

低圧撮影と高圧撮影との読影の比較

第 1 報

石 津 宏

静岡県掛川保健所 (指導 結核予防会結核研究所長隈部英雄)

受付 昭和 35 年 1 月 10 日

I 言

高圧撮影は装置の改善研究が進み、胸部撮影では従来の低圧撮影に比べて、ことに優れていることが認められて、理論的実験的研究が内外にわたり行なわれ、幾多の報告^{1)~4) 6) 11) 12) 16)}がみられている。その本質は適度に硬質線を出す高圧で人体を撮影したほうが、肺内病変の読影に好条件を与えることにはかならない。胸部病変の読影に最適の高圧撮影条件は、報告者^{11) 13) 14) 17)~19)}によつて意見の相違があるけれども、大体 120~150 kVp の間とされ、そのときの最高濃度はまだ定まっていない。

一方化学療法の進歩に伴つて、肺結核症の診断および治療による病巣の変貌の著しきは、X 線写真読影にさらに困難をもたらしている。

この読影条件を良くするために、人々^{5) 7)~10) 13) 15) 18)}によつて高圧撮影法が奨用されているにもかかわらず、その読影評価の詳細な資料は案外に乏しい現状である。

この点に鑑みて、高圧の読影に最適な濃度と、低圧に比べてどのように優れているのか学研分類を基準としたところ、いささか興味ある成績を得たので、ここに報告する次第である。

II 研究方法および対象

(1) 撮影条件：X 線装置は島津製山城 B 型で、管球は廻転陽極、実効焦点 $2 \times 2 \text{ mm}$ 、濾過板 1.5 Al を使用し、低圧では管電圧 60 kVp、管電流 200 mA、0.1 秒、距離 200 cm で撮影した。高圧では管電圧 120 kVp、管電流 50 mA、0.1 秒、距離 200 cm、島津製高圧撮影用移動性ラスタ、格子 1/12 単で撮影した。低高圧とも増感紙は同じく FS、富士 PX フィルムを使用し、 20°C 5 分で同時現像した。

フィルムの濃度は東京光電の光電式透過濃度測定計を用い、肺野の各種面積の計測はプラニオメーターを使用した。

(2) 対象：県立富士見病院の肺結核患者の入院および外来の比較的軽症と中等症を対象とし、その年齢は 10~

60 台にわたり、男子は女子の 2 倍以上で計 103 人である。胸厚は 17~21 cm (平均 18.5 cm) であつた。

III 高圧写真上の最適読影濃度および可視限界と大きさとの検討

X 線が硬質になることにより可視限界が軟質より向上するか否か、そのときの最適読影の濃度はいくらであるかを次に述べる諸実験から検討してみた。

(1) 均等な基礎濃度中における可視限界

村上²⁰⁾の実験用模型を用いて高さ 7 cm, 12 cm, および 17 cm のパラフィン台を作り、この上に米粒 ($3 \times 5 \times 3 \text{ mm}$)、小豆 ($5 \times 8 \times 5 \text{ mm}$) および大豆 ($9 \times 9 \times 7 \text{ mm}$) を乗せて 7 cm 台の基礎濃度がほぼ 2.0, 1.6, 1.4 になるように低圧と高圧でそれぞれ 3 組ずつ撮影した。これらの濃度をみると、低圧では 2.0~0.2, 高圧 2.0~0.35 で高圧のほうが最低が 0.15 高くなつた。その成績は表 1 に示すごとくで、米粒は低高圧とも濃度 1.0 前後のみの小範囲で発見されたにすぎない。そのコントラストは 0.07 くらいであつた。小豆および大豆の大ききになると、低高圧とも発見される範囲は広くなり 2.0~0.6 であつた。しかし最適の濃度は 1.0 前後の米粒と変わらなかつた。

表 1 均等な基礎濃度中における実験テスト (1)

穀類の種類		可視限界	
		低 圧	高 圧
米	(3×5)×3	1.0 (0.07)	0.9 (0.07)
小 豆	(5×8)×5	1.64 ~ 0.65 (0.15~0.05)	2.0 ~ 0.6 (0.15~0.05)
大 豆	(9×9)×7	2.0 ~ 0.65 (0.13~0.05)	2.0 ~ 0.62 (0.13~0.05)

() 内の数字はコントラスト

(2) 肺野を基礎濃度とした場合

胸廓のごとき不均等な基礎濃度の中では、どのように上記の粒の発見率が変わってくるかを人体の外表面に付着させて調べてみた。

その成績は表 2 のごとく米粒では低高圧とも全肺野において発見できなかつた。小豆の大ききになると低圧

のほうが高圧より骨影のない明るい肺野でよくみえたのに対して、後肋骨に重なった肺野ではかろうじてみえたにすぎないが高圧ではよくみえた。

表 2 人体の胸廓におけるテスト (2)

撮影の別 肺野の 識別 穀類の種類	低 圧			高 圧		
	肺野	骨影部	肺門	肺野	骨影部	肺門
	米	(-)	(-)	()	(-)	(-)
小 豆	(+)	(±)	(-)	(+)	(+)	(-)
大 豆	(+)	(+)	(-)	(+)	(+)	(±)

注: (-) みえない (±) 疑い (+) みえる (++) よくみえる

ところが肺門影に重なると、大豆でも低高圧とも発見しにくくなった。これは肺門影が骨影に比べて錯綜せる複雑な太い紋理からなっているため、大豆の形を見分けることができなかった。

(3) 濃度差からみた肺野の面積比と適正濃度の検討

全肺野における濃度差は非常に複雑ではあるが、前述の実験で示したごとく、5~9 mm 大の円形のものの発見しにくい濃度は、最低は 0.5 以下で最高は 1.6 以上であり、かつ最適濃度は 1.0 であることが分かった。これを基準として対象症例の肺野の各部分の濃度と、面積の比を低高圧で区分してみた。

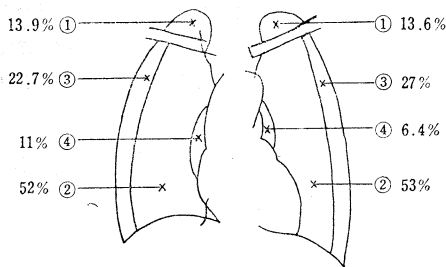
表 3, 図 1 に示すごとく右肺では骨影に重ならない明るい肺野の面積比は 31 % であり、薄い前肋骨 1 本

表 3 濃度差別にみた肺野の面積比 (右肺 10 例の平均)

撮影の別 率	肺野の別		(I) 49 %		(II) 26 %		(III) 11 %		(IV) 14 %	
	妨害され ない肺野	前肋骨 1 本	後肋骨 1 本	中野の 2 本肋骨	肺 門 影		外縁に近い 2 本の肋骨	鎖骨および 2 本の肋骨		
		31 %	18 %	17 %	9 %	右	11 %	9 %	5 %	
					左	6.4 %				
低 圧	濃 度	1.80 ~ 1.0 (1.41)		0.9 ~ 0.6 (0.75)		0.9 ~ 0.6 (0.70)		0.63 ~ 0.25 (0.48)		
高 圧	濃 度	1.78 ~ 1.0 (1.30)		1.1 ~ 0.6 (0.9)		1.0 ~ 0.5 (0.8)		0.83 ~ 0.38 (0.58)		

注: 肺門影中にある肋骨は肺門の中を含む。
肺門影の濃度の測定は肋骨間の濃い位置。
() 内の数字は平均濃度を示す。

図 1 肺野の部位の規定および面積比 (%)



ただし 2 以上の部位に及ぶときは①+②のごとくする。
③の中は 2~3 cm とする。

の面積比は 18 % であつた。この両者あわせた肺野の濃度は、低圧では 1.80~1.0、高圧では 1.78~1.0 であつた。この両肺野は高濃度圏内にあるので、1 つの肺野とすればその面積比は 49 % となり、全肺野の半分を占め 103 例の平均値は低圧では 1.41、高圧では 1.30 の濃度を示した。

次にもつとも薄い濃度を示す胸廓外縁近くで、肋骨 2 本に重なった肺野、および鎖骨に重なった肺野は低圧では 0.63~0.25、高圧では 0.83~0.38 で、その面積比は 9 % と 5 % で 14 % となり、全肺野に対して 1/7

くらいの広さを占めていた。低高圧におけるその濃度は低圧では平均濃度 0.48 で、可視限界濃度に近く、高圧では平均濃度 0.58 でわずかにそれを上まわつた。

両肺野の中間に相当する肺野、すなわち後肋骨 1 本の肺野 (17.1 %) および中肺野における肋骨 2 本が重なった場所 (9 %) を含めた肺野は 26 % であり、大体全肺野の 1/4 にあたり、その濃度は低圧では平均 0.75、高圧では平均 0.90 で高圧のほうが適正濃度に近づいていた。以上の肺野の面積比は大体左右とも相似かよつていた。

肺門部の濃度は部分的にさほど低くないところもみられるが、前述の実験で示されたごとく、発見率の悪い場所であるので別個に取扱つた。その片側肺野における面積比は右では 11 % 約 1/10 にあたり、左では 6.4 % で 1/16 になつていた。両肺門部の濃度は低圧では平均 0.7、高圧では平均 0.8 であつた。

これらの肺野における低圧と高圧の濃度差をみると、最高および最低の平均値は、低圧では 1.41 と 0.48 であり、高圧では 1.30 と 0.58 とであつた。これは高圧 120 kVp における、各肺野の濃度が低圧 60 kVp に比べてやや全肺野の均等化の傾向を示す成績であつた。

上述の成績をもととして全肺野を通じ平均した適正濃度を次に検討してみた。

粟粒結核症では大体均等な小病巣の散布を示しているのので、胸厚 18 cm, 男子の症例から濃度を 1.6, 1.4, および 1.0 の 3 段階に分けて、低高圧でそれぞれ3枚ずつのフィルムを撮影し各肺野の病影の発見および識別度を観察し興味ある所見を得た。

すなわち各肺野の面積比に一致する比率で読影場所を選考し、(I)の肺野で5カ所、(II)の肺野で3カ所、(III)と(IV)でおのおの1カ所ずつ計10カ所とした。次にこれら同一場所の病影を同時に読影し、識別し

やすいほうから若い数字を書き入れ、フィルム別に集計すると、表4に示す成績となった。すなわちその数をもつとも少ないものが全肺野を通じてもつとも適した読影濃度を示した。

その結果第1番目は高圧の濃度 1.4 であり、2番目は低圧の濃度 1.6 であった。

一般に適正濃度は胸厚や子供、成人により異なってくるが大体成人では平均 18.5 cm 前後が多いので、本成績のごとく高圧 120 kVp では最高濃度 1.4 がもつとも適した撮影条件といえる。しかし胸厚が 20 cm 以上になると、対象例の成績では 1.6 にしなければならな

表4 識別の順序 (肺野の濃度別にみた)

撮影別	位置 濃度	妨 害 な し					肋 骨 1 本			肋骨 2本	肺門 (-)	計	識別	
		5 カ 所					3 カ 所							
高 圧	1.6	6	3	6	2	1	1	1	3	1	1	0	25	3
	1.4	4	2	4	1	2	1	2	1	2	2	0	21	1
	1.0	3	3	5	3	3 (-)	3	3	2	3	4 (-)	(=)	32	5
低 圧	1.6	1	1	1	3	2	3	3	3	3	3	0	23	2
	1.4	2	1	2	1	3 (-)	2	3	4	4	4 (-)	(=)	26	4
	1.0	5	3	3	3	3 (-)	3	4	5	5	4 (-)	(=)	38	6

注：(-) はみえないもの。

かつた。

IV 臨床成績

(1) 肺紋理の検討

直径 2 mm 大のほぼ水平に走る肺紋理の数を低高圧写真の比較的健康的な肺野において検討してみると、肺野の明るい位置では、20 例の平均数は 7 本と 10 本であった。これらの紋理が胸廓外縁から何 cm 近くまで追跡できるかを調べてみると、高圧では平均して 1 cm 近くまで、低圧では 2 cm 近くまで、その開きは 1 cm であつた。

このように高圧のほうが低圧に比べて、肺紋理数が多く、かつその末梢にいたる追跡範囲も大きいことは肺内の陰影がよくみえる左証を表現している。

(2) 肺野の区分および読影の基準

i) 肺野の区分：前述の成績で得た知識から肺野を図1で示すごとく4つに分けた。すなわち①は鎖骨下縁から肺尖を含めた肺野、②は胸廓外縁から内側に約2~3 cm にわたる肺野、すなわちこの領域では低圧時の濃度がきわめて低くなり、また肋骨の重りが多く、肺紋理もみえにくい領域という意味でつた、③の部位は肺門影部、④は残りの主として明るい肺野とした。

ii) 個々の病影の質的診断の判定基準：病影の質的診断および記号は学研分類を用いて、これらに詳細にわたる大きさを次のごとく定めた。

(a) 基本型

A. 浸潤型で 5 cm 以上の大きさを示し、主として不正型な病影。

B. 浸潤乾酪型で 0.6 mm ~ 5 cm 未満の大きさで周辺のボヤけた雲状の病影。

T. 1 cm 以上の円形あるいは楕円形の充実陰影。

C. 線維乾酪型で 6 mm ~ 1 cm までの大きさで周辺が円形あるいは楕円形で鮮明な病影、あるいは硬化萎縮性の影 (1 cm 以上のもの) で帯状または不正形なもの。

D. 石灰化巣および主として 4 mm 以下の線維索状陰影でそれ以上の索状は C 型に入れた。

E. 1~5 mm までの細葉性、あるいは結節性陰影で数を考慮する。

Pl. 肋膜癒着、肝底、滲出液を含む。

両型の混在が各 1/2 のときは、たとえば BC, CD のごとくする。1/3 以下のときは主たる病型とする。

注：T は基本型に入れた。

(b) 特殊型

空洞は学研分類に従つて分類した。症例中に分散せる病影は別々に取扱つた。

注：空洞, B 型, 結核腫の確認は断層を併用して参考とした。

iii) 認識別の判定基準：(+) よくみえる。(+) みえる。(±) 疑い。(-) みえない。

(3) 病影の検討成績

a) 基本型病影：各基本型に分けた検討病巣数は低圧撮影からみると表5のごとく259コあり、これを部位別にみると、①では61コ、②の部位における病巣は82コ、③の部位では43コ、および④の肺門影に重なった病影は13コあった。また2領域にわたる例としては、①を主とし他の部位に一部拡がった病影は36コ、②を主とし他の部位に一部拡がった病影は24コで、計6つの部位に分類された。

表5 部位別検討病巣数 (低圧のときみた)

病型	部位				①を主とする病巣		計
	①	②	③	④	②を主とする病巣		
A	2	1	0	0	3	3	9
B	12	20	11	3	6	3	55
BC	11	8	0	1	11	4	35
C	17	14	10	0	6	1	48
CD	2	5	3	1	6	3	20
D	4	18	4	4	0	4	34
E	6	11	8	1	1	2	29
T	1	4	2	2	1	0	10
PI	6	0	4	0	2	4	16
O	0	1	1	1	0	0	3
計	61	82	43	13	36	24	259

注：①を主とする病巣……肺尖を主とする。
 ②を主とする病巣……肺尖を除く部分を主とする。
 O型 高圧で発見された数を示す。

次に病型別にみると A 型は 9 コ、B 型は 55 コ、BC 型は 35 コ、C 型は 48 コ、CD 型は 20 コ、D 型は 34 コ、E 型は 29 コ、T 型は 10 コ、PI 型が 16 コであり、主として B 型、BC 型、C 型および D 型が多かった。

これらの低圧でみえた 259 コの病影の高圧での見え方を示すと、表 6 のごとくになった。

A 型は低圧では 9 コであつたが高圧では 6 コに減少し、3 コは分散して B 型および BC 型になった。B 型は低圧では 55 コあり、高圧ではそのうち 31 コが同じ B 型にみえ、残りは主として BC 型に移行した。すなわち低圧での B 型は高圧では線維乾酪型のニュアンスを帯びてきた。低圧で B 型と C 型がほぼ同量に混じて BC 型にみえた病影は、高圧ではさらに周辺部が鮮明にみえる C 型に移行する傾向が著明に認められた。これは統計学上有意差を認められた。その理由は骨影、浸潤巣および小病巣の散布している場所に重なった C 型病影は低圧では融合して B 型にみえやすくなるが、高圧では分散してそのままの姿にみえるためであつた。

低圧で C 型にみえた病影は高圧でもほとんど同じ C 型にみえたが、一部では線維あるいは索状型にみえる傾向を帯びてきた。

低圧で D 型にみえたもののうち、明瞭に石灰化巣と認められたものは高圧でも約 1/3 は石灰化巣としてみられ、一部は C 型あるいは CD 型にみえたものがあつ

表6 低圧 ← → 高圧比較表

高 低	A	B	BC	C	CD	D	E	PI	O	計
	A	6 (66.7)	2 (22.2)	1 (11.1)						
B		31 (56.3)	18 (32.7)	4 (7.0)	1		1			55
BC		1 (2.9)	22 (62.8)	12 (34.3)						35
C			1 (1.7)	49 (84.4)	4 (6.9)	2 (3.4)			2	58
CD					19 (95.0)	1 (5.0)				20
D		1 (2.9)		2 (5.9)	4 (11.8)	27 (79.4)				34
E					1	2	26			29
PI								16		16
O				1		2				3
計	6	35	42	68	29	34	27	16	2	259

() 内は % を示す。

た。高圧では石灰沈着の濃度が骨影と同様、かなり薄くなつたことに起因している。

低圧で認めた E 型病影は高圧でも、質的にはほとんど同様にみえたが、病巣の数は高圧のほうに多く認められた。

低圧での PI 型は高圧でも同様によくみえ、とくに外側では識別が高くなつた。

とくに D 型中の石灰化巣を大きさ別にその識別度を検討してみると、表 7 に示すごとく一般に低圧は明らかによく、低圧で認められた病影件数を 100 % として高圧で認めた同じ石灰化巣の数ははるかに少なくなり、その大きさに従つて径 6 mm 以上 89 %、3~5 mm 69 %、2 mm 以下 31 % とその径が小さくなるほど発見率が低下した。

表7 石灰化巣の大きさ別，識別度

手技別 大きさ	低 圧		高 圧	
	みえた	みえた	疑い	みえない
~2mm	61 (100)	19 (31)	2 (3)	40 (66)
2~5mm	19 (100)	13 (69)	5 (26)	1 (5)
5mm~	18 (100)	16 (89)	2 (11)	0
計	98 (100)	48 (49)	9 (9)	41 (42)

() 内は % を示す。

次に認識できた全病影を，低圧より識別した各基本型に分ち，それぞれ部位別に検討した。

表8は の部位の成績を示しているが，低圧で「よくみえた」各型の病影は総数61 中18 中 (29.5%) であり，高圧では61 中51 中 (83.5%) で明らかに判読しやすく，37 中は認識度がやや低下したが，低圧で発見しえたので，低高圧とも病巣の発見率は有意の差はなかつた。しかし B 型および C 型は低圧より高圧のほうがはるかに識別が高かつた。

表8 部位①の識別

病 型	低 圧				計	高 圧			
	+	+	±	-		+	+	±	-
A	2	0	0	0	2	2	0	0	0
B	2	9	1	0	12	12	0	0	0
BC	6	5	0	0	11	9	2	0	0
C	3	12	3	0	18	13	5	0	0
CD	1	1	0	0	2	2	0	0	0
D	1	3	0	0	4	4	0	0	0
E	0	4	2	0	6	3	3	0	0
PI	3	3	0	0	6	6	0	0	0
O	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	18(29.5%)	37(60.7%)	6(9.8%)	0	61	51(83.6%)	10(16.4%)	0	0

注：+ よくみえた + みえた ± 疑い - みえなかつた

表9 部位②の識別

病 型	低 圧				計	高 圧			
	+	+	±	-		+	+	±	-
A	0	1	0	0	1	0	1	0	0
B	8	12	0	0	20	14	6	0	0
BC	4	4	0	0	8	4	4	0	0
C	7	10	1	0	18	10	5	1	2
CD	2	3	0	0	5	3	2	0	0
D	7	9	2	0	18	6	11	1	0
E	4	7	0	0	11	5	5	1	0
PI	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O	0	0	0	1	1	0	1	0	0
計	32 (39%)	46(56.1%)	3(3.7%)	1(1.2%)	82	42(51.2%)	35(42.7%)	3(3.7%)	2(2.4%)

②の部位では表9に示すごとく，82 中低圧では32 中 (39%) は「よくみえ」，みえたものは46 中両者あわせると95.1%の発見率を示した。それにひきかえ，高圧では「よくみえた」ものは42 中 (51.2%) であり，みえたものは35 中両者あわせると93.9%で発見率はほとんど差がなく，識別度はわずかに低圧のほうがよかつた。

③の部位では43 中あり，その内訳を表10に示した。低圧でよくみえたものは43 中15 中 (34.9%)，

高圧では34 中 (79.1%) で明らかに有意差をもつて識別度が優れていた。

④の部位，すなわち肺門部に重なる病影は基礎実験でも小病影の発見度が低い成績を示していたが，症例が少なく発見率，識別度の比較はできなかつた。

複合部位 (病影が2部位以上にわたつたもの)

①を主体とする病影：①の部位から他肺野にはみだした部位の病影は36 中あつたが部位①の成績とほぼ同じであつた。

表 10 部位③の識別

病 型	低 圧				計	高 圧			
	+	+	±	-		+	+	±	-
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	6	5	0	0	11	10	1	0	0
BC	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C	5	7	0	0	12	8	3	1	0
CD	1	2	0	0	3	3	0	0	0
D	2	1	1	0	4	1	3	0	0
E	1	6	1	0	8	8	0	0	0
PI	0	4	0	0	4	4	0	0	0
O	0	0	0	1	1	0	1	0	0
計	15(34.9%)	25(58.1%)	2 (4.7%)	1 (2.3%)	43	34(79.1%)	8(18.6%)	1 (2.3%)	0

②を主体とする病影：この成績は前述の部位②の成績とほとんど同じであつた。

以上の成績を総合すると各基本型とも、部位別にみて、低圧のほうが骨に重なつた①および③の場所における病影が、大小にかかわらず識別度が低下し、小病巣で

は発見率も劣つた。妨害されない②の肺野では小病巣の識別はわずかに低圧が優れていた。

文献ならびに総括および考案、結論は第2報の末尾に付す。