

# 肺結核症の診断における電圧別撮影の比較研究 (断層撮影も加えて)

(第2報) 臨床研究

古屋清三

静岡県立富士見病院 (院長 吉田 実)

受付 昭和40年3月23日

## I) 緒言

今回の研究目的は高圧と低圧の両利点をできるだけ利用しようとする中間的電圧を検索して1枚の背腹撮影における診断的価値を高めようとしたものである。そこでまず第1報では肺野に相当する背景陰影(基礎濃度)をアクリール樹脂、アルミニウムの両階段および骨などで種々作りその上に病巣に相当する小豆や実際の乾酪巣および石灰化巣などをのせて人体と同様の条件で5万、8万、9万、および13万の電圧別に撮影しいろいろのモデル実験を行なった。そしてこれらの濃度やその濃度差すなわちコントラストの程度はすべて濃度計と肉眼的識別によつて決めた。

その結果、肺野に相当する背景陰影である基礎濃度が1.0~1.4の間が求むる病影のコントラストをもつとも高め、次いで0.7~1.0と1.4~1.8の間であつた。そのほかは著しく低下していた。では人体を同様のX線量で各電圧別に撮影した場合に各電圧間にとどのような基礎濃度の幅に差を生ずるかをみた。そうすると、アクリール樹脂階段(1cm 間隔)の場合には低圧が高圧に比べて濃度1.0~2.1の間の高いほうで0.3の開きを示し均等化していた。さらにアルミニウム階段ではその均等化は濃度1.0以下で著しく強く低圧が0に達した場合でも高圧ではなお0.6の濃度を示していた。そして準高圧9万から10万の間がちょうど両電圧の中間的性格をもつていた。このように基礎濃度の面からのみみれば、高圧が低圧にはもちろん準高圧より優れていた。しかしながら一方では、いかに基礎濃度がよくても病巣陰影の濃度も均等化するのと同じ基礎濃度内では高圧に比べて低圧、準高圧のほうが病巣陰影のコントラストは高くなつていた。このように基礎濃度と病巣陰影の濃度との関係が電圧別に相反する現象を示したので実際に臨床に應用して病巣陰影のコントラストを比較してみることにした。

## II) 撮影条件と最高濃度

低圧5万(6万)、準高圧9万(10万)および高圧13万(14万)別に切除肺直前の写真を撮り、そのうちできるだけ適正現象されたものだけの組を選んだ。これらの3組の写真の最高濃度を石津の成績や第1報の成績か

ら低圧に比べて準高圧は0.1、高圧は0.2ほど低くなるような条件で撮影するように心がけた。各組写真の最高濃度は病巣の拡りやその性状によつて異なつてくることは当然である。そのため最高濃度にかかなりのバラツキがみられた。しかしその成績は表8に示すごとくおおよそ同症例の3組の最高濃度は上記の条件を満足していた。すなわち低圧では2.1から1.6までの間、準高圧では2.0から1.4まで、高圧では1.8~1.3までに集中していた。

Table 8. Relationship between Voltage and Highest Density (90 Cases)

Highest density	Voltage		
	High V.	Medium V.	Low V.
1.3 ~ 1.39	18%	21%	6%
1.4 ~ 1.59	29	24	18
1.6 ~ 1.79	24	24	31
1.8 ~ 1.99	17	22	24
2.0 ~ 2.1	12	9	21

## III) 材料の選択と研究方法

切除肺病巣を空洞と乾酪巣に分けた。

一方X線上では、空洞は学研分類に従うとKa, Kb, Kc, Kdの非硬化壁空洞と、Kx, Ky, Kzの硬化壁空洞となつている。しかし実際にはX線上空洞として識別しうることがまず大切であるし、KaとKdには移行型がありKxとKaとの鑑別も必ずしも容易でない。またKcやKzは多房性空洞であるのでKcはKaとみなし、KzはKxあるいはKyの変形とみなした。

そこで今回は、空洞病巣の見え方を大きさや壁の厚さのみにして一括し、必要に応じて学研分類を用いることにした。

一方乾酪化性病変は学研分類では基本型としてA, B, C(T), D, Eなどに分かれている。切除病巣ではA, B型は少なく、C, D型およびE型は多い。しかしD, E型よりもC型のほうが大切なので、今回はC型に相当するもののみを主体として取り上げた。そしてC型を一括して基本型別にとらわれず見え方の程度と、一方見方をかえて基本型としていかなる性状にみえたかも合わせ

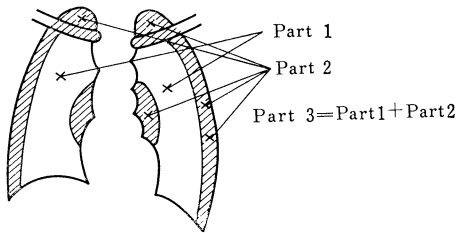
検討した。

見え方の判定方法として、空洞では切除肺病巣に比べてX線上で明らかに同一にみえる場合を(++)とし、辛うじてみえる場合を(+), そのものにみえないか、あるいはほとんどみえないものを(±)とした。一方乾酪巣では、基本型によくみえる(++), 辛うじてみえる(+)としてほとんどみえないのを(±)とし、また性状別としてC型以外さらに B, BC, CD, D などに分けて検討した。

今回の研究は、切除肺病巣をまずみて、これに一致した病巣を検索したので、辛うじてみえた(+)例が増加している。とくに空洞では個人の読影能力にかなりの差があるが、今回は3人の専門医師による判定に従って誤差を少なくした。しかしながらいかに専門医としても、読影という仕事はかなり各人の主観に左右されやすいので、後述のごとくみえた場合の(+)以上の例は濃度計によるコントラストからも判定検討した。

さて見え方に、3組の写真とももつとも大きな影響を受ける因子は投影病巣、すなわち重なり病巣の有無であり、次が病巣の大きさである。ある程度これらの因子を規定すれば、3組の写真の優劣を決める次の因子は第1報の成績からみて肺野の位置であろう。そこで、X線上

Fig. 4. Classification of Lungfield



肺野を縦隔部、横隔部を除外して石津<sup>1)</sup>にならつて図4のごとき位置に分類した。2の部位は鎖骨下線から上の肺尖全体(14%)と、鎖骨外側から下方の横隔膜にかけて胸廓外縁約2.5cmの幅一体(24%)と、肺門影部

(約9%)の位置とし(計47%), 残りの比較的明るい肺野(53%)を1の部位とした。両方の部位にまたがった位置は3の部位とした。(括弧内の数字は肺野の面積比)

IV) 成績

1) 空洞

選んだ病巣をX線上の性状別にみると表9のごとく検討の対象として適している Kx と Ka は 48 コと 13 コで多数を占めており、一方検討上特殊な空洞である Kd は 10 コ, Ky は 14 コで少ない。

空洞を大きさや壁の厚さの両面から定めることが大切と思われるが、上述のうち Ky のみがX線上では不明の

Table 9. Type of Cavity According to GAKKEN Classification

Kx	48		
Ka	13	61	
Ky	14		85
Kd	10	24	

ことが多い。対象となつたKyの大半は部分的にKxがみられたので他の空洞と同じように実物の壁の厚さを取り上げた。幸いなことにKyは重なりのないものの中に含まれていたため、成績にはさほどの支障はなかつた。空洞を実物の大きさと壁の厚さおよび重なり病巣の有無別にみると表10のごとくで、大きさは8mmから55mmまでであり、そのうち10mm~30mmの間が64コで大半を占めている。壁の厚さは1.5mmから10mmまでであり、2.0mmから3.9mmまでが51コで大半を占めている。

これらの対象の見え方をすべて重なりの有無別に分けて、はじめに大きさ、壁の厚さから検討し、最後に3組の写真の優劣をもつとも大切な場所から意味づけるようにした。

a) 大きさ別の見え方(表11)

Table 10. Classification of Cavities According to Size, Thickness of Wall and Presence of Obstructing Shadows

(1)	8~10 mm		11~20 mm		21~30 mm		31~40 mm		40~55 mm		Total
	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	
1.5 ~ 1.9	2	0	2	3	2	1	0	0	3	1	14
2.0 ~ 3.9	0	1	15	7	15	5	2	3	0	3	51
4.0 ~ 5.9	0	0	3	1	4	3	1	1	0	0	13
6.0 ~ 10	0	0	0	1	1	1	1	2	0	1	7
	2	1	20	12	22	10	4	6	3	5	85
	3		32		32		10		8		

(1): Size

(2): Obstructing shadow

(3): Thickness of wall

Table 11. Detectability of Cavities by Size

A) 8~19 mm

O.	S.	(+) <sup>22</sup>			(-) <sup>13</sup>		
		(#)	(+)	(-)	(#)	(+)	(-)
T.		16	6	0	12	1	0
H.		4	5	13	8	4	1
M.		4	5	13	9	1	3
L.		1	5	16	4	3	6

B) 20~29 mm

O.	S.	(+) <sup>22</sup>			(-) <sup>10</sup>		
		(#)	(+)	(-)	(#)	(+)	(-)
T.		17	3	2	9	1	0
H.		6	8	8	5	4	1
M.		6	6	10	7	2	1
L.		2	5	15	2	6	2

C) 30~55 mm

O.	S.	(+) <sup>7</sup>			(-) <sup>11</sup>		
		(#)	(+)	(-)	(#)	(+)	(-)
T.		6	1	0	11	0	0
H.		5	1	1	10	1	0
M.		5	1	1	10	1	0
L.		1	4	2	10	1	0

O.S.: Obstructing shadow T.: Tomography H.: High voltage M.: Medium voltage L.: Low voltage

病巣を 8~19 mm, 20 mm~29 mm, および 30 mm~55 mm に分けて断層と 3 組の写真を比較してみると、ほとんど重なりなしの単純な場合(重なりなしと記載、以下同じ)には当然のことながら、大きくなるほど各組とも空洞として見える率が高くなっているが、すべてよくみえるようになるには 30 mm 以上の大きさが必要である。表 11

しかしながらそれ以下の大きさになると、やや低圧での見え方が悪い傾向を示し、高圧、準高圧では有意差はない。断層では小さな空洞でもよくみえて各平面撮影より一段と優れている。次に複雑化したかなり重なりのある場合(重なりありと記載、以下同じ)では、30 mm 以上の大きさを除けば、高圧、準高圧の場合においても重なりなしの場合に比べて空洞として発見し難つた例が著しく増加し、19 mm 以下の大きさではその半分以上となつている。低圧にいたつては、その 3/4 近くにも増加しさらにその差が大きくなつている。しかし 30 mm 以上の大きさになると、高圧、準高圧にしる、低圧でも辛うじて見える例を合わせるとこれらの平面写真でも空洞として見える率はかなり高くなつてくる。29 mm 以下の大きさの空洞では、断層でも全体の約 1/4 の割に辛うじてみえるものやほとんどみえない空洞が認められるが、

単純写真よりよく見える率は著しく高い。このように空洞を大きさ別だけから検討してみると、高圧と準高圧では求むべき有意差はなく、低圧だけがこの両電圧に比べて 29 mm 以下の大きさでは低下する傾向を示している。

b) 壁の厚さ別(表 12)

空洞の大きさを度外視して壁の厚さが 1.9 mm までのもの、2.0~3.9 mm までのもの、4 mm 以上のものの 3 段階に分けてみると表 12 のごとくなつている。1.9 mm 以下の空洞は例数が少ないが、重なりのない単純な場合には高圧、準高圧ともよくみえるのに反し低圧だけが辛うじてみえる程度に落ちている。

Table 12. Detectability of Cavities by Thickness of Wall

A) Wall < 1.9 mm

O.	S.	(+) <sup>9 Cavities</sup>			(-) <sup>5 Cavities</sup>		
		(#)	(+)	(-)	(#)	(-)	(-)
T.		6	3	0	5	0	0
H.		3	3	3	4	1	0
M.		3	2	4	4	1	0
L.		0	3	6	1	3	1

B) 2 mm < Wall < 3.9 mm

O.	S.	(+) <sup>32 Cavities</sup>			(-) <sup>19 Cavities</sup>		
		(#)	(+)	(-)	(#)	(+)	(-)
T.		26	4	2	18	1	0
H.		8	9	15	13	5	1
M.		8	8	16	14	3	2
L.		3	7	22	10	5	4

C) 4 mm < Wall < 10 mm

O.	S.	(+) <sup>10 Cavities</sup>			(-) <sup>10 Cavities</sup>		
		(#)	(+)	(-)	(#)	(+)	(-)
T.		7	3	0	9	1	0
H.		4	2	4	6	3	1
M.		4	1	5	8	0	2
L.		1	4	5	5	2	3

一方重なりのある複雑化した例では各組の単純写真は、ともに重なりのない場合に比べて著しく発見度は低下するが、各組を比較した場合には、やはり同様の傾向を示している。ただ断層だけが著しくよくみえる率が高いが、壁が厚く透亮像が小さい場合には重なり病巣の虚像が断面に残つて見え方が低下してくることがある。

このように空洞を壁の厚さだけで比較することは、各電圧別の単純写真の優劣をつける根拠にはなりにくい。

c) 肺野の場所別(表 13, 14)

重なりのない場合の 1 の場所では、各電圧別単純写真とも有意差はまったくつけられず、すべてよく見える率

Table 13. Detectability of Cavities by Localization Refer to Fig. 2

A) Part 1

O.	S.	(+ ) 18 Cavities			(- ) 14 Cavities		
		(#)	(+)	(-)	(#)	(+)	(-)
T.		12	6	0	13	1	0
H.		5	5	8	8	5	1
M.		5	5	8	10	3	1
L.		2	5	11	9	4	1

B) Part 2

O.	S.	(+ ) 12 Cavities			(- ) 9 Cavities		
		(#)	(+)	(-)	(#)	(+)	(-)
T.		11	0	0	8	1	0
H.		3	2	7	6	2	1
M.		3	1	8	7	0	2
L.		0	3	9	1	3	5

C) Part 3

O.	S.	(+ ) 21 Cavities			(- ) 11 Cavities		
		(#)	(+)	(-)	(#)	(+)	(-)
T.		16	4	1	11	0	0
H.		7	7	7	9	2	0
M.		7	5	9	9	1	1
L.		2	6	13	6	3	2

が高くなっている (表 13)。ことに例数が少ないとしても、準高圧、低圧が高圧よりよく見える例が 1~2 例増加していることは見逃せない。これは厚い骨や大きな紋理による妨害がない肺野であるためである。逆に厚い骨や太い紋理がある場合の 2 の場所では、高圧がよく、準高圧は変わらないが低圧だけが著しく悪く、空洞として発見しにくい例が多い。この現象は当然のことで第 1 報のモデル実験とまったく一致している。

3 の場所では各電圧ともわりによくみえている。すなわち表 14 に示すごとくで、この場合では 11 例中 6 例に 30 mm 以上の大きな空洞が加わっているためである。

Table 14. Classification of Cavities by Localization, Size, and Presence of Obstructing Lesions

Part	O. S.	1		2		3		Total
		(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	
Size	8~9 mm	1	0	1	1	0	0	3
	10~19	12	4	5	5	3	3	32
	20~29	5	5	6	3	11	2	32
	30~39	0	5	0	0	4	1	10
	40~55	0	0	0	0	3	5	8
		18	14	12	9	21	11	85
		32		21		32		

ところで念のために各場所別の空洞の大きさをみると表 14 のごとくで空洞は 10 mm~30 mm が多く、40 mm まではずかであるが 2 の場所では 30 mm までにかぎられ比較的小さい。これは肺野の場所を小さく限局し分散したためである。

次に重なりのある複雑な場合には、1 の場所では重なりのない場合に比較して見え方が 3 組ともこぞつて低下しており、そのうちで低圧がとくに悪くなっている。これは重なり陰影の分析が、低圧では高圧、準高圧に比べてかなり低下することを指摘している。

2 の場所では 3 組とも重なりのない場合よりは一般に低下している。これは病巣の小さいせいもあるが、すでに単純写真の宿命というべき問題に帰すべきであろう。3 の場所の重なりのない場合では大きな空洞があるため、1 の場所も加わっているために、2 の場所に比べてある程度見える率がよくなっている。重なりのある場所別の断層での見え方をみると、1 の場所に比べて 2 の場所のほうがよりよく見える率が多い成績を示している。断層の見え方は、場所別というよりは断層面における実像に重なった虚像の形にわざわざいわれることが多いためである。

d) 空洞全体と濃度計によるコントラスト

空洞を重なりのない場合とある場合に総計してみると表 15 のごとくである。比較的重なり病巣の少ない場合には、断層ではよくみえる例が 94.1% である。準高圧では 76.4% で高圧の 67.7% をわずかに上まわった数字

Table 15. Detectability of Cavities on Different Voltage Radiogram

O.	S.	(+ ) 51 Cavities			(- ) 34 Cavities		
		(#)	(+)	(-)	(#)	(+)	(-)
T.	Cases	39	10	2	32	2	0
	%	76.5	19.6	3.9	94.1	5.9	0
H.	Cases	15	14	22	23	9	2
	%	29.4	27.5	43.1	67.7	26.4	5.9
M.	Cases	15	11	25	26	4	4
	%	29.4	21.6	49.0	76.4	11.8	11.8
L.	Cases	4	14	33	16	10	8
	%	7.8	27.5	64.7	47.2	29.2	23.6

を示しているが両者間に有意差はない。低圧では 47.2% で明らかに低下し、5% の危険率で有意差を認める。これに辛うじて見える例を加えてみると、断層では 100% となるが高圧でも 94.1% で著しく良い成績を示している。準高圧では 88.2% でわずかに低下しているが推計学的には有意差はない。一方低圧では 76.4% で、かなり低下しており高圧に対しては有意差 (10% の危険率で) を認める。このように比較的単純な場合の読影では空洞の発見率は、数字的には高圧がもつともよく、ついで準高圧、低圧の順になつていく。

次に重なりのある場合では、明瞭によくみえる空洞は、

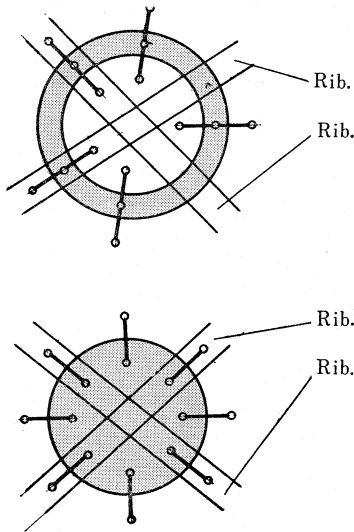
断層でも 76.5% に低下し、高圧ではわずか 29.4% で準高圧とまったく同様の % である。一方低圧では、7.8% で高圧、準高圧に比べて著しく低下し、明らかに有意差を認める。これに辛うじて見える例を加えると、断層では 96.1% と著しく向上するが高圧ではなお 56.9% で、準高圧では 51% にすぎず、両者間には有意差はなく、低圧では 35.3% で高圧との間に 5% の危険率で有意差を認める。

以上のごとく重なりのあるなしにかかわらず、空洞の発見率は高圧でもつともよいが、他方見え方の(+)例では準高圧が高圧よりかなり勝っている。そこで次に3組とも空洞にみえる例(+)以上を濃度計によるコントラストから優劣を決めてみることにする。

濃度計によるコントラスト

図5に示すように空洞陰影を壁と内腔、壁と周囲の肺野の2カ所を骨や太い紋理に重なった場所や、重ならない場所別に分けて数カ所濃度計で測定し、その濃度差を

Fig. 5. Method of Density Measurement of Cavities and C-type Lesions (Ref. to Table 16)



出し、さらにこれらを平均した。そして3組の写真の優劣を次の規則で順位をつけた。①3組の相互間に 0.05 以上のコントラストの差がある場合には、より高いほうを1位、次が2位、もつとも低いほうを3位とした。②3組のコントラストを比較して最高と最低の差が 0.05 以上あるが ①に該当しない場合にはそれぞれの差の少ないほうと同じ順位をつけた。たとえば準高圧 0.20, 高圧 0.18, 低圧 0.14 の場合には高圧、準高圧をともに1位とし、低圧のみを2位とした。相互間のコントラストを 0.05 としたのは測定する位置が必ずしも同一でないので 0.04 以下は誤差範囲としたためである。その成績は表 16 に示すごとくで、1位のコントラストを持つ

Table 16. The Ranking of Different Voltage, Judging from Contrast Measured by Densitometer : (41 Cavities)

Rankinge Voltag	Good	Fair	Bad
H.	60%	23%	17%
M.	83	17	0
L.	44	33	23

頻度は、高圧では 60%、準高圧では 83% でもつとも多く、低圧では 44% で準高圧の約半分にすぎない。最下位の3位である頻度は高圧で 17%、準高圧では 0%、低圧では 23% である。準高圧では1例も3位がなく、1位が多いのは、濃度計によるコントラストからみても、高圧や低圧にけっしてひけをとらない写真ができることを指摘している。これは3人の専門医が空洞陰影をみた場合、よく見えた率が高圧に比べて、準高圧に多かつたことをコントラストの面から立証したものである。

2) C型病巣

a) 重なりの有無、大きさおよび肺野の場所

C型病巣の重なりの有無別は、なし 40 コ、あり 27 コで計 67 コとなっている。その大きさは表 17 に示すごとく、5~9mm が 21 コ、10mm~19mm が 37 コでもつとも多く、それ以上の 20~30mm は 9 コでもつとも少ない。それらを肺野別に分ければ、1の場所が 35 コで多く、ほかの場所 2, 3 では 19 コと 13 コで少ない。これらのC型病巣を空洞の場合と同様に比較検討し、そのほかに性状別(基本型別)による見え方についても検討した。

Table 17. Classification of C-type lesions by Localization, Size, and Presence of Obstructing Shadows

Part	1		2		3		Total	
	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)		
O. S.								
Size	5 ~ 9 mm	1	9	7	3	1	0	21
	10 ~ 19	9	12	5	4	3	4	37
	20 ~ 30	1	3	0	0	0	5	9
		11	24	12	7	4	9	67
			35		19		13	

b) 大きさ別の見え方(表 18)

大きさ別でみると、重なりのない場合には 20mm 以上の大きさのC型病巣は、肺野の場所を問わず各電圧ともよくみえる成績を得ている。それ以下の大きさでは表 18 に示すごとく、大きさ別からだけでは各電圧の優劣はつけにくい。

c) 肺野の場所別の見え方(表 19)

もつとも単純な重なりのない場合の1の場所をみると、

Table 18. Detectability of C-Type Lesions by Size  
A) 5~9 mm (21 Cases)

O.	S.	(+) 9 Cases			(-) 12 Cases		
		Discovery	(#)	(+)	(-)	(#)	(+)
T.		3	3	3	9	3	0
H.		0	3	6	4	8	0
M.		0	3	6	5	6	1
L.		0	2	7	6	4	2

B) 10~19 mm (37 Cases)

O.	S.	(+) 17 Cases			(-) 20 Cases		
		Discovery	(#)	(+)	(-)	(#)	(+)
T.		12	5	0	17	3	0
H.		7	3	7	13	6	1
M.		6	4	7	13	6	1
L.		3	5	9	7	10	3

C) 20~30 mm (9 Cases)

O.	S.	(+) 1 Cases			(-) 8 Cases		
		Discovery	(#)	(+)	(-)	(#)	(+)
T.		1	0	0	7	1	0
H.		1	0	0	7	0	1
M.		1	0	0	7	0	1
L.		1	0	0	7	0	1

表 19 に示すごとく各電圧ともすべてC型病巣はよくみえている。その大きさは表 17 に示したごとく 5~9 mm が 9 コも含まれている。すなわちかなり小さくても充実陰影はすべてよくみえることを物語っている。そのうちで準高圧がよく見えた例は 16 コで、ほかの電圧よりも 2~3 コ多いことは後述する濃度によるコントラストの成績に一致している。重なりがある場合には上述の成績に比べて各電圧ともそれぞれ約半分以下に低下して悪くなるが、相互間には同様有意差はない。ただ断層だけが空洞と同様、重なりのある場合でも見え方はよく、単純撮影に対して有意差を示している。2 の場合では対象の病巣の大きさが一般に小さく、かつ重なりのない場合の症例が少なく(表 17) 比較しにくい、空洞の場合と同様、高圧と準高圧では差がなく、ともに低圧より優れている傾向がうかがわれている。重なりのある場合の 2 の場所でも同様の傾向を示している。3 の場所では対象の大きさが一般に大きいので、大きさ別の影響が強くなるため省略する。(大きさ別の項参照)

d) C型病巣全体(表 20)と濃度計によるコントラスト(表 21)

C型病巣を重なりの有無別に一括してみると、重なりのない場合には低圧は高圧、準高圧に比べてその見え方が 10% の危険率で悪くなっている(表 20)。断層では重なりがある場合でも空洞の成績と同様、単純撮影より

Table 19. Detectability of C-type Lesions by Localization (Refer to Fig. 4)

A) Part 1

O.	S.	(+) 11 Cases			(-) 24 Cases		
		Discovery	(#)	(+)	(-)	(#)	(+)
T.		8	3	0	21	3	0
H.		4	2	5	14	10	0
M.		3	3	5	16	8	0
L.		3	2	6	13	9	2

B) Part 2

O.	S.	(+) 12 Cases			(-) 7 Cases		
		Discovery	(#)	(+)	(-)	(#)	(+)
T.		6	4	2	5	2	0
H.		2	3	7	4	2	1
M.		2	3	7	3	2	2
L.		0	4	8	1	4	2

C) Part 3

O.	S.	(+) 4 Cases			(-) 9 Cases		
		Discovery	(#)	(+)	(-)	(#)	(+)
T.		2	1	1	7	2	0
H.		2	1	1	6	2	1
M.		2	1	1	6	2	1
L.		1	1	2	6	1	2

Table 20. Detectability of C-type Lesions on Different Voltage Radiogram

O.	S.	(+) 27 Cases			(-) 40 Cases		
		Discovery	(#)	(+)	(-)	(#)	(+)
T.	Cases	16	8	3	33	7	0
	%	59.2	29.7	11.1	82.5	17.5	0
H.	Cases	8	6	13	24	14	2
	%	29.7	22.1	48.2	60	35	5
M.	Cases	7	7	13	25	12	3
	%	25.9	25.9	48.2	62.5	30	7.5
L.	Cases	4	7	16	20	14	6
	%	14.9	25.9	59.2	50	35	15

Table 21. The Ranking of Voltage Judging from Contrast Measured by Densitometer :  
(C-type Lesions)

Voltage	Ranking	Good	Fair	Bad
	H.		61%	30%
M.		65	35	0
L.		39	43	18

優れた成績を示している。次に濃度計を使つて空洞の場合と同様の方法で、各電圧とも見えた例の 41 コについて、コントラストから比較検討してみると表 21 のごとくである。3 組の電圧写真において C 型病巣の陰影のコ

Table 22. GAKKEN Classification of C-type Lesions on Different Voltage Radiogram

1) Obstructing shadow (+) 27 Cases

	B	BC	C	CD	(-)
T.	0(0%)	5(18.5%)	18(66.7%)	1(3.7%)	3(11.1%)
H.	2(7.4)	4(14.8)	7(25.9)	1(3.7)	13(48.2)
M.	2(7.4)	4(14.8)	7(25.9)	1(3.7)	13(48.2)
L.	3(11.1)	3(11.1)	4(14.8)	1(3.7)	16(59.3)

2) Obstructing shadow (-) 40 Cases

	B	BC	C	CD	(-)
T.	1(2.5%)	2(5%)	30(75%)	1(2.5%)	6(15%)
H.	1(2.5)	10(25)	24(60)	3(7.5)	2(5)
M.		10(25)	24(60)	3(7.5)	3(7.5)
L.	4(10)	4(10)	23(57.5)	4(10)	5(12.5)

ントラスト値の間に 0.05 以上の差がある場合、1位になる頻度は、高圧が 61%、準高圧が 65% で後者がやや高いが有意差はなく、低圧は 39% で明らかに減少し、有意差を認める。しかしながら低圧でも、高圧、準高圧に比べて同位かあるいはそれ以上である例があることは度外視できない。

次に 2 位を占める頻度をみると、高圧が 30%、準高圧が 35%、低圧が 43% となつている。最下位の 3 位は、高圧に 9% 認められるのに、準高圧では 1 例もなく、低圧では 18% でもつとも多い。C 型病巣の成績からでも、準高圧は低圧にはもちろん、高圧よりも良い成績であることは見逃しえない事実である。

e) 性状別の見え方 (表 22)

C 型病巣は X 線上で基本型の C 型そのものだけでなく、B 型、BC 型、および CD 型などにみえることがあるので、その割合を調べてみたのが表 22 である。重なりのない場合では、高圧、準高圧、および低圧で同様の C 型に見える率は 60% である。低圧では、B 型と BC 型に見える率が大体同じであるのに、高圧、準高圧では BC 型が多く、B 型はほとんどない。すなわち低圧では軟らかい陰影になりやすいことを示している。重なりのある場合では、C 型そのものの発見が各電圧とも著しく低下してくるが、高圧、準高圧でも、重なりのない場合に比べて、B 型、BC 型にみえやすい傾向を示している。このような事実から、基本型を判定するとき、とくに重なり病巣のある場合では、B 型、C 型、D 型の 3 段階だけの分類にしなければ、かなりの誤りをおかしやすいといわねばなるまい。

V) 総括と考案

はじめに述べたように、高圧が低圧に比べて読影に勝つているという多くの報告があるのに、概観撮影として

の高圧撮影があまり普及せず、高圧装置を持ちながらも高圧撮影をルチンには実施しない人が多いのが現状である。この理由はなんであるだろうか。最近日本結核病学会総会で、この問題を取り上げ高圧に対する真価を問うとした。今回の研究の要点は、この席上で著者になつて山下により報告された。この席上で神田<sup>4)</sup>は、高圧に関する基礎的研究面から、高圧は数多くの利点を有しながら欠点のあることを認め、これを補うことによりいつそう診断的価値をあげると力説している。遠藤<sup>5)</sup>は臨床面から、著者と同様結核切除肺病巣と陰影とを対比させて、高圧 12 万、準

高圧 8 万、および低圧 6 万の診断的価値を比較している。その結果、1 枚の背腹撮影では低圧よりは高圧が勝つていることを再確認し、準高圧はその中間的位置にあると結んでいる。座長の入江<sup>6)</sup>、ならびに野崎<sup>7)</sup>や志村<sup>8)9)</sup>らの研究者たちは、ほぼ同様な考え方であり、それには高圧写真に慣れることが大切であるとしている。ただ大出だけがより優れた高圧写真を作ることが現在でなお難しく、かつ従来の読影基準からみれば電圧としては、8~9 万までのほうが無難であるといつている。

ここで肺結核の読影に対する考え方に焦点を向けてみよう。適正な読影ができるには、肺野における個々の陰影のコントラストが良く、かつ病巣の性状を読み取りやすいことが基本原則である。そこでまず肺野における陰影のコントラストについて各電圧を比較検討してみよう。今回のモデル実験からみると、陰影のコントラストを論ずるには、その背景となる基礎濃度が前提条件であることが分かる。

すなわち基礎濃度が 1.0~1.4 の間でもつともコントラストが高くなり、ついで 0.7~1.0 と 1.4~1.8 がよく、0.4~0.7 と 1.8~2.1 の間では著しく見え方が低下しているのである。このような事実から、各電圧とももつともよい条件になるように撮影すべきであり、それには低圧に比べて準高圧、高圧ではそれぞれ 0.1、0.2 ほど最高濃度を下げるようにすることが大切である。

人体の胸部と同様の条件で撮影すると、アクリール階段実験で、低い濃度の間 (0.3~1.0) では各電圧とも差はみられないが、高い濃度 (1.0~2.2) になるに従い、高圧だけは次第に低下し、最後には約 0.3 の幅をもつて準高圧、低圧より低くなつている。さらに同様のアルミニウム階段の実験では、高圧は高い濃度の間では、上述よりわずかに少ない幅の約 0.15 くらいしか準高圧、低圧より低くなつているにすぎないが、低い濃度になるに従

い逆の現象を示し、高圧ではなお0.6の濃度があるのに低圧ではついに0となり、準高圧では0.48で、ある程度の差がみられている。

以上の肺野の非骨部に相当するアクリル樹脂の濃度関係と骨に代用させたアルミニウムの濃度の幅の広さの関係からみると、高圧のほうが低圧に比べて骨部ではそれを透過しやすいため平均して濃度を1.0前後に近づけ、非骨部でも濃い濃度のところではわずかに低くなり、肺野全体として濃度が均等化しつつ適正濃度に近づいている。この点に関しては、準高圧は、小柳<sup>10)</sup>のいうごとく9万から10万の間が高圧と低圧の移行点的性格となつている。

一方見方を変えれば基礎濃度と同様の現象で、読影すべき病巣の陰影のコントラストもやはり低下していくことになるのである。

この相反する2つの現象の中で、実際に求むる陰影のコントラストが高いほうが優れていることになる。基礎濃度別の病巣のコントラストの点では、鎖骨や外側肋骨2本に重なった場所などでは、高圧が準高圧に比べて明らかに優れているが、その部分の肺野全体に対する面積比をプランオメーターで測定すれば、わずか14%にすぎない。それ以外の、後肋骨1本か、前肋骨と後肋骨の重なった場所(面積比31%)では、モデル実験で示したごとく準高圧はけっして高圧に劣っていないのである。

さらに肺野でもつとも大きな面積を占める骨のない場所か、あつても前肋骨1本のみの場所(49%)では逆に準高圧、低圧はともに高圧より陰影のコントラストはわずかに勝つていることを今回の実験が証明している。

これらの事実が臨床例にもほぼ同様な傾向として現われている。すなわち各肺野別に分けた空洞とC型病巣に対する成績がそれであり、高圧は約15mm以上の厚さの骨と重なった場合の病巣陰影においてのみ準高圧に勝つているにすぎない。各肺野を一括してみた陰影のコントラストの成績は濃度計の測定によると準高圧が平均してもつとも高く、次が高圧であり低圧がもつとも悪いが、それでも場所によつては高圧が準高圧より優れている場合もみられている。この点に関していまいし具体的に述べれば、あまり重なりのない場合の空洞の肉眼的の見え方は、30mm以上の大きさのものでは各電圧ともよくみえるが、それ以下の大きさでは平均して高圧が94.1% (そのうち確実67.7%, 以下同様) であり、準高圧では88.2% (76.4%) であり、低圧では76.4% (47.2%) となつている。一方かなり重なりのある空洞では高圧では56.9% (29.4%), 準高圧でも51% (29.4%) であり低圧にいたつては、35.3% (7.8%) と著しく低下している。

一方C型病巣では見え方は大きさにより空洞に比べてさらに左右されるが、そのほかは重なり有無別ともほと

んど空洞におけると同様な傾向を示している。このように高圧は病巣の発見率においては、準高圧にわずかに勝るがその確実に見える率は逆に準高圧のほうが高くなつている。そこで辛うじてみえた以上の空洞とC型病巣とを合わせて、成績の項で述べた規則に従つてコントラストの高い順に成績をつけると、1位を占める例が高圧では61%、準高圧では74%、低圧でも42%を占めている。

3位の率は高圧では11%にみられるのに準高圧では1例もないのである。

念のため、最近発表された遠藤の成績をみると、空洞の48コ中の発見率は12万で37.9%、8万で32.1%、6万で30%となつている。高圧と低圧だけの比較はFrik, W., Wachsmann, F.<sup>11)</sup>らの多数例の研究があり、高圧の優秀性をひききした糸口ともなつており、日本では入江<sup>6)</sup>、野崎<sup>7)</sup>および江頭、志村<sup>12)</sup>らが先駆者となつてこれに類した研究をしている。

そのほか野辺地<sup>13)</sup>、佐々木<sup>14)</sup>、山本<sup>15)</sup>、御園生<sup>16)</sup>、本田<sup>17)</sup>および石津らの発表がみられるが総じて高圧が優れた成績となつており、ただその成績にかなりの差があるのは、重なり病巣の有無や、肺野別の分布差の相違が原因と思われる。以上の発表では今回のように濃度計によるコントラストからの検討は行なわれていない。この点今回の研究は必要な諸点にも十分留意して、より精細な検討を行なつたものと信ずる。

次に読影の核心の一つである病巣の性状についても論ぜられねばならない。今日のごとく結核は治るといわれるが、そのような結核病巣でも常に陰影として残存しているので、病巣の性状を見きわめることは発見以上に大切とされている。高圧は再三述べたごとく陰影の均等化が非カルシウム病巣においても起こるし、ましてやカルシウム沈着の場合には明らかに質的診断が低下する。すなわち2mm以下のカルシウム病巣や、大きくても白亜化的なカルシウム撒布性分布の病巣に対しては、高圧はその質的診断は著しく低下している。この点に関しては準高圧は低圧のごとくには優れていないが、辛うじて認知しうる程度の読影は可能な場合が多いのである。また高圧では肺紋理の追跡でも分かるごとく、低圧、準高圧に比べて漸次細くなつている割に均等化してみえる。これはひいては病巣の陰影自体にも同様な均等化を来たし質的診断の低下を来たしていることを物語っている。また高圧では病巣が重なった場合の分析が優れているので質的診断にも役立つといわれているが、今回の成績のみで見るとおり確かに低圧に比べては優れているが準高圧とは大同小異にすぎない。このような重なつた病巣の分析には、方向を変えた局所単純撮影か、さもなければ今回の成績で明確にしえたように断層撮影にたよるべきである。



以上の諸点から準高圧（9万～10万）は高圧と低圧との間の移行的性格を有しておりこれを肺結核病巣の診断に応用し精細に検討した場合には、その診断的価値は高圧に勝るとも劣らない概観撮影法であると結論づけてもあながち過言ではないといえよう。

## VI) 結 語

高圧撮影は低圧撮影に比べて確かに病巣の発見率の点では著しく優れているが、質的診断に関してはなお欠点が見られる。そこで両者の長所を活かすような中間電圧をモデル実験で求めたところ、9万～10万の電圧がもつとも適していた。

これを結核切除肺病巣の空洞と乾酪巣に応用して高圧（13万）、低圧（5万）と精細にわたって比較検討した成績は次のごとくである。病巣の発見率という点では高圧のほうが明らかに準高圧よりもわずかに勝っているが、それは15mm以上の厚さの骨に重なる場所（全肺野の14%）にすぎない。しかしながら一方、見えた例以上については、濃度計でそのコントラストを測定してみると準高圧のほうが高圧より明らかに高くなっており、肉眼的識別度も同様の成績を示している。また高圧でカルシウム沈着病巣がみえなくなるような例でも準高圧では辛うじて察知しうる利点がある。以上の諸点から総合すると、肺結核の診断に対して、準高圧（9万～10万）は高圧に勝るとも劣らない背腹撮影法であるといえる。

本研究は第38回日本結核病学会（昭和38年4月）ならびに第20回結核病学会東海地方会（昭和38年6

月）に発表したものに追加補足したものである。

擲筆するに当たり、終始ご懇篤なるご指導ご校閲を賜わつた東京大学教授北本治博士に深く感謝いたします。また今回の研究にさいしご指導、ご便宜をあたえて下さつた本院吉田実院長、山下英秋医療部長および種々ご協力下さつた外科の諸先生ならびに放射線科の方々に深甚なる謝意を表します。

## 参 考 文 献

- 1) 石津広：結核，35：403, 472, 1960.
- 2) 大出良平：日本胸部臨床，22：614, 1963.
- 3) 志村達夫：日本臨床，13：23, 1955.
- 4) 神田耕介：日本胸部臨床，22：591, 1963.
- 5) 遠藤昌一：日本胸部臨床，22：591, 1963.
- 6) 入江英雄：日本胸部臨床，22：582, 1963.
- 7) 野崎秀英：日本胸部臨床，22：621, 1963. 最新医学 12：192, 1957.
- 8) 志村克俊：日本胸部臨床，22：619, 1963.
- 9) 志村克俊：日本結核全書，4/2：124, 1956.
- 10) 小柳孝己：日医放会誌，18/11, 1548, 1959.
- 11) Frik, W., Gejewski, H., Wacksman, F. and Buchheim, C. E : Fortschri. Röntgenstr. 83 : 330, 1955.
- 12) 江頭秀雄・志村克俊：結核，研究の進歩，15：1, 1956.
- 13) 野辺地篤郎：結核診療，9：539, 1955.
- 14) 佐々木雄次郎：新潟医学会誌，1（補冊）：42, 1959.
- 15) 山本繁一郎：長崎医学会誌，1：6, 1957.
- 16) 御園生圭輔・遠藤昌一：臨床放射線，2：69, 1958.
- 17) 本田稜：結核，34：269, 1959.