

肺内脂肪に関する研究

池田 純 雄

結核予防会結核研究所 (所長 隈部英雄)

受付 昭和 35 年 11 月 22 日

緒 言

肺結核症は肺尖部もしくは肺尖部後方から始まるといわれている¹⁾。なぜそこが好発部位であるかについて、肺尖素因などの問題が取上げられた²⁾。近くは D.T. Smith らがすでに報告された 16 の説を挙げたのち、流路説 (Stream flow theory) を唱えている³⁾。しかしそれらは主として形態学的、解剖学的な点から唱えられたものである。最近、北は「成人肺結核症の発病に関する病理解剖学的研究」⁴⁾において、“成人肺結核症が何故に肺尖または鎖骨下に始まることが多いか”について考慮しうる解剖学的、機能的な上葉下葉の相違を、次の 9 つの因子として列挙した。すなわち、

- ① 体積、表面積
- ② 気管支の長さ、屈曲
- ③ 呼吸による動き、ひつぱり
- ④ 気管支内気流速度
- ⑤ 呼吸機能
- ⑥ 肺動脈圧、血流の配分
- ⑦ リンパ流
- ⑧ 組織化学的構成?
- ⑨ 中枢神経の影響?

著者はその中の組織化学的構成に注目し、肺の各部の化学的構成の相違を検討せんとした。最近 Patnode⁵⁾、Hudgin⁶⁾ は動物の実験結核症における肺内脂肪質の変化、また動物肺内脂肪酸の抗結核作用について報じているが、このことが人間の肺についてもいえるならば、肺尖部には脂肪もしくは脂肪酸の分布が少ないと予想される。そこで正常肺 (少なくとも結核性病巣を含まない) を肺区域または区域群別に分つて、それらの中性脂肪を定量し、各部分について比較研究した。なおそれと外国人正常肺の肺内脂肪含有量を比較し、また正常肺脂肪含有量と結核肺健常部脂肪含有量を比較したので、ここに報告する。

試料ならびに方法

〔試料〕 剖検にさいし得られた肺の試料は 15 才より 75 才にいたる男女 8 名のもので、性別、年齢、死因等は表 1 のごとくである。この肺を肺区域または区域群⁷⁾に分ち、一応右 S¹ S²、左 S¹⁺² を上後、S⁸ を

表 1

実験例	年齢	性別	死 因
A	31	♂	サルモネラ中毒死
B	45	♂	肝 硬 変
C	15	♀	赤 痢 ?
D	75	♀	頓 死
E	40	♀	急性黄色肝萎縮
F	20	♂	睡眠薬中毒死
G	47	♂	脳出血死
H	25	♂	睡眠薬中毒死

上前、右 S⁴S⁵ 左舌部を中前、S⁶ を中後、右 S⁷ S⁸ 左 S⁸ の大部分を下前、S⁹ S¹⁰ を下後に相当すると考えて各グループ別に定量比較した。

〔方法〕 中性脂肪：定量は隈川・須藤氏の法⁸⁾により、できるだけ肋膜や気管支を除いた肺組織につき、エーテルで抽出、石油エーテルで精製したのち定量し、1.046 なる係数を乗じて中性脂肪の量とみなした。

含水量：同時に同一の部分からとつた肺組織について、型のごとく水分含有量を測定した。すなわちただちに全量を秤量し、125°C 30 分で水分を蒸発させ、デシケータの中に入れて重量が不変となるまで秤量し、そのときの値と前者の値との差を水分とみなした。

成 績

1) 本邦人肺の脂肪、固形分、水分の含有 %
各一側肺についての本邦人 8 例の肺内脂肪含有量は表 2 のごとくであり、固形分 (全量から含水量をひいたもの) 平均は 17.9 %、中性脂肪含有の平均は 6.4% であつた。

次に各区域群別の脂肪含有量を比較すると、3 例から得られた結果は表 3 のごとくである。左右肺を各 6 群ずつに分けたのは、肺を上中下の 3 段に分ち、またそれぞれ前後に分つたものである。その結果は 3 例とも左 S¹⁺² に脂肪含有量の少ないことを認めた。その他はほとんど同じ程度の含有量を示した。

また本邦人による肺区域群別の固形分、中性脂肪の平均値を表 4 に示す。

2) 肺尖、肺底部の脂肪、固形分含有の比較

本邦人 8 例につき一側もしくは両側肺を、上部 (肺

表 2 本邦人肺内脂肪, 固形分, 水分の含有 %

実験例	性	年齢	左右別	総重量	固形分	総脂肪	水分 %	固形分 %	脂肪 %	固形分中脂肪含有%
A	♂	31	右	45.8 g	10.4 g	454 mg	76.2	25.8	1.0	4.4
B	♂	45	右	44	6.5	389	85.3	14.7	0.9	6.0
			左	40.2	11.2	454	76.1	25.9	1.1	4.1
C	♀	15	左	40	8.3	464	79.3	23.7	1.2	5.6
D	♀	75	右	44	5.7	252	87.1	12.9	0.6	4.4
			左	95	9.6	660	89.7	10.3	0.7	6.9
E	♀	40	右	97	18.8	1,313	80.6	19.4	1.4	7.0
			左	110	14.5	1,406	85.7	14.3	1.3	9.7
F	♂	20	右	117.9	17.7	1,502	85.0	15.0	1.3	8.5
			左	120.5	21.8	1,324	81.9	18.1	1.1	6.1
G	♂	47	右	120	20.9	1,337	82.6	17.4	1.1	6.4
			左	120	22.8	1,388	81.0	19.0	1.2	6.1
H	♂	25	右	119	25.8	1,626	78.4	21.6	1.4	6.3
			左	124	27.4	1,577	78.0	22.0	1.3	5.8
平均							82.1	17.9 %	0.94 %	6.4 %

表 3 肺区域(群)別脂肪, 固形分含有 %

	左右の別	部 位	固形分%	脂肪含有%		左右の別	部 位	固形分%	脂肪含有%			
										I	右	S ¹ S ²
S ³	17.6	— *	S ³	17.9	5.6							
S ⁴ S ⁵	18.9	3.9	S ⁴⁺⁵	18.3	5.7							
S ⁶	18.1	10.7	S ⁶	21.0	7.4							
下 前後	18.3	11.9	下 前後	17.8	7.4							
下 後	18.3	7.9	下 後	19.8	6.5							
左	S ¹⁺²	18.2	3.1	右	S ¹ S ²	21.6	5.3					
	S ³	16.1	4.4		S ³	18.9	7.7					
	S ⁴⁺⁵	16.8	5.6		S ⁴ S ⁵	16.1	9.4					
	S ⁶	19.0	6.8		S ⁶	24.6	5.5					
	下 前後	19.1	9.0		下 前後	25.8	5.5					
	下 後	19.0	6.9		下 後	23.0	5.6					
	右	S ¹ S ²	17.2		8.9	III	左	S ¹⁺²	23.1		4.6	
		S ³	16.3		5.6			S ³	20.2		7.1	
S ⁴ S ⁵		17.5	7.2	S ⁴⁺⁵	19.7			8.8				
S ⁶		16.7	5.5	S ⁶	24.2			2.9				
下 前後		18.5	4.7	下 前後	20.7			6.5				
下 後		18.1	7.6	下 後	24.8			5.4				

* 測定不能のため除く

尖部)と下部(肺底部)に分つて定量比較した。各部の固形分, 脂肪含有量は表 5 のごとくである。実験例 Dからはさらに前部と後部に分つて定量した。そして同一試料で左右および前後に分け, 各肺の 1 組ずつについて総脂肪を比較し, 肺尖の脂肪含有量対肺底の脂肪含有量の比を Rp とし, 22 組について検討した。その結果は表 5 のごとくで,

Rp < 1 (すなわち底部の方に脂肪の多いもの) ……

……………14 組

Rp 最大 0.95, 最少 0.45

Rp = 1 …… 1 組

Rp > 1 (肺尖部の方に脂肪が多いもの) …… 7 組

Rp 最大 1.86, 最少 1.09

3) 外国人肺の脂肪, 固形分, 水分の含有 %

本邦人肺内脂肪含有量を, 外人肺内脂肪含有量と比較するために, 外国人(白人)正常肺 9 例について行つ

表4 肺区域(群)別固形分, 脂肪の分布

部 位	総重量	固形分	脂肪量	水分 %	固形分 %	脂肪 %	固形分中 脂肪含有%	
右肺	S ¹ S ²	60 g	11.2 g	801 mg	81.3	18.7	1.3	7.1
	S ³	60	10.5	(474)*	82.5	17.5	(1.2)*	(6.7)*
	S ⁴ S ⁵	60	10.5	701	82.5	17.5	1.2	6.4
	S ⁶	55	11.0	759	80.0	20.0	1.4	6.9
	下 前	60	12.5	891	79.2	20.8	1.5	7.1
	下 後	61	12.1	839	80.2	19.8	1.4	7.0
左肺	S ¹⁺²	61	12.3	487	79.8	20.2	0.8	4.0
	S ³	65	11.5	672	81.8	18.2	1.1	5.9
	S ⁴⁺⁵	60	11.0	744	81.7	18.3	1.2	6.8
	S ⁶	60.5	12.9	718	78.2	21.8	1.2	5.6
	下 前	60	11.5	877	82.5	17.5	1.5	7.6
	下 後	60	12.8	791	78.3	21.7	1.3	6.2

* 試料が他は3例であるのに対し, 2例についてのみ行つたもの

表5 肺尖・肺底部の固形分および脂肪含有 %

実験例	左右の別	部位	固形分%	脂肪含有* %	Rp	実験例	左右の別	部位	固形分%	脂肪含有* %	Rp		
A♂	右	上	21.1	3.7) 0.77	F♂	右	上前	17.6	—) 1.22		
		下	24.5	4.8				右 下前	18.3	11.9			
B♂	右	上	13.6	4.9	右 上後			16.5	9.6				
		下	13.7	7.2	右 下後			18.3	7.9				
		左	40.2	3.3	左 上前			16.1	4.4				
	左	上	15.4	5.9	左 下前			19.1	9.0				
		下	—	—	左 上後		18.2	3.1					
		左 下後	19.0	6.9	左 下後		19.0	6.9					
C♀	左	上	20.2	5.4) 0.95		G♂	右	上前	16.3		5.6) 1.19
		下	21.2	5.8					右 下前	18.5		4.7	
D♀	右	上	13.1	3.1	右 上後				17.2	8.9			
		下	12.8	6.0	右 下後				18.1	7.6			
		左 上前	8.5	9.1	左 上前	17.9			5.6				
	左	下前	8.4	6.4	左 下前	17.8			7.4				
		上後	11.7	5.7	左 上後	19.1		3.9					
		左 下後	12.1	6.9	左 下後	19.8		6.5					
E♀	右	上前	18.2	7.8) 1.86	H♂		右	上前	18.9	7.7) 1.4	
		下前	22.6	4.2					右 下前	25.8	5.5		
		上後	17.8	7.7					右 上後	21.6	5.3		
		下後	19.1	8.6					右 下後	23.0	5.6		
	左	上前	16.1	6.1) 0.89		左		上前	20.2	7.1) 1.09
		下前	19.3	6.9					左 下前	20.7	6.5		
		上後	19.4	7.7				左 上後	23.1	4.6			
		左 下後	21.3	7.7				左 下後	24.8	5.4			
左	上後	—	—) 1.00	左			上後	—	—) 0.85		
	下後	—	—					下後	—	—			
	—	—	—				—	—	—				
	—	—	—				—	—	—				

* 固形分に対する %

た定量の結果は表6のごとくである。その結果は固形分は平均 19.9% で本邦人のそれと大差ないが、脂肪量は平均 10.1% で本邦人のそれよりもはるかに高い

値を示した。

4) 正常肺と結核肺健常部の脂肪含有量の比較
正常肺内脂肪含有量と結核肺健常部(肉眼的に病巣部

表6 外国人(白人)正常肺の固形分と脂肪

実験例	性	年齢	左右別	総重量	固形分	脂肪	水分%	固形分%	脂肪%	固形分中脂肪含有%	死因
J	♂	24	右	23.8 g	4.2 g	395 mg	82.4	17.6	1.7	9.5	事故死
K	♂	20	右	28	5.8	955	79.3	20.7	3.4	16.5	事故死
L	♂	54	右	30.8	5.3	397	82.8	17.2	1.3	7.5	頓死
M	♂	25	右	32.5	6.5	900	80.0	20.0	2.8	13.8	事故死
N	♂	60	左	19.3	3.8	252	80.5	19.5	1.3	6.7	動脈硬化症
P	♂	50	左	10	2.2	301	78.5	21.5	3.0	14.0	自殺
Q	♂	36	左	42	9.3	648	77.8	22.2	1.5	7.0	窒息死
R	♂	52	左	55	9.7	900	82.3	17.7	1.6	9.3	尿毒症
S	♂	56	左	37.5	7.2	702	80.7	19.3	1.9	9.8	事故死
							80.1	19.9	1.95	10.1	

表7 結核肺健全部の脂肪

実験例	性	年齢	左右別	部位	総重量	固形分	脂肪	水分%	固形分%	脂肪%	固形分中脂肪含有%	病名
■	♀	32	左	S ³	12 g	2.5 g	208 mg	78.9	21.1	1.7	8.2	肺結核
		S ⁶		6	1.2	126	79.6	20.4	2.1	10.3		
		S ⁸		8.5	1.7	>76*	81.0	20.0	>0.9*	>4.4*		
■	♂	32	左	S ¹⁺²	6	1.5	72	74.8	25.2	1.2	4.8	肺結核
		S ³		8	1.9	90	76.8	23.2	1.1	4.9		
		S ⁶		7	1.5	110	79.2	20.8	1.6	7.5		
		S ⁸		9	2.1	107	76.9	23.1	1.2	5.3		
■	♂	37	左	S ⁸	12.6	2.6	264	79.0	21.0	2.1	10.0	肺結核
		S ⁹		7.6	1.6	65	79.4	20.6	0.9	4.1		
		S ¹⁰		11.7	3.3	117	71.5	28.5	1.0	3.5		
		肝臓		8.1	2.5	1,946	69.0	31.0	24.0	77.5		
■	♂	28	右	肝臓	20	4.2	1,858	79.1	20.9	9.3	44.4	膿胸
		胆汁		14.9	1.5	249	89.9	10.1	1.8	16.5		
平均(肺組織のみ)								77.5%	22.5%	1.45%	6.4%	

* 不正確な値のため集計より除外

を認めない)の脂肪含有量を比較するため、4症例(男3, 女1)について同様に定量を行った(表7)。うち3例は肺結核のため肺切除を行ったもの、他の1例は膿胸で Empyemasack を摘出、剥皮を行ったものである。

5) 肺内4物質含有量の比較

これまで定量を行ってきた肺内脂肪と考えられたものが、あるいは肺が実質の少ない⁹⁾血液に富んだ組織であるため肺内血液中の脂肪を測定したのではないかという疑問が生じた。そこで肺の同じ部分から取った試料12区域群について、中性脂肪、ヘモグロビンを、水分、総窒素の4つの物質について定量比較を行った。ヘモグロビンは肺内血液分布状態を推測するためであり、総

窒素は肺臓実質の蛋白質の含有量を推測せんとしたものである。

〔方法〕ヘモグロビンの定量: William C. Stadie の法¹⁰⁾に準じて各部の1gをとり測定。

総窒素の定量: 乾燥試料につき Sodium-hypochlorite の一変法¹¹⁾を用いて測定。

その結果は表8のごとくで、4物質の含有量の間に相関関係はみられなかつた。

考 案

1) 本邦人肺の脂肪、固形分、水分について本邦人肺について左右肺の脂肪と固形分を比較したが

表 8 肺内4物質含有量の比較

		脂肪		ヘモグロビン	水分	総窒素			
		% RA	D RH	% RW	% RN				
右	S ¹ S ²	5.3	0.85	1.895	1.06	78.4	1.00	159	1.07
	S ³	7.7	1.24	1.265	0.77	81.1	1.05	140	1.07
	S ⁴ S ⁵	9.4	1.52	2.100	1.19	83.9	1.07	127	0.97
	S ⁶	5.5	0.89	2.875	1.59	75.4	0.97	107	0.77
	下 前	5.5	0.89	1.825	1.05	74.2	0.95	158	1.06
	下 後	5.6	0.90	1.575	0.89	77.0	0.99	111	0.85
左	S ¹⁺²	4.6	0.74	1.234	0.70	76.9	0.99	110	0.84
	S ³	7.1	1.14	1.704	0.96	79.8	1.2	144	1.10
	S ⁴⁺⁵	8.8	1.42	1.713	0.97	80.3	1.02	141	1.08
	S ⁶	2.9	0.47	1.932	1.09	75.8	0.97	144	1.10
	下 前	6.5	1.05	1.739	0.98	79.3	1.01	132	1.01
	下 後	5.4	0.87	1.420	0.80	77.2	0.96	139	1.07
平均		6.2 %	1.766 D		78.1 %		130.47/mg		

RA…脂肪量平均値を1とした比
RH…ヘモグロビン平均値を1とした比
RW…水分平均値を1とした比
RN…総窒素平均値を1とした比

左右別において有意の差は認められなかった。

各区域群別の脂肪含有量は左 S¹⁺² に少なく、肺尖素因の1因子をなしているように思われる。しかし同じ肺尖でも、右肺尖の S¹S² にとくに少ない傾向が認められないのはいかなるわけであろうか。またその他の部分でほとんど同程度の脂肪含有量がみられた。

2) 肺尖素因と肺内脂肪の関係

肺尖部が他の部分、とくに肺底部に比べて脂肪含有量が少ない事実があるか、脂肪含有量の肺尖、肺底比 (Rp) を調べた (表5)。その結果は、

- Rp < 1 (底部の方に脂肪の多いもの) ……14組
(内訳は右4組, 左10組, 前3組, 後7組)
- Rp = 1 …… 1組
- Rp > 1 (肺尖の方に脂肪の多いもの) … 7組
(右5組, 左2組, 前5組, 後2組)

この結果からみると、肺底部に脂肪が多く肺尖部に少ないものが多い。さらに後面では Rp < 1 が多く、前面では逆に Rp > 1 が多くなっている。ここに中性脂肪と称するものは前述のごとく、エーテル抽出を行った脂酸、ステロイドおよび未知の不飽和化合物よりなるもので、将来これらの中に抗結核作用を有するものの出現が暗示される。このことと上記の事実が結びつくならば、肺尖素因を解明する一説となるかと考えられる。

3) 本邦人肺と外国人肺の脂肪含有量の比較

本邦人正常肺の脂肪含有量 (表2) を外国の報告と比較したところ、ドイツの分析¹²⁾ は 13.68 (2例) で、

本定量の中性脂肪量平均値 6.4 % の約2倍量を示している。しかるに固形分は本定量では 17.9 % であるのに、ドイツのそれでは 19.91 % とほとんど差を認めない。しかしドイツの分析は定量法が本法と同じでなく、直接本定量の結果と比較することは危険と考えられる。そこで白人正常肺9例について行つた表6と比較を行つた。

その結果、本邦人肺、白人肺との間には、固形分については有意の差はないが、肺内脂肪含有量において有意の差を認めた。これは本邦人と白人との人種の差異、食物摂取の相違または肺における脂肪の代謝が異なるためと推測される。

なお白人肺においても、脂肪、固形分含有において左右別に有意の差を認めなかった。

4) 結核肺健常部の脂肪について

前節までは肺内脂肪を非結核屍について定量比較した成績である。次に肺切除のさいに摘出された肺組織について、肉眼的に健常部 (病巣部を含まない) とみられる部分の脂肪の定量を行つたので、正常肺のそれと比較した (表2, 7)。

結核肺病巣の脂質に関しては、堀沢¹³⁾ が組織化学的に、菌の発育、乾酪物質の自家融解に関して詳細な発表を行い、また市吉¹⁴⁾ も人肺結核病巣の脂質について報告を行つている。堀沢によれば軟化、液化していない乾酪物質中の総脂質は平均、湿性重量の 5.1 % (10例) であり、市吉によれば肺組織内総脂肪酸含有量は平均、健常部で湿量の 0.61 %、病巣部で 0.7 % (22例) である。

本研究においても結核肺健常部は正常肺と脂肪含有量において大なる差は認められなかった。なお肝臓においては、高い中性脂肪量を示し、これは従来の報告¹⁵⁾ に一致するものである。

5) 肺区域別脂肪と血中脂肪との関係

本報告において肺内脂肪と考えられたものが、肺内血液中の脂肪を定量したのではないかとの疑問に対し、同一の試料について中性脂肪、ヘモグロビン、水分、総窒素の4物質について定量比較を行つた。ヘモグロビンは肺内血液分布状態を推測するためであり、総窒素は肺臓実質の蛋白量を推測せんとしたものである。その結果1例ではあるが、これの12区域群について、4物質の含有量の間に関連関係は認められなかった。したがって肺区域別の脂肪は血液中の脂肪を示していないと考えられた。なお脂肪染色による肺の組織化学的検索は、間質に多量のリポイドを示した。

以上より肺内脂肪の分布は、肺尖部が肺底部に比してやや含有量の少ない傾向を認めたが、これは中性脂肪の含有量についてのみの比較であり、これのみからは肺尖

素因の問題を解明することはできなかつた。しかし同問題に対し、なんらかの暗示を与えるものとする。

摘 要

肺結核症の発病と進展に関し、肺内脂肪がある役割を演ずるのではないかと考えられるので、まず正常肺について肺内脂肪を区域別もしくは区域群に分けて、隈川・須藤氏の法により中性脂肪として個々に定量した。その結果、

1) 肺区域または区域群の脂肪含有は、1人の肺については個々に異なつた量を示し、左 S^{1+2} に幾分少ない傾向がみられた。

2) 本邦人肺において左右肺の間に、脂肪、固形分において有意の差を認めなかつた。

3) 肺底部に比べて肺尖部の脂肪含有は少ない傾向を示し、いわゆる肺尖素因の問題に関しある影響を及ぼす因子たることを暗示するに思われた。

4) 本邦人の肺と外国人(白人)の肺について脂肪の定量比較を行つたところ、本邦人肺内脂肪含有量は平均 6.4%、白人のそれは 10.1% で、本邦人肺と白人肺の間には脂肪含有量において有意の差を認めた。しかるに固形分においては、両者の間に有意の差を認めなかつた。

5) 白人肺においても、左右肺の間には脂肪、固形分において有意の差を認めなかつた。

6) 結核肺健常部の脂肪含有量は平均 6.4% で、ほぼ正常肺に等しかつた。

7) 同一人肺の同じ部分から取つた試料について、中性脂肪、ヘモグロビン、水分、総窒素の4物質について定量比較したところ、そのおのおの物質間に相関関係は認められなかつた。

本研究に関し終始御懇篤な御指導をいただいた湯沢、北両博士、および御協力をいただいた大沢、高瀬、青木

鈴木、松崎、渡部の諸先生、ならびに米軍第406総合医学研究所の Dr. Morse, Dr. Rei の両氏に深く謝意を表す。なお適切なる御助言と御校閲をいただいた岩崎研究部長、また絶えざる御鞭撻、激励を賜つた隈部所長に厚く謝意を表す。

なお本稿の一部は日本結核病学会第44回関東地方学会において発表した。

文 献

- 1) Gräff, S. : Beitr. Klin. Tub., 70 : 173, 1928.
- 2) Loeschcke, H. : Ergebn. d. ges. Tuberk.-Forsch., 2 : 81, 1931.
- 3) Smith, D.T. et al. : Am. Rev. Tuberc., 70 : 547, 1954.
- 4) 北鍊平 : 第32回日本結核病学会シンポジウム, 昭32.
- 5) Patnode, R.A. : Am. Rev. Tuberc., 69 : 710, 1954, 75 : 630, 1957.
- 6) Patnode, R.A. & Hudgin, P.C. : Am. Rev. Tuberc., 75 : 83, 1957.
- 7) 山下英秋 : 結核予防会研究業績, 2(1) : 94, 昭28.
- 8) Kumagawa, M. & Suto, K. : Biochem. Z., 8 : 212, 1908.
- 9) Wells, H.G. & Long, E.R. : Chemistry of Tuberculosis, Baltimor, 2nd ed. p.204, 1932.
- 10) Stadie, W.C. : J. Biol. Chem., 41 : 237, 1920.
- 11) 大沢義信 : 生化学, 28 : 12, 817, 昭31.
- 12) Pincussen, L. : Oppenheimers Handb. d. Biochem. d. Menschen u. Tiere, Jena, 2 Aufl., Bd. IV. Lunge, S. 288, 1925.
- 13) 堀沢真澄 : 日胸外会誌, 6 : 130, 昭33.
- 14) 市吉陽 : 阪大医誌, 10 : 1155, 昭33.
- 15) 堀沢 他 : 日胸外会誌, 4 : 486, 昭31.