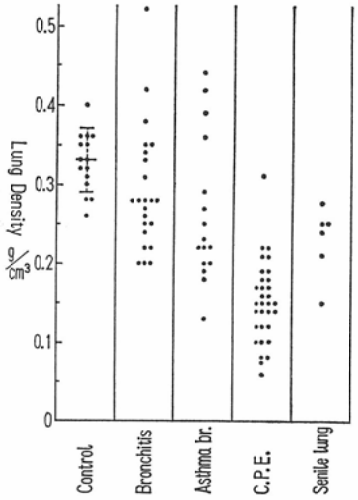


Fig. 13. The lung densities in each disease groups and control group. In emphysema group, the lung densities are extremely low.



軟部組織厚さの個人差によるものと考える.

2)　各疾患群の肺密度値

肺気腫32例，慢性気性支炎23例，気管支喘息16例，老人肺6例について測定した結果を Fig. 13 に示す.

肺気腫では肺密度は，1例をのぞき，全例低下しており，0.22g/cm³ となつている．0.31g/cm³ の例が1例あるが，この症例は肺機能検査上肺気腫と診断され，単純X線撮影では異常と認められず，SABで肺胞が病的ではあるが肺気腫と断定できなかつた症例である．肺血管造影では，定型的な肺気腫の変化にはとぼしく，もし肺気腫があるとしても炎症をともなつたび漫性の変化で，軽度なものと考えられた．Radio-Spirogram でもほぼび漫性の変化で Bentivoglio の分類第4群に入つている．おそらく実質の線維化をともなつているのではないかと思われる．0.2～0.22g/cm³ の症例が4例あるが，内1例はSABで気管支喘息と診断され，1例は肺胞破壊なく慢性気管支炎と診断され，他の2例はSABでも肺機能検査でも比較的軽度の肺気腫と診断された．0.20未満の者が本群の84%を占めた.

慢性気管支炎．肺密度の高いものから低いものまで広く分散している．1例0.51g/cm³ を示した例があり，本例は気管支造影で中等度の気道変化があり，RV%が10%と低く，含気量の低いことを示し，また拡散障害があり，肺実質の線維化も若干加わつているのではないかと想像される．0.20g/cm³ の例が3例あり，1例はSABで肺気腫と診断され，1例は高度の気管支変化をともなつた老人肺，のこりの1例は高度の気管支病変と喘息の合併したものと判断された.

気管支喘息，16例で測定．0.40g/cm³ 以上の者2例で，両者共気管支炎があつた．0.2g/cm³ 以下の症例は5例あり，最低値を示したのは0.13 g/cm³で，RV%42.4%，TLC6.50Lで過膨張があつたが，SABでは肺胞破壊なしと判断された．0.19g/cm³，0.18g/cm³の者各1例あり，これ等は，SAB，肺血管造影で肺気腫と診断され，のこりの例は，0.20g/cm³ の肺密度で，強い変化を持つた気管支炎と診断された.

0.22g/cm³ を示した1例は，SAB，肺血管造影で，軽度ないし中等度の肺気腫となつたが，本例は前にもあげた例で，Radio-Spirogram で強い変化を全肺野で来した者である.

老人肺，6例で測定した．肺密度は全例，対照例平均値-1σ 以下で低く，最高値は0.15g/cm³でX線学的に肺気腫と診断され，0.21g/cm³ の例も肺気腫がうたがわしいとされた.

以上のような測定結果であるが，私の印象では0.20g/cm³ 未満の者は，臨床症状も考え合わせて肺気腫の存在が強くうたがわれ，0.20～0.25g/cm³ の者では一応肺気腫の有無についてさらにくわしいX線学的検査等を行つてみるべきだと考える.

3)　肺機能検査諸資料との対比

1秒量，残気率，静肺コンプライアンス，肺シンチグラムによる肺血流分布との相関を調べてみた.

残気率との相関

Fig. 14に示すように負の相関を示した．肺密度は肺のふくらみの程度と関係することは当然であろう．しかし本測定は安静脈呼吸の状態で行つているので，本来は背臥位，機能的残気率との相関をみるべきなのであるが，資料の都合でこのよう

Fig. 14. Relationship between (RV/TLC 100) and the lung density.

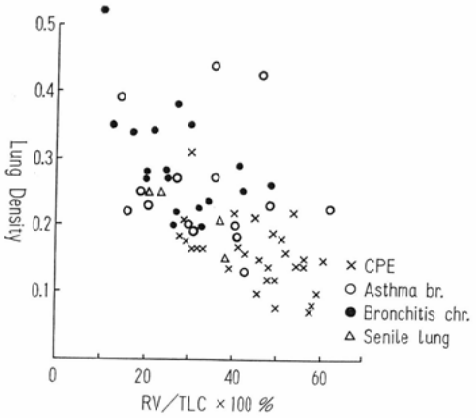
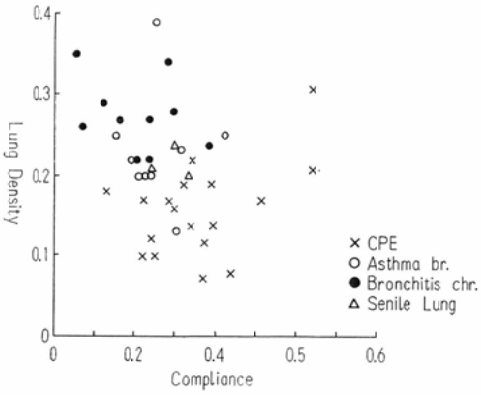


Fig. 15. Relationship between the lung density and lung compliance.



な対比を行つた.

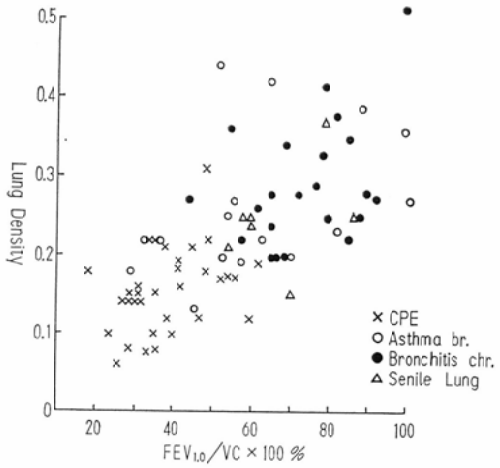
静肺コンプライアンスとの相関

Fig. 15に示す. 前者ほどでないが負の相関を示すようである. 肺の弾性異常と肺密度は関係があるように思われる. 最初に考えた如く, 肺実質の破壊はある程度, 肺密度に反映するように考えられる.

1秒率との相関

Fig. 16が示す如く, 1秒率では正の相関を示す. 1秒率が静肺コンプライアンスとも残気率とも関係があることよりこの相関は予想されることなのであるが, 1秒率が肺気腫研究会の肺気腫診断基準にても最も重視されているものであるから, これと相関のあることは肺密度が肺気腫の診

Fig. 16. Relationship between the lung density and '(FEV 1.0/V) × 100%'.



断に役立ち得る可能性を示す.

肺シンチグラム所見と肺密度の相関

志田の報告[10]にある如く, 肺密度とシンチグラムによる, 肺血流分布異常の程度は相関がある. 肺密度 0.2g/cm³ 未満の肺気腫の強くうたがわれる群では肺血流分布異常の程度は強くなつて来る. 密度が小さいほど分布異常も強い傾向がある.

ただ肺シンチグラムの場合, 肺内の局在的炎症性疾患等によつても血流分布異常がおこり, 肺密度はこのような場合, むしろ増加の傾向すらあるので相関しなくなる.

Ⅲ. 症例供覧

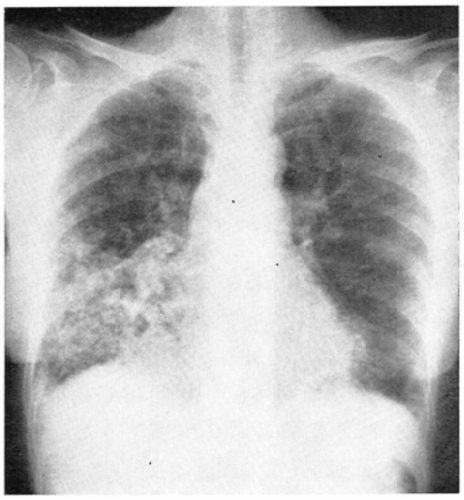
以上各測定法およびその資料について述べたが, 数例の症例で Radio-Spirogram およびγ線厚さ計による測定結果を示す.

第1例. A.T 52才 Series No. 16. 臨床診断. 気管支拡張症, 単純写真上 (Fig. 17. (1)) 全肺野に線状, 索状影が増し, 右下肺野は蜂窩状肺の様相を呈す, 気管支造影上もこの部分に強い気管支拡張症を示す. 肺機能検査では拘束性障害 (卅), 閉塞性障害 (卅), ガス分布異常 (卅), 拡散障害 (卄) 中等度過膨脹あり, PaO_2 軽度低下がみられる. 肺動脈圧の軽度上昇がみられる.

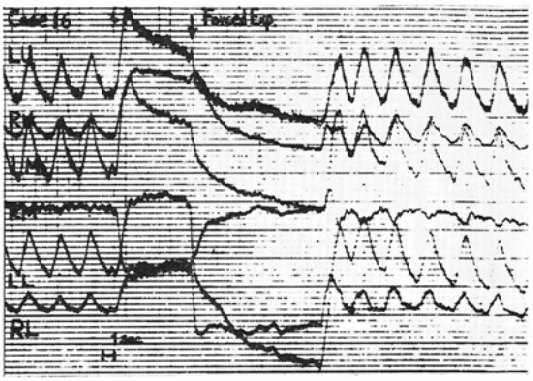
Radio Spirogram (Fig. 17 (2)), 左中肺野の異常がある. 右下肺野は検出器が一部横隔膜の運動をとらえているようであるが, 著明な check

Fig. 17. Case 1. Series No. 16, A.T 52 yrs. female clinical diagnosis bronchiectasis. Chest X-ray film (1), Radio-spirogram (2), Recording of γ-ray thickness gauge (3), Radio-spirogram shows nearly 0 ampritude at rest respiration and paradoxical respiration at deep respiration, at RL fields, check valve phenomenon. Lung density is measured 0.28g/cm³

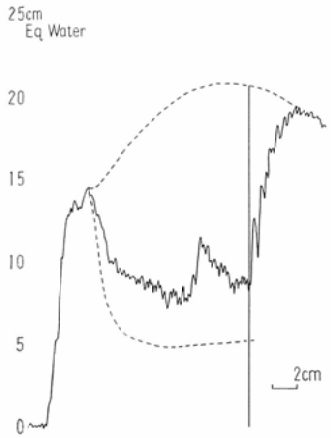
(1)



(2)



(3)



valve 発生がみられ，右中肺野は，安静呼吸振巾ほとんど0，深呼吸で著明な Paradoxical Respiration をみる．他肺野の振巾はほゞ正常範囲に入る．肺シンチグラムでも右中下肺野に著明な血流低下が証明された．肺密度はこのような陰影の存在にもかかわらず0.28g/cm³ と比較的小さい．これは肺機能上，中等度の過膨脹のみられることと関係があるように思う．厚さ記録には下肺野の陰影の為に約3 cm Eq Water の厚さ増加がみられる (Fig. 17 (3))．

第2例．K.A. 62才 Series No. 64. 臨床診断．気管支喘息，単純X線写真 (Fig. 17 (1)) で，軽度横隔膜低位，肺野特に右下野で透過性軽度上昇があり，肺紋理軽度減少している．右上肺野に雲状影がある．SABでは肺胞破壊軽度にあり融合像を示す．肺血管造影では血管系の走行異常，気腫型の Tapering pattern があり，両下，特に右下の血管床破壊が高度である．肺機能検査上，閉塞性障害，ガス分布異常，拡散障害がみられるが静肺コンプライアンス正常で過膨脹（±）であつた．

Radio-Spirogram：右上肺野で振巾が減少している以外振巾は正常であるが全体に呼気延長があり，特に両下肺野の呼気延長が強く，左上肺野に著明な check valve の発生がある (Fig. 18 (2))．

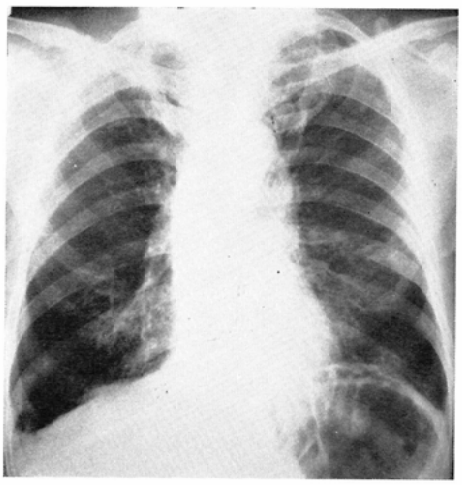
肺密度は0.18g/cm³ と低下し，Fig. 18 (3) の厚さ記録にみるように，下肺野で著明に組織量の減少している部分があり，この部の肺密度は 0.06 g/cm³ である．上肺野の組織厚さは比較的良く保たれている．

以上の所見より放射線学的には肺気腫＋喘息と診断した．Bentivoglio の分類では第3群に入る．

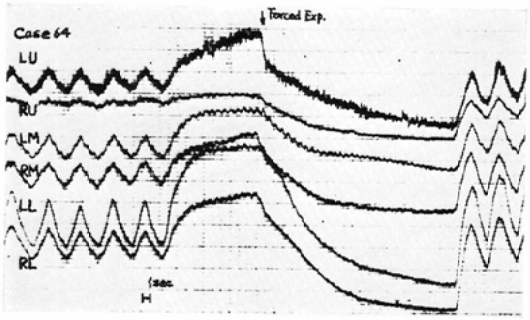
第3例 N.K. 50才 ♂ Series No. 15. 臨床診

Fig. 18. Case 2. Series No. 64, K.A. 62 yrs. male, clinical diagnosis bronchial asthma. Radio-spirogram shows strongly deceased ampritude at RU field, and prolongation of force expiration curve. Lung density is 0.18 g/cm³, and decrease of lung tissue at lower lung field is indicated.

(1)



(2)



(3)

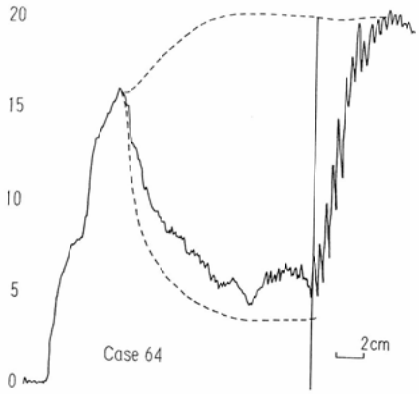
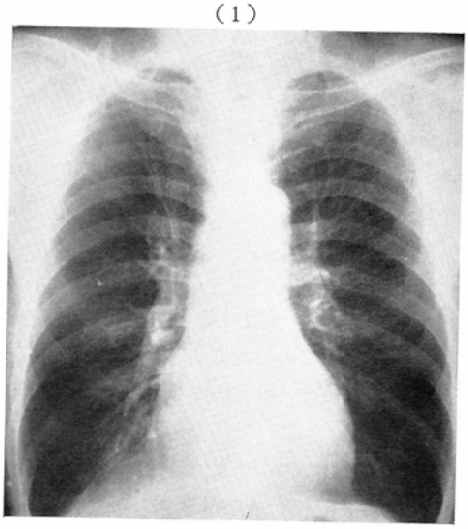
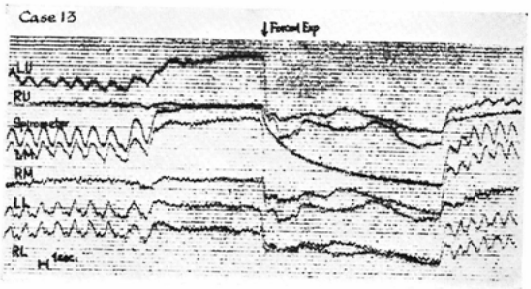


Fig. 19. Case 3. Series No. 15, N.K. 50 yrs. male, clinical diagnosis asthma bronchiale, susp, C.P.E. Radio-spirogram findings; check valve phenomenon in all lung fields, (Compare to conventional Spirogram) and small ampritude of rest respiration at right lung. Lung density is 0.22 g/cm³. From these findings, this case is suspected strongly diffuse pulmonary emphysema with slight fibrosis.

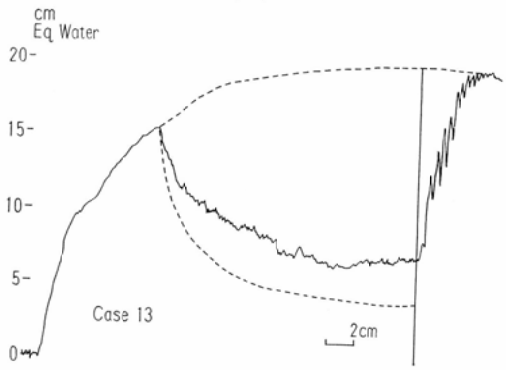
(1)



(2)



(3)



断．気管支喘息，普通写真上（Fig. 19 (1)）横隔膜低位，肺紋理細少化がみられる．ＳＡＢで肺胞破壊融合像があり，肺血管造影では，全肺野ほゞ均等な，定形的な肺気腫的血管造影像を示す．肺シンチグラムでは右肺の軽度の肺血流量低下がある．肺機能検査で，中等度拘束性障害，高度閉塞性障害，ガス分布異常があるが，拡散と静肺コンプライアンスは正常に保たれている．PaO_2 軽度低下あり，気道抵抗が高い．あまり肺気腫的でない所見とされた．

Radio-Spirogram で全肺野に著明な check-valve が発生している．同時記録した普通スパイログラムの曲線と比較していただきたい（Fig. 19 (2)）．呼吸振巾は右肺で全汎に小さく，特に右肺上野では平静呼吸振巾０は近くなつている．このような所見は肺気腫以外にはみられなかつた．check valve 発生後の呼吸曲線は不規則な変化を示しながらほぼ水平に走つているのが注目された．

肺密常は0.22g/cm³ と比較的高い．組織の厚さも上肺野から下肺野まで均等である．肺組織破壊に加え，肺の線維化も加わつているのではなかろうか．Bentivoglio の分類で第４群に入れた．

第４例．T.O. 63才♂ Series No. 2．臨床診断慢性肺気腫．著明な横隔膜低位，肺野透過性上昇，肺血管影減少，滴状心等，定形的な肺気腫Ｘ線像を示す症例である（Fig. 20 (1)）．

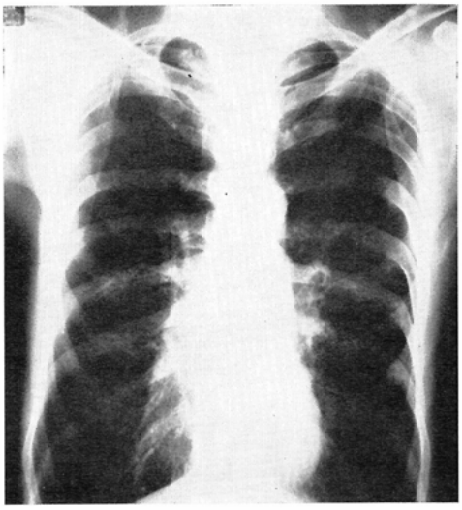
肺機能検査でも，閉塞性障害，ガス分布，拡散，いずれも高度の異常を示し，コンプライアンスも非常に大きい．過膨張あり PaO_2 中等度低下していいる．

ＳＡＢでは高度の肺胞破壊融合像があり，肺血管造影でも定型的肺気腫の所見を示す．肺血流分布は両上肺野，および左肺の血流量低下がある．

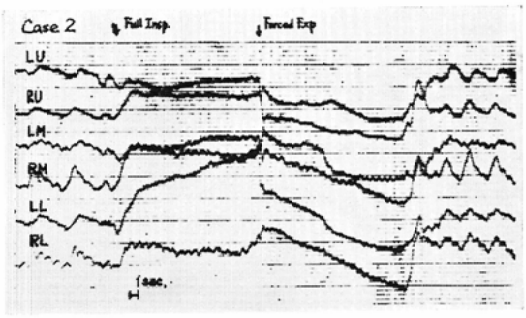
Radio-Spirogram 所見，Fig. 20 (2)にみるように多彩な変化がある．右下肺野では安静呼吸はきれいであるが，深呼吸で著明な Paradoxical Respiration が発生しており，左下野安静呼吸曲線振巾は正常だが位相が若干おくれていて，深呼吸で著明でな check valve の発生をみる．左中野でも安静呼吸の位相おくれと呼吸曲線の乱れが強い．

Fig. 20. Case 4. Series No. 2, T.O. 63 yrs. male clinical. diag, CPE Radio-spirogram shows many findings, paradoxical respiration curve at deeprentilation at RL, check valve phenomenon at all zone except RL, slight phase delay of rest respiration at left lung. Lung density is extremely low, 0.08 g/cm³.

（1）



（2）



（3）

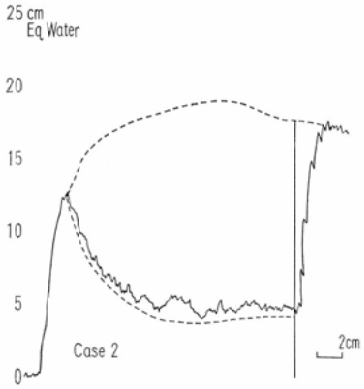
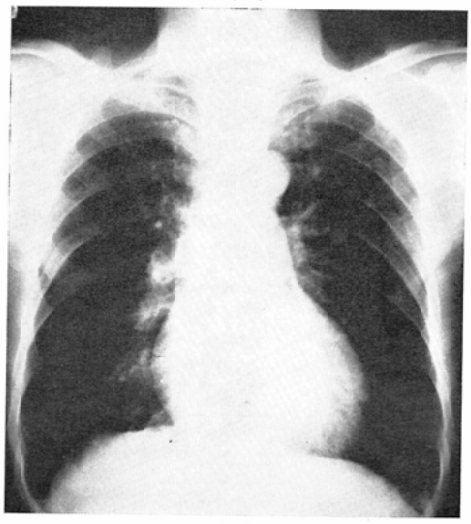
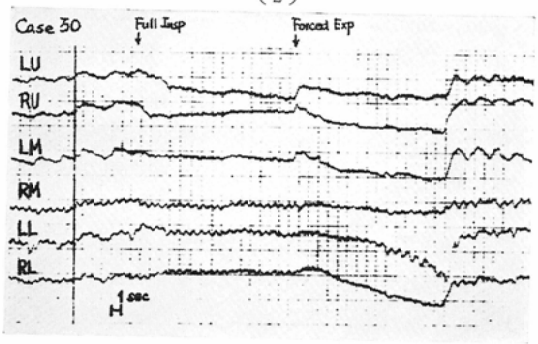


Fig. 21. Case 5. Series No. 30, K.O. 58 yrs. male, clinical diagnosis C.P.E. Radio-spirogram shows extreme diminution of ampritude at all lung zone, especially in deep respiration. And curve form changes extremely, paradoxical respiration can be seen at both upper lung field. Lung density 0.12 g/cm³.

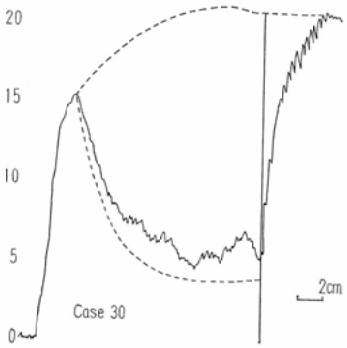
(1)



(2)



(3)



check valve はみられるが，右中肺野，上肺野の機能は他に比べ良いようである．Bentivoglio 分類の4群に入れた．

肺密度は0.08g/cm³ ときわめて低く，組織破壊の高度なことをうかがわせる．

第5例．K.O. 58才．♂．Series No. 30．臨床診断，慢性肺気腫．単純X線写真（Fig. 2 (1)）．上，横隔膜軽度低下，肺野透過性上昇がみられ，SABで肺胞破壊融合高度，肺血管造影では血管は比較的太いが，Tapering pattern は気腫型，右中下野の血管の蛇行が目立つ．平均肺動脈圧30mmHg．

肺機能検査では，拘束性障害，閉塞性障害，ガス分布異常すべて高度で，拡散は軽度障害，コンプライアンス軽度上昇，過膨張も軽度である．肺気腫兼肺不全の状態である．

Radio Spriogram では Fig. 21 (2)に示す如く，全肺野均等に高度の呼吸振巾減少があり，安静呼吸波形は正常像を示す部位がない．深呼吸でも全く変化しないかまたは両上肺野のようにPardoxical-Respirationを示す呼気相も同じ変化である．全肺野高度換気障害で，Bentivoglio 分類の第5群に属する．肺シンチグラムでは左上野の血流良く，右下野も比較的良好という結果で，巨視的な見方でも $\dot{V}/\dot{Q}$ の不均衡がおこつている．PaO_2 は54.5mmHgで著明に低下している．

肺密度は0.12g/cm³ で低値ではあるが前者ほどではない．Fig.21 (3)にみるように右下肺野に高度の組織破壊を思わせる部位がある．その附近に一部山が出ているのは走査の時，少し内側を測定しすぎた為に肺血管影が入てつ来た為と思う．

考　案

慢性閉塞性肺疾患は非常に問題の多い疾患群であるといわれているが，その中でも非常に重要な問題点は，これをいかに臨床的に診断して行くかということで，特にこの内，慢性肺気腫をいかにして他疾患と鑑別し，いかにして重症度を評価し，臨床的知見を病理形態学的所見と結びつけるかということである．そしてこの診断法はできるだけ患者の負担が少ないことが理想であろう．

従来，X線診断法は肺気腫診断には肺機能検

査法ほどの有用性はないと良くいわれて来た．White field[6]等は肺気腫の程度はX線学的よりは臨床症状とスパイロメトリーでの方がより正確に評価できると述べ，またLawsおよびHeard[7]は小葉中心性肺気腫では軽症のものはX線写真では全くわからず，中等度ないし高度のものでは時に診断できると述べ，彼等の病理標本での肺気腫におかされている肺部分の比率とX線所見とはほとんど相関がみられないと述べている．

一方，肺生理学的方法でも，肺機能と形態との結びつけは仲々むずかしく，現在なお明確にはされていないようである．

X線検査法の最も大きな特色は，形態学的変化を適確にとらえることができるということにあろう．私のとつた方法は形態学的認識とは多少はなれるが，現在主流と考えられる肺機能検査と同様な手法をX線学的に行なえば肺機能検査が到達していると同程度あるいはそれ以上の診断情報を得ることができるのではないかということと，X線診断でのある情報（今回は肺のX線透過性）を数量的に扱えるようにすればより診断精度が上り，より客観的評価ができるのではないかという考えに基づいている．

肺のX線透過性を測定し，これを肺の機能と結びつけようとする考えはかなり古くからあった．M. Marchalは1934年に胸部の呼吸によるX線透過性の変化を始めて測定してパリのTenon病院の講演で発表した．その後，彼はStatidensigraphy, Cinedensigraphy等の名で発表[17]している．また他にはAndrews[18], Law & Steiner[19], Small[20], Odder[21], Vanselow[22]等が発表しているが，これ等の論文は，方法論が主で，またその方法も定量性にとぼしく，肺疾患多数例についての知見を発表したものはないようである．

私どもも昭和38年にX線テレビ研究の1つとしてX線呼吸曲線について発表し[12]，6例の肺気腫患者と多数の対照例で検討，肺気腫での換気能の局所的特異性についてふれ，Radio-Spirogramが本疾患できわめて特異な変化を示すこと，肺気腫での病変の肺内分布の複雑さを述べた．梅恒等[11]は昭和37年X線走査キモグラフを発表，胸部等の組織厚さの分布を測定，これを利用して溝上は昭和38年，肺組織率（肺密度）の測定を8例の肺気腫患者で行つた[23]．私どもも梅恒の方法を改良し，線源に^{137}Csのγ線源を使つて，装置には普通のプロフイールスキヤナーを用いて行なえる方法を発表[14]し，今回もこの装置とその改良型を使用した．また，Radio Spirographyも，私どもの考案である6つの肺野から同時に，しかも振巾を正しく出せる装置[13]を用いている．

私はこの研究ではRadio Spirogramで肺内での換気の動的相と換気の肺内分布をとらえ，γ線厚さ計で，肺密度を計り，肺の過膨脹の状態，肺組織の破壊の程度を検知し，慢性閉塞性肺疾患，特に慢性肺気腫を鑑別してやろうということが最も大きな目的である．

結果の項で詳細に記述したが，ここでもう一度各疾患群での結果をまとめてみる．なお，今度は他検査の結果も考慮して，いわば最終診断結果で比較してみる．

老人肺：Radio Spirogramでの変化は少く，大体正常範囲にある．まれにcheck valve様の変化が軽度にみられることがある．症例は少ないが，肺密度は平均して低下している．これは解剖学的にも，老人肺では導管部拡張をみることと一致するように思われる．しかし肺密度が0.20g/cm^{3}以下になることはなかつた．

気管支喘息：Radio-Spirogram上，振巾減少，不均等換気，check valve等の所見は20～30%位の例にみられる．本群には感染性喘息の例が多く，有所見者は総て気管支炎の所見の強い症例のみであつた．Radio-Spirogramの変化は比較的局在性で，全肺野にわたつて強い変化をみせる症例はなつた．また普通写真上はつきりした局在性病変のない者ではParadoxical Respirationを示す者はない．

肺密度は平均して低いが，これは気管支収縮による肺過膨脹の為であろう．しかし1例（0.13g/cm^{3}の者）をのぞいては，0.2g/cm^{3}以下の肺密度を示した者はなかつた．本群では発作時と非発作時では所見に大きな差が出て来るであろうと想像される．したがつて測定を頻回くり返し，経時

的変化を追うこと，薬物に対する反応をみることなどが肺気腫との鑑別上大切なことであろう．

慢性気管支炎：Radio-Spirogramの所見，特にcheck valveの程度とＳＡＢで確かめられた気管支炎の程度は関係が深いようであつた．気管支拡張症となつていた者は非常に強い変化を示すが，閉塞性細気管支炎でも強い変化をみせた．Paradoxical Respirationは前者同様，普通Ｘ線写真上肺野に明瞭な変化のある場合以外は現われないようである．

肺密度については異常値（0.25g/cm³ 以下）を示したのが23例中６例あり，内１例は後に気管支喘息的傾向が強いと診断されたが，0.20g/cm³ 以下の症例はなかつた．

本群及び前群（炎症性変化の強い喘息が多かつたという意味で）の中には本来，慢性肺気腫との移行的状態が存在していて当然なので，測定値が肺気腫群に近い値を示して来る例が出て来るのはむしろ当然で，これをいかにして肺気腫と鑑別して行くかが問題なのである

慢性肺気腫：今度の資料より，慢性肺気腫を強く疑がわせる所見は，1）肺密度0.20未満．2）肺野全汎にわたつてcheck valveの発生をみる．3）Paradoxical Respirationがおこつていること．等である．この３所見のうち，どれか１つあるいはそれ以上の所見のある場合を肺気腫と診断してみると，肺気腫44例中，肺気腫と診断されるもの40例（91%），誤まつたもの４例，他疾患群のものが肺気腫と診断されたもの５例であつた．このうちわけは，閉塞性細気管支炎１例，慢性気管支炎１例，気管支病変の強い気管支喘息１例，気管支拡張症１例，過膨脹の強い炎症性喘息１例である．ＳＡＢ，その他で肺気腫と判定され，上の基準に合わなかつた者は，肺機能検査と臨床所見で肺気腫と診断されたもの２例，他は臨床的には老人肺，気管支喘息と診断されていた．これ等の患者はいずれも肺機能，ＳＡＢ所見の比較的軽度の症例であつた．この基準はかなりきつい基準であり，診断もれの４例もそれぞれ正常者の所見とは全く異り，気腫性変化を疑うに充分な変化をそなえているが，このような例も加え，所見をより適確につかまえて確実な方法とすることは今後の課題である．

以上のような結果となるのであるが，次に私の用いた方法自体の問題を少し検討してみたい．

Radio-Spirogramの測定に関して，今までの私の経験によると，測定器自体の問題をのぞけば，測定時に検出器を設置する場所が時々問題となる．すなわち，胸廓の端の方へ偏よると胸廓の運動による影響を受け，中央によると，中央陰影の運動や心搏動の影響を受ける．また患者の動きによつて影響される．これらは注意さえすればさけられることであり，最も大切なのは装置の精度と安定性である．肋骨運動の影響を受けるのではないかということが時々いわれる．私がファントムを使つて実験した結果では，４×７cmの測定野の場合，100 kVpのＸ線を使つての測定で，成人肋骨１本が測定野に出入することにより1.8 mmEq Waterの変化しか与えない．測定面積が大きくなればそれだけ変化が少くなるのは当然である．また，患者を測定する場合を考えると，肋骨は水平方向にほゞ等間隔で連らなつているものであり，呼吸運動では大体前胸壁の肋骨のみ上下方向に運動する．したがつて，吸気時上昇して行く場合を考えると，測定野の上縁から１本肋骨が消えると下方より１本入つて来る可能性が非常に強い．したがつて実際には肋骨の影響による曲線の歪はほとんどおこつていないように思う．

Radio-Spirogramのいろいろな複雑な現象をのべて来たが，それがどのようなメカニズムで起るのかは私には未だ良くわからない．ただ気管支造影の動的解析によると肺気腫では，非常に複雑な気道径変動がおこるのがみられる．肺気腫患者の肺内の複雑な構造上の変化が各部気道の内外圧差，気道のコンプライアンス等にいろいろ異つた影響を与え，その結果このような変化となつて現れて来るのであろう．Radio-Spirogramにみられるcheck valveによる呼気閉塞は各肺野，それぞれちがつた形で，ちがつた強さで表われるのはこのような複雑な気道の呼吸による変化を示しているものと考えられる．

Paradoxical Respirationと私どもが呼んでい

る奇妙な現象があるが，どういうメカニズムで起るのか不明である．おそらく肺実質の破壊と気道抵抗の上昇の為に肺胞間に連絡路ができたり，あるいは気道の末梢を通して空気がある肺局所から他の局所へと外界との連絡なしに移動しているのではないかと思われる．肺気腫ではこのように外からの空気が流入しないで肺の中だけで奇妙なガスの移動が起つている場合がかなり多いのではないかと考えられる[26]．

肺密度は肺気腫診断には割合役に立つ指標となるようである．溝上[23]は，梅恒[11]の走査式キモグラフによつて8例の肺気腫患者で測定している．これによると，対照例で，最大呼気位で平均0.23（g/cm³）最大吸気位で0.15，肺気腫例では最大呼気位で平均0.11，最大吸気位で0.09と報告している．私は，肺が力学的に最も安定な状態は安静呼気位であるということより，安静呼吸を行なわせながら測定し，その呼吸性変動の曲線の中心点（平均値）を組織厚としているが，溝上の測定値は私どもの安静呼吸の状態で0.33±0.04g/cm³という正常値に比べ非常に小さな値となつている．従来より，放射線治療の為に，肺内腫瘍の線量計算を行なうのに肺の密度値が使われているが，その代表的値は，Spier[24]によれば0.5g/cm³とされ，Jacobson[25]は0.32g/cm³と記載している．Jacobsonの値は私の測定した正常値と良く一致している．

肺密度の測定法に関しては未だいろいろの問題がある．胸部の組織厚さの測定に関しては，わたしどもの方法によれば，現在でも高い安全性と直線性を持つて±3㎜程度の精度で測定できる．線源の強さを大きくして，コリメーター開口部を広げ，計数装置のゆるすかぎり計数値を大きくすれば，また計測値に統計的処理を加えれば，さらに短かい時定数で±1㎜位の誤差にすることもできる．しかし，一番問題なのは軟部組織をどうして計るかということである．胸廓は体位により非常に変形し，組織厚測定と同じ姿勢で測定を（撮影を）行なわなければ意味がない．現在のところ，可変紋付きの回転横断撮影によるのが最良と考えられる．このような方法でさらに正確な肺密度を測定することが可能であると思う．

肺密度は肺の膨張および組織の状態によつて変る．肺組織の破壊がおこり，そこを空気がうずめれば密度は小さくなり，肺実質の線維化，細胞浸潤，うつ血は密度を上昇さすであろう．また年令的因子によつても変ると考えられる．

私どもの測定は背臥位，平静呼吸の状態で行なつたことは前にも述べたが，この状態での肺の膨張の程度，すなわち，機能的残気量（FRC）と，その人での正常FRC予測値の比（すなわち測定状態での肺の過膨脹の程度）を求め，その値で肺密度を除してやるとさらに有効な肺組織破壊程度を知る為の指標となると考える．また，この指標は，肺の解剖学的変化（巨視的な）と良く結びつくのではないかと思う．

Radio-Spirogram，γ線厚さ計による肺組織の密度測定は，X線学的方法としては直接的方法でないかも知れないが，患者に全く苦痛を与えず，全肺での資料を得られる点で，また現在の段階でも以上述べた程度の成績を得られる点で良い方法であると思う．

要　約

私どもの教室で開発して来たRadio-Spirography，および，γ線厚さ計により：慢性閉塞性肺疾患98例について検討を試み，次のような結果を得た．

1）慢性肺気腫47例では全汎的に呼吸振巾が減少し，特にその局所的差位が非常に目立つ．努力性呼気曲線では全例に局所的check valveが発生しており，Paradoxical Respirationも65.2％にみられた．

肺密度は1例をのぞいて全例正常値（0.25～0.41g/cm³）より低く，0.20g/cm³未満の者が84％を占めた．

2）慢性気管支炎24例ではRadio-Spirogram，肺密度とも，慢性肺気腫と対照群の中間的所見を示し，肺密度値が低くかつた者は6例みられたが0.20g/cm³未満の者はなかつた．

3）気管支喘息14例で，感染性喘息の者が大部分であつたが，前者と似た傾向を示した．肺密度は9例に低値を示し，内1例は0.13g/cm³と0.20

g/cm³ より低かつた.

4) 慢性肺気腫の診断の為に, 肺密度0.20g/cm³未満, 6肺野中5肺野以上に check valve の発生がある. Paradoxical Respiration が発生していること, の3項目中で1つ以上満足する場合肺気腫と診断するとした場合, 臨床症状, 肺機能検査, 他のX線学的検査で肺気腫と診断された44例中, 40例 (91%) が肺気腫と診断でき, 他疾患で肺気腫と誤診されたのが5例あつた.

5) Bentivoglio の ^{133}Xe による局所肺機能検査での肺気腫分類基準で分けてみたところ, 大略, 彼の記載する諸項に近い成績が得られた.

文 献

1) Fletcher C.M., et al; American emphysema British bronchitis; A Standardized comparative Study. Am. Rev. Resp. Dis. 91; 1. 1964.
2) Burrows B., et al; Clinical type of chronic obstructive lung disease in London and in Chicago. Am. Rev. Resp. Dis. 91; 14. 1964.
3) 中村, 金野：慢性気管支炎の概念の変遷と私どもの提言, 肺と心, 13：1, 昭和41.
4) A report of the conclusion of a Ciba Guest Symposium. Thorax 14; 286. 1959.
5) American Thoracic Society 1962. Am. Rev. Resp. Dis. 85; 762. 1962.
6) Whitefield A.G., et al; The correlation between the radiological appearance and clinical and Spirometric State in emphysema. Quart J. Med. (nis) 20; 247. 1951.
7) Laws J.W., Heard B.E., Emphysema and the chest film; a retrospective radiological and pathological study. Brit. J. Radiol. 35; 750. 1962.
8) 山口：慢性閉塞性肺疾患の肺血管造影による検討, 日医放会誌, 20, No. 12, 昭和45年
9) 畑山：慢性閉塞性肺疾患の選択的肺胞気管支造影, 日医放会誌, 投稿予定.
10) 志田：慢性閉塞性肺疾患の肺シンチグラム, 日医放会誌, 投稿予定.
11) 梅恒他：X線走査キモグラフについて, 臨床放射線, 7：275, 昭和37年.
12) 星野, 上村, 山口：X線テレビ第Ⅳ報, X線呼吸曲線第Ⅰ報, 第Ⅱ報, 日医放会誌, 23：82, 93, 昭和39年.
13) 星野, 上村, 阿部：Multichannel X線呼吸曲線について, 日医放会誌投稿予定.
14) 星野, γ線肺組織厚さ計, 今日の医学Ⅲ. 診断の進歩 (第17回日本医学会総会) 学術展示記録. 110, 昭和42年.
15) Fletcher., Chronic Bronchitis, its prevalence, nature and pathogenesis. Amer. Rev. Resp. Dis. 80; 483. 1959.
16) Bentiroglio F., Studies of regional ventilation and perfusion in pulmonary emphysema using Xe^{133}. Am. Rev. Resp. Dis. 88; 315, 1963.
17) R. Kourilsky., M. Marchal., et al; A New method of Functional X-ray Exploration of the Lung. Dis. of chest. 42; 345. 1962.
18) Andrews A.H., Fluoroscopic Pulmonary Densigraphy. Dis. of chest. 35; 117. 1959.
19) Law J.W., R.E.Steiner., X-ray densimetry in the study of pulmonary ventilation and the pulmonary circulation. Brit. J. Radiol. 38 512. 1965.
20) Small M.J., et al; Clinical Aspect of Radiopulmonography. JAMA. 884. Sept 8. 1962.
21) Odder C., Air Trapping Pulmonary insufficiency and Fluorodensimetry. Am. J. Roentogenol. 92; 501. 1964.
22) K. Vanselow., F. Heuck., Theoretische Untersuchungen über eine methode zur quantitativen Bestimmungen des Wasser. Luft Verbältnisse des Lungengewebes. Forsokr. Roentgenstr. 100; 443. 1964.
23) 溝上：X線走査キモグラフィーによる肺気腫の研究, 日本内科学誌, 52：96, 昭和38年.
24) Spier F.W., Dosage in irradiation Soft tissue and bone. Brit. J of Radiol. 24; 365, 1951.
25) Jacobson L.F., Correction factor for tumor dose in the chest cavity due to diminished absorption and scatter in lung. Radiology 67; 863. 1956.
26) 諏訪：器官病理学 (朝倉書店昭和43年) 79.

現所属：秋田県立脳血管研究センター, 放射線科 秋田市千秋久保田町