OUKA
Osaka University Knowledge Archive

Title	間接動態撮影法の研究
Author(s)	小川, 享
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1953, 12(10), p. 8-19
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17376
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

間接動態撮影法の研究

新潟大學醫學部放射線醫學教室(主任 野崎秀英教授)
小川享

Studies of fluorographic Kymography

by Toru Ogawa
The Department of Radiology, Niigata University School of Medicine.
(Director. Prof. Dr. Shuei Nozaki)

本研究の要旨は昭25.9弘前，及び昭27.8新潟に於ける日本醫學放射線學會東北・北海道・新潟地方會に於て發表した.

(昭和27年9月9日受付)

I〕緒言

心臟のレ線診斷は形態と運動の兩方面からの觀察がなされて來た. 前者には形態異常の他に心臟實大測定法•遠距離撮影法による計測があり，後者には透視檢査並に動態撮影法 (Stumpf) がある. もつとも動態撮影法によつても，前者に優れた形態學的計測も可能である. 然し之等は何れも心臟邊緣の示す陰影から，その正常～異常の判斷をなさんとしたものである. 然るに近來心臟造影法の進歩は，心臟各室の形狀•心臟壁の厚さ•心崎形等の指摘をも可能ならしむるに至つた. この外に心臟重複撮影法或いは心搏連動撮影法等の方法もある. この內動態撮影法は1928年(Stumpf)によつて完成せられ且つ氏等の種々廣汎に亙る研究によりその診斷の體系も確立せられたもので，心臟のレ線檢査法としては既に實用期に入つた. 心臟レ線診斷學上缺くことの出來ない一重要手段である.

他方胸部間接撮影法は，從來主として肺結核を對稱とする集團檢診が主目的であつたが，考察の進歩や方法の改善は只に肺結核のみならず，他肺疾患や心臟•大血管疾患等の指摘の可能性も明かとなり，更に一部直接撮影の補助として或は直接撮影に換つての使用の可能性さえ考えらるゝに至つた. さて集團檢診に當つて，目的によつては，間接像からの心臟の實大値の測定値や，ある程度の搏動の樣相をも知りうれば甚だ好都合の場合が少くない. 間接像からの心實大値測定に就いては教室の遠山が既に獨自の一方法で解決し，之等問題を一歩前進せしめたのであつた.

此處に私は，更に間接撮影法による心臟動態撮影法の可否，その實用性や限界等に就いて研究を推進せしめた. 次に現在迄にえた，この間接動態撮影法(間接キモと略稱)の可能の方法と裝置•その實際上の使用成績，更に結果からした使用限界の考察等に就いて記述する. 爾來心臟動態撮影法に關する業績は甚だ多い. 然るに間接キモに關する報告は，吾々の寡聞未だ之を知らない.

II〕實驗成績

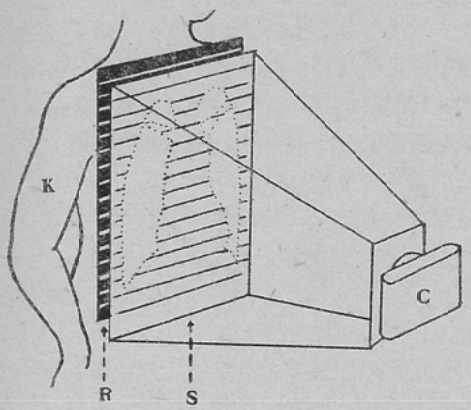
先す次に述ぶる如き，間接キモ撮影の可能性が考えられた各種の機構に就いて基礎的實驗を行い，その優劣得失を檢討，然る後最も適當と思惟せられし裝置を完成，更に格子構造•撮影條件の差異による成績差，間接キモと直接動態撮影像とにつき，搏動型•弯角度•搏動振幅•搏動波形等に就いて比較檢討した. この間，偶々用いた實驗對稱中から無自覺性一先天性心疾患者を摘出した.

A) 間接動態撮影裝置

間接キモ撮影裝置では，通常の直接動態撮影法に於けるフイルム移動法に相當するものは，カメラを含む螢光板移動法である. 然しこの方法は，後述の如く螢光板の性質上適當ならず，且つその構造の複雜性と非實用性から實驗を割愛した. 從

つて此處に記述する所は，所謂格子移動法に相當するもののみに就いての實驗である．本法の機構として，間接撮影法の特異性から，先ず次の三方法の可能性が考えられた．即ち

第1圖　間接キモ第1法

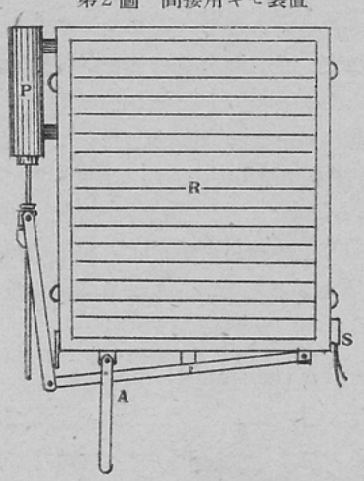


K……被寫體　R……格子
S……螢光板　C……カメラ

第一法　之は直接撮影法による場合と同理論同機構といえる．即ちフイルムを位置せしむる部に之に換つて螢光板を裝備するものである（第1圖）．移動格子板（R）はレ線不透過性で之を被寫體(K)と螢光板(S)との間に置く．格子板の移動は螢光板上に順次心邊緣の運動像を描寫する．之を格子移動中開放せるレンズを通じて，小型フイルム上に縮小撮影する方法である．

格子の構造やその移動は，直接動態撮影法の場合と全く同樣であるが，只市販の動態撮影裝置を用うる事は，間接撮影用暗箱を之に裝備することの困難さや，被寫體を可及的螢光板に近接せしめたき意圖より適切でない．從つて，吾々は第2圖の如き簡單な裝置を考案作製した．この裝置の厚さは約2.5糎，（格子板の厚さは4粍）可及的薄く製作した．格子板の移動を制禦するものとしてブツキー遮光裝置の油壓ポンプ(P)を用いた．之に格子板を始動位置に復歸せしむる槓杆(A)と接觸片による電路開閉裝置(S)を附し，之等を鐵製枠に組込んだものである．金屬格子板(R)は，戰前國產キモ裝置に用いられていた不用品で幅12粍厚

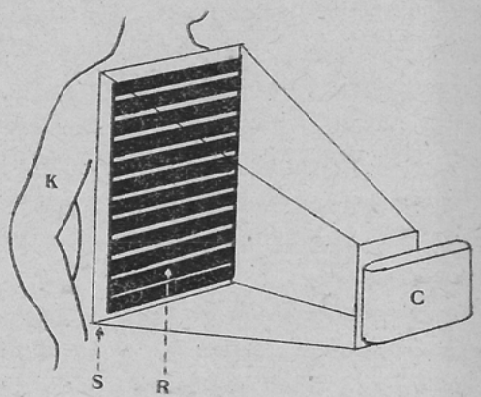
第2圖　間接用キモ裝置



P……オイルポンプ
A……槓　杆
R……格子板
S……電路開閉裝置

さ4粍の，斷面梯形の鐵製格子よりなり，格子間隔1粍のもの，及び幅10粍間隔0.5粍の二種を使用した．格子板はボールベアリングにて支持され自重にて平滑に下降する．之を槓杆を以てオイルポンプと連結し，下降速度を適宜制禦せしめた．

第3圖　間接キモ　第2法

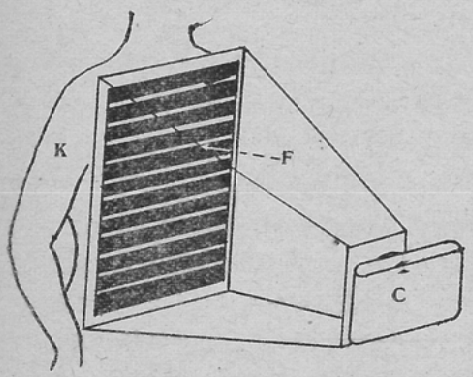


S……螢光板　R……ベークライト格子板

第二法（第3圖）．本法は第三法と共に直接撮影法では行い得ない，間接撮影法に於いてのみ可能な方法である．即ち格子板（R)は可視光線を遮蔽し得るもので足りる．之を間接撮影暗箱內～螢光板（S）直後に裝備し，之を移動せしむるものであ

る．この場合螢光板上には終始胸部全像～運動心臟が投影されている譯で，その動く心臟像の上を格子板が移動，心陰影邊緣の運動の推移を順次レンズを通してフイルム上に撮影するものである．格子板は黑色ベーク板(10×20吋)にて作製，細隙は1粍幅，細隙間隔10粍のもので實驗を行つた．この方法は理論的にはその成績第一法と差異なかるべきも，實際上螢光板の殘光は，後述の如く像の「ぼけ」を生じ，且つ裝置としても特種，反つて複雜化する．

第4圖　間接キモ　第3法



F……螢光劑

第三法(第4圖)．最後の方法は，前法の修飾形ともいうことが出來る．卽ち移動格子板はベーク製格子板の細隙に螢光體(F)を充塡せるもので，之を間接撮影暗箱の螢光板に換つて位置せしめ，移動せしめる方法である．この場合も第二法と同樣，同一螢光體が心運動に追隨して發光を變化する譯で，從つて螢光體の殘光が問題となり，前法と同じ缺點を有する．

レ線主開閉器の操作は，格子移動により動作する接點で繼電器を通じ作動せしめ，必要な格子移動距離に同調せしめた．撮影用カメラは6×6糎版レグノン f1.5付及びキヤノン f2.0付を用いた．

B)　基礎實驗

吾々は前述考案三方法の實用性に就いて檢討するに先たち，先ず從來のキモ撮影法並に第一法間接キモ法で次の如き基礎的調査を行つて，格子の構造・移動速度等が，運動波に及ぼす影響を檢し(a～b～c項)，更に第二第三法の成績に考察を加え(d項)，間接キモに適當な方法と撮影條件の決定に資した．

a)　細隙間隔並に細隙幅徑のキモ像に及ぼす影響

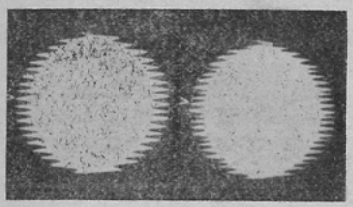
先す三種の金屬移動格子板卽ち，細隙間隔及び細隙幅徑夫々12粍～0.3粍(A)，10粍～0.5粍(B 12粍～1.0粍(C)を用い，一定運動被寫體の直接キモ像を撮影した．格子Aは市販裝置附屬のもので爲に間接キモを行い得なかつたが，格子B，Cでは間接キモ撮影をも行いその成績の差異なきを確め得た．被寫運動體としては，糸で吊したボールを用い，1秒1回，振幅約9粍の振子運動を行わしめた．その運動を格子A,B,C,を用い，且つ種々の格子移動速度で撮影し，夫々の撮影像に示現せられた運動の波數，波幅，振幅，波型，半影等に就いて比較檢討した．その實測成績は第1表の如くである．

第　1　表

格子別	移動速度	波數	波巾	振巾	半　影	波　型
A	3.8	3.2	3.8	9.5	0.3(3%)	單純鉤型
	2.3	5.3	2.3	10.5	1.0(9%)	‥
	1.6	7.7	1.6	10.0	2.0(20%)	U型
B	6.3	1.6	6.5	9.0	0.5(5.5%)	單純鉤型
	2.1	4.8	2.2	10.0	1.8(18%)	U型
	1.6	6.3	1.7	7.2	2.2(30%)	‥
C	7.1	1.7	7.5	8.0	0.8(10%)	單純鉤型
	3.3	3.7	3.5	10.0	2.0(20%)	U型
	2.5	4.8	2.7	9.8	3.5(35.5%)	‥

この成績を見るに，同じ運動が示すキモ像が，格子板の構造やその移動速度によつて，可成樣相の異なるを知る．卽ち格子Aでは波數3.2の時，波幅は3.8粍，半影は0.3粍(3%)であるが，波數5.3及び7.7と增加する時は，波幅は夫々2.3粍1.6粍・半影は1.0粍(9%)，2.0粍(20%)を示し，之と共に振幅や波型の異つて來るのを見る．この傾向は格子B，Cでも同樣であり，且つ三格子を比較すると細隙幅徑の大いさを增すと共に半影の增大が見られる．卽ち格子細隙幅徑：細隙間隔が小なる程，且つ同一格子板でも移動速度の速い程半影は小～像は鮮銳である．之は一般動態撮影上に

第5圖　格子細隙の相異による懸垂ボールキモ像の變化



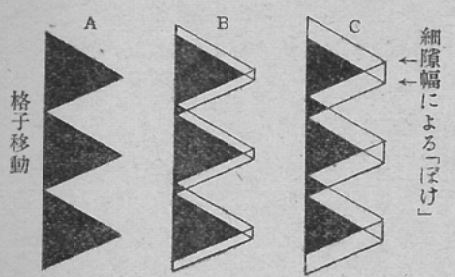
A)　　C)

A) 細隙間隔12粍　　細隙幅徑0.3粍
C)　〃　12粍　　〃　1.0粍

於ける基礎的事實といえる（第5圖）.

半影の運動波への影響　今前述三格子を用い，格子移動撮影間に夫々三つの波をとらえ得たと假定するに，夫々の波の占める幅徑は理論的にはA格子～4粍，B格子～3.3粍，C格子～4粍である．然し細隙幅徑に由來する像の「ぼけ」は夫々の格子の細隙幅徑に相當する幅の半影となつて現れるはづである．從つてA格子では0.3粍(理論的波幅徑の7.5%)，B格子0.5粍(15%)，C格子1.0粍(25%)で，之が像の上に波の幅徑・振幅・波型の差となつて示される事は圖より想致せられるであろう(第6圖)．一定の格子では波數（搏動波數～格子移動速度）と半影の大いさには第7圖の如き關係が成立つ譯である．

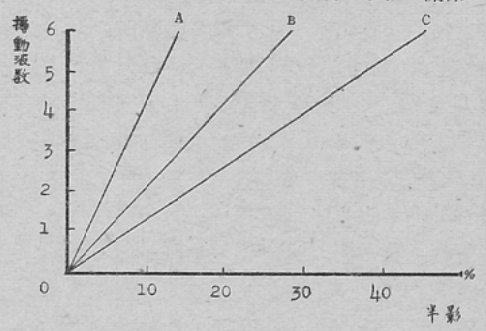
第6圖　細隙幅徑による像の變形(横型圖)



被寫體運動方向

この理論的考察は，懸垂ボールの振子運動の示すキモ像にも一致するもので，只實用的～肉眼的實測値と理論値との間に，多少の數字的差が現れる事は管球焦點の大いさ・螢光板の發光・フイルムの黒化特性等による測定誤差で，之は Kymodensography の方法を用うればより近似精細なる値をうる事が出來よう．

第7圖　格子細隙による搏動波數と半影の關係



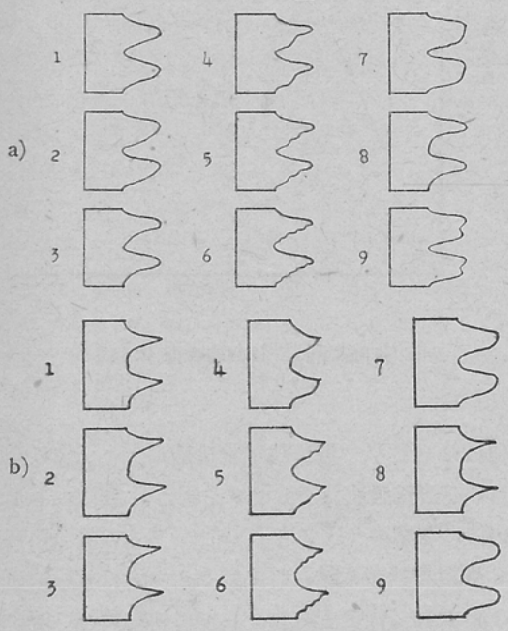
A……細隙間隔 12粍細隙幅徑 0.3粍
B……　〃　10粍　〃　0.5粍
C……　〃　12粍　〃　1.0粍

何れにしても，斯く格子板構造が，キモ像に現される運動搏動波に不鮮明さを與え，波幅徑・振幅の値に影響を及ぼすものであり，その著しい時は，運動實態から離れた成績さえ生ずる危險がある．鮮鋭なる像をうる爲，且つは搏動實態に近い様相を把握する爲にも，格子板の細隙幅徑を可及的小なるものとする必要がある．

既に第1表第5圖等に示した如く，半影の增加は只に波の大いさに誤差を生ぜしめるのみならず，運動波型にも變化を來し，ボールの振子運動に於いてさえ，幅徑の狹い格子板で且つ比較的移動速度の早い場合に單純鉤型（Einfache Hakenform）を示す運動も，細隙幅徑の增大・移動速度の延長と共に半影は次第に增加し，山は低く谷は浅く爲に振幅は小，斯くてU型と云われる波型に移行するのが見られる．波型の變化はそれのみでなく，半影部の增大は，谷の部に於いて，隣接半影の重疊により，明かに認めうる小突起～僞運動像さえ示現するに至るであろう（第5～6圖）．移動速度の著しくおそい場合，或いは細隙幅徑の著しく大なる時，運動波型が全く不鮮明となり，所謂 Resolution of Kymo. と呼ばれる運動波を分析しえざる迄の不鮮明化を示す（Mc Laren）．後述の螢光板殘光による運動波の著しい不鮮鋭化も亦同じ結果を生む．

Stumpf は心臟搏動波型を9種に分類した（第8圖a）．今試みにその波型をとり來つて，約15%

第　8　圖



a)　Stumpf による搏動波型分類
b)　a)を15%ずらせた場合の波型の變形

の「すれ」～半影を作つて見るに，實影～中心陰影の部は夫々b圖の如き形に變化してくる．即ち單純鉤型 Einfache Hakenform 曲鉤型 Bogenform がU型や尖山型に(1～2～3)，或はU型が尖山型に(8)，二丘型 doppel Bogen が單純鉤型に等々の形の變化を來すを知るのである．之等のことはキモ像に於ける心臟搏動の波型の分類や，波型の分析と心臟運動との關連を考えしめる根據を危くするものである．之等キモ撮影裝置構造に由來する上述の如き成績差に就いては，從來殆ど注意されていない點を指摘したい．

b)　格子の移動速度の問題

既に細隙幅徑及びその移動速度が波の大いさ・波型等に影響する事を前述した．然してこの缺點は細隙を狹く，移動速度を早くする事によつてさけえられる事を述べた．實際上キモ像に於いて吾々が運動波を分析判讀しうる爲には，示現されている波數が必要可能の範圍で少い方がいゝ (aesthetic relation n. Schwarzschild)．然らば心臟の搏動波の檢査には，一體どれ位の搏動數を撮影したらよかろうか，格子移動時間をどう決定したらいゝであろうか．今格子Cを用いて，119名に間接キモ撮影を行い，心室波並に大動脈波々型の確認率と示現搏動數との關係を見るに第2表の如くである．

第　2　表

搏動波數	2.0	3.0	3.5	4.0	5.0	計
波形明瞭な症例	22	31	14	1	0	68
波形を判別しえざる症例	0	0	9	26	16	51

即ち搏動數4以上の場合は，殆ど全く心臟の示す基本波型が判別し難い．この様な判讀困難な理由としては，間接撮影法としての解像力の問題をも含む，「ぼけ」による波の縮少や波型の歪曲が擧げられる．何れにしても，以上の成績は，C格子使用間接キモに於ては，少くとも心室波～大動脈波を確認する爲には，搏動波數が2～3個に止る如く撮影する必要性がある事を示す．常に一定數の搏動波をキモ像に示現せしめんとすれば，岩崎・志賀の $t=\frac{n}{p}60$ (n…搏動數，p…脈搏數，t…露出時間) なる式を用いるか，平松・小林の露出時間～脈搏數・格子移動速度關係曲線を用うればいゝ．集團檢診の場合の如きは，多く一率に2秒餘の露出で目的を達しうるであろう．

c)　間接キモ撮影條件

キモ像に運動の樣相を出來るだけ正しく現し，充分な鮮銳さを保たしむる爲には，既に述べたが如く，細隙幅徑を小とし，半影を出來るだけ少くする樣露出時間を決定する必要がある．更に亦キモ像撮影條件は適當な黑化度をうる爲の充分な管球負荷を與えねばならない．この爲には，先す格子板移動中を通じてフイルム或は螢光板各部がレ線をうける照射時間～單一露出當量を知る必要がある．之は $\frac{S}{V}$ 秒で現される．S…細隙幅徑(糎)，V…格子移動速度(糎/秒)

$$V=\frac{\text{移動距離（細隙間距離B）}}{\text{撮影時間(t)}}$$

從つて $\frac{S}{V}=\frac{St}{B}$ (場合によつては $\frac{St}{S+B}$ で表される)

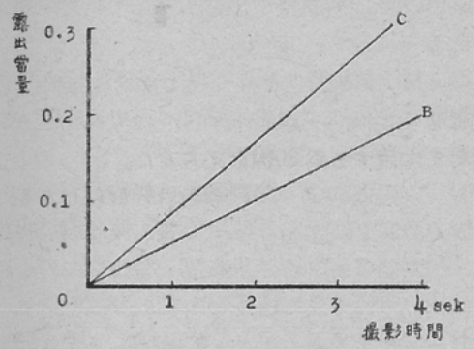
今露出時間を2秒とすれば

格子Bでは$\frac{S}{V}$は　$\frac{0.05}{0.5}$=0.1 秒

格子Cでは　$\frac{0.1}{0.6}$=0.17秒である.

この格子B，及びCに於ける，露出當量と撮影時間の關係は第9圖で示すことが出來る．この露出當量は吾々が適切なキモ撮影條件を計出する基礎となるものである(Schwarzschild.)

第9圖　格子による撮影時間と露出當量の關係



B……細隙間隔10.0粍　細隙幅徑 0.5粍
C……　〃　12.0粍　　〃　1.0粍

例を擧げて見ると，上述B格子での撮影時間2秒での露出當量は0.1秒である．この事は0.1秒で普通の間接撮影像がえられるが如き撮影條件を持ち來り，只撮影時間を2秒とすれば，凡そ所期の黑化度の像をうる事が出來る，と解すればいゝ．吾々の所では，6×6糎版間接撮影には，コーテツドf1.5レンズを用い，螢光板極光 P_3，焦點～螢光板距離80糎，管電壓70KVP，管電流40mA，で，胸厚18～20糎の人では0.3秒の露出で卽ち12mAsで良好の結果をえている．この場合間接キモ撮影に要する條件は，この條件中管電流を3倍の120mA として2秒間の撮影をすればいゝ事になる．然しこの條件で2秒の露出，特に之を多數の被檢者に連續實施する事は，現在の吾々の管球では不可能である．この場合如何なる方法で補うべきか，之は1）格子板の細隙幅徑の大なるものを用うるか(格子Cでは管電流72mAでいゝ)，2）撮影時間を延長するか（3秒とすると格子Bでの露出當量は0.15，格子Cでは0.25となり，管電流は夫々約80mA，48mAですむ)，3）撮影距離を短縮する事(照射レ線量は距離の二乘に反比例する)，4）管電壓を高くする等の方法で果しうるが，この內 1）は旣に述べた如く望ましくない．2）に就いても前述した如く，撮影時間は所要適切の範圍が限定せられ，凡そ2～3秒である．3）の場合著しい距離の短縮は，心臟陰影の擴大・歪曲，更に運動波を示す心邊緣が後方へ移動する事等が考えられる．平松等は斜位キモ像で，振幅がやゝ大となる傾向を示すも，波の形態～時相には何等本態的差異なしと述べている．間接キモに於いても撮影距離の差によるキモ像～特に波型への變化は多く指摘しえない．之等の關係の一部は第3表に示した外來患者37名の間接キモ像の成績にも見る事が出來よう．

第 3 表　間接キモ試寫成績　距離 80cm

時間 / 露出 / 胸厚	1.0—1.5		1.5—2.0		2.0—2.5		2.5—3.0		計	
	良	不足	良	不足	良	不足	良	不足	良	不足
14 cm	1	1	2		1				4	1
16 cm			3	1	3				6	1
18 cm			2	8	3	2	4		9	10
20 cm				3		3				6

距離 60 cm

時間 / 露出 / 胸厚	1.0—1.5		1.5—2.0		2.0—2.5		2.5—3.0		計	
	良	不足	良	不足	良	不足	良	不足	良	不足
14 cm	2		2		1				5	
16 cm			3	1	3				6	1
18 cm			9	1	5		4		18	1
20 cm			2	1	2	1			4	2

以上の項目の外，螢光板の輝度・撮影レンズの明るさ・フイルムの感度等が管球負荷の減少の一因を握つているが，入手實用の點で自から限定せられる．結局管球負荷を減少せしめうる有力な最後の手段は管電壓を上げる事であろう．

高電壓撮影技術は，只單に如上の目的に使われるのみでなく，近來高壓撮影による像が，低壓による像よりも秀れているとさえ言われる點注目すべきであろう．管電壓を高くするに從つて，同一黑化度をうる爲の mAs が著しく減少し，管球陽極に發生する熱量を著しく減少せしめることが出來る．1例を擧ぐれば，胸厚20糎の人で管電壓65KV，管負荷40mAs の時の陽極の發熱量2600，之が管電壓 80KV となると20mAs，發熱量1600である．100KV 以上に於いては低電壓の場合の $1/10$ の管球負荷でさえ撮影可能と記述されている．之等の精細な文獻にゆづる．(De Dorimier, Morgan, Tront, Newell, SRW-Nachrichte, 野崎)

d) 第二法並に第三法による實驗

撮影條件は第一法に於けると全く同樣で同一黑化度をえた．只本法による間接キモ像は，同一細隙幅徑の第一法と比較するに，搏動振幅一般に小その波型は鮮銳さを缺き，心室波頂點は著しく丸味を呈し，搏動振幅の比較的小なる部（例えば右第二弓）に於いては，殆ど波型を識別し難い．この樣な明かに認めうる像の不良化を示す主因は何によるのであろうか．吾々は螢光體の發光が運動に追隨しえない～卽ち所謂殘光現象が大きな役割を演じているものと考える．之は第二・第三法共同樣であつて，常に同一螢光體が，陰影の運動につれ變化發光するを餘儀なくされた構造では，螢光體そのものゝ性質がその成績を左右する．向後の問題として殘す所以である．この點第一法に於いては，順次新螢光體が發光する機轉の故に，殘光の缺點から大いに救われているものと考える．更に亦當初にふれた，遮光格子板を固定し，間接撮影暗箱それ自體を移動せしめる～直接キモ撮影法のフイルム移動法に相當する方法は，恐らく吾々の第一法と同じ成績がえられるであろうことが推知せられる．只この二つの動態撮影像に夫々特長や缺點が見られるのは旣に知られている所である．

e) 小 括

以上の成績から，凡そ次の事が結論し得るかと考える．

1) 間接キモ撮影方法として，製作容易，所要の目的を達しうる一方法としては，レ線遮光性の～從來の動態撮影に用いられているが如き～格子板を用いた．所謂格子移動法の採用が先ず適切と考える．

2) 格子板細隙は 0.5 粍以下が望ましい．撮影時間は 2～3 秒，撮影距離は，遠山の心實大値計測法をも併用する爲 80糎をえらんだ．

3) この方法は，集團檢診の目的からしても，心臟の形狀を知りうる點，心實大値計測の可能の點，搏動型の判斷の容易の點，擴張期並に收縮期の比較の可能等螢光板移動法より利點が多い．

4) 間接キモ撮影法として獨自な，螢光體面で遮光格子を移動せしめる方法や，螢光體格子を移動する方法は，螢光體の殘光の問題を解決せざる以上不適當である．

5) 撮影條件としては，集團檢診の場合，特に管球負荷の減少を考慮せねばならない．高壓撮影が望ましい．

6) 然し吾々の現段階の撮影條件としては，凡そ次の如きものが規準となる．卽ちコーテツド f 1.5 レンズ使用，螢光板，極光 P_3，格子細隙0.5粍(格子幅徑 1.0糎)を用い，

成人では	管電壓78KV	管電流60mA	撮影時間3秒前後
小兒	70KV	60mA	2秒前後
	〃	40mA	3秒前後

III〕 間接心臟キモの限界の檢討

上述の裝置・撮影條件で一應ある程度の間接キモ撮影の可能性がほゞ明かとなつたので更に間接キモ像それ自體の細部の檢討へと研究を進めた．斯くして搏動型・寫角度・振幅・波型等に就いて調査，間接キモ像の限界を明かにせんとした．之が爲の被檢者は，撮影容易の點より專ら小學兒童を用いた．總數219名(B格子使用32，C格子使用187)同一格子板による直接～間接キモ像の比較成

績は概ね次の如くである.

撮影條件は, 螢光板極光 P_3, f 1.5 コーテツドレンズ, 管球螢光板距離80糎, 管電壓70KV, 管電流60mA, 撮影時間2秒, 直接キモ像は管電壓67KV, 管電流60mA, 撮影距離150糎である. 格子板は兩者同一のものを用いた.

a) 搏動型

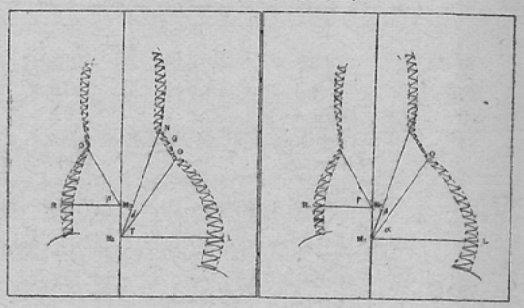
Stumpf は左心室邊緣に於ける搏動波の折返點, 卽ち波の頂點及び谷の夫々を結んだ線に圍まれる半月狀部 (sichel) が心尖部に向い次第にその幅徑の廣くなる場合を第I型, 反之心尖部に向つて漸減する場合を第II型, その中間型を移行型と呼んだ. 之等が年齡 (Stumpf 平松)・心疾患(Stumpf その他)・心機能～鍛錬(Reindell)等による差, 呼吸位相による差(平松—小林—福留), 横隔膜の位置による移行(三宅～中西, 石原)等が指摘されている. 同一人に於いては同一身體狀態でほゞ同じ型を示すと云う.

學童219名の間接キモの搏動型を直接キモ像のそれに比較するに全例に於いて一致し, 撮影距離差による差異を示さず, 間接キモにより搏動型を充分判斷しうる成績を示した. 尙之に關連して得た所見としては8～9歲の學童に於いては, 搏動型がI型15%, II型47%, 移行型38%とII型が過半を占むるを見た. この成績は Stumpf が青年に於いてI型60%, II型20%, 移行型20% (老人に於ては次第にII型が增加するという) という所見に對照的で年齡差に就いての平松—小林—福留, 三宅等の指摘した成績に更に 知見を追加補遺したものである. この學童期搏動型の年次的推移變化に就いては逐年的調査を行つているので別に報告する.

b) 弯角度

Stumpf は心臟運動機能の 比較檢討に弯角度測定の重要性を推奬した. Stumpf の弯角度測定は第10圖 a に示す如くであるが, 岩崎・志賀等は肺動脈弓への角を $\angle\delta$ に加え, $\angle\alpha$, $\angle\beta$, $\angle\gamma$ 等を定めた(第10圖 b). 吾々の測定は一應岩崎等の方法に做つた. 72名の間接並に直接キモ像での弯角度測定成績は第4表の如くであり, 夫々の平均値を

第10圖　弯角度測定法



a) Stumpf による　　b) 岩崎・志賀による

第4表　弯角度測定成績

角	例數		角	例數		角	例數	
γ	間接	直接	β	間接	直接	σ	間接	直接
39	1		42		3	10		2
40	1		43			11		
41			44	2		12		1
42	1		45	2		13	3	2
43			46	5	2	14	4	4
44	2		47	1	2	15	7	8
45		4	48	7	3	16	7	6
46		2	49	5	2	17	12	9
47	3	3	50	5	11	18	8	8
48	6	1	51	5	4	19	12	12
49	2	3	52	5	4	20	9	9
50	8	6	53	9	8	21	2	1
51	10	6	54	6	4	22	3	1
52	6	4	55	1	7	23		3
53	5	7	56	4	4	24		2
54	9	9	57	1	4	25	1	1
55	3	6	58	6	5	26		1
56	3	6	59	1	1	27	2	
57	5	5	60	3	3	28		
58	3	3	61	2	2	29		1
59		2	62	1	1	30	1	1
60		3	63		1	31		
61			64	1		32		
62	2		65		1	33	1	
63	1							

第5表　弯角度平均値比較

	γ	β	σ
間接撮影	51.99±4.49	52.41±4.68	18.31±3.60
直接撮影	49.35±5.30	53.25±4.78	18.13±3.54

比較すれば第5表の如く, 各弯角度共その値は直接～間接キモ間に著しい差異を見ない.

被檢者は前述の如く8～9歲學童のものであり,

第6表　諸家の彎角度測定成績表

著者		γ	β	δ
Stumpf	若年者	47±5	40±18	10±8
	壯年成人	43±4	45±15	10±6
	老人	40±4	39± 8	10±6
三宅		57.5±5.04 (45～72)	60.44±5.68 (43～74)	16.86±4.46 (7～30)
岩崎・志賀		51.6±6.2 (57.8～45.4)	55.4±5.2 (60.6～50.2)	13.6±4.2 (17.8～9.4)
石原	立位	47.9±5.8 (56.5～38.0)	60.9±6.0 (69.0～50.2)	18.1±4.0 (26.6～12.0)
	仰臥位	47.6±4.4 (58.0～37.7)	55.9±6.4 (65.3～43.2)	14.3±3.2 (23.6～9.8)

この値はその點からも一つの意義を有するものと云うをうべく，第6表諸家の成績に對比すれば，撮影方法等に差異あるべきも，本邦人の成人の成績に比し，∠δ がやゝ大きい外，大なる差は認め難い．これは Stumpf の言う如く年齡的差に由來するものと推察せらるゝも，年齡的差と彎角度の問題は尙向後の問題であろう．

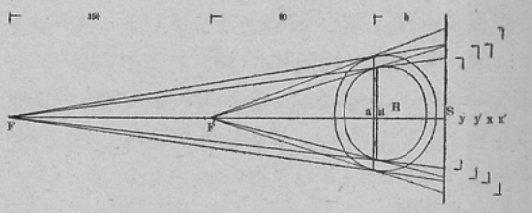
c) 振　幅

直接キモ撮影條件と間接のそれとの差特に撮影距離に原因して運動波振幅に差異を生ずるであろう事が先ず問題となる．撮影距離が小となるに從つて，投影心臟陰影は擴大し，搏動振幅も亦增大するであろう事が想像せられる．今之等に考察を加えて見るに，第11圖に於て心臟(H)の擴張期及び收縮期橫徑を夫々 a, a′，その螢光板上への投影像を，焦點(F)～螢光板(S)距離 150 糎に於けるものを夫々 x, y，80糎の場合のそれを x′, y′とする．今胸厚の 1/3＋「間接キモ裝置の厚さ」＋螢光板等の厚さ＝b，a～a′＝c とすれば(遠山の理論に基礎)，理論的に

$$(x'-y')-(x-y)=c\frac{70\,b}{(80-b)(150-b)}$$ が

直接及び間接像間の搏動振幅値の差である．この値は胸厚11～17 糎に於いて表示の如くである（第7表）．卽ちその擴大率は胸厚11糎では4.92%，胸厚17糎では 6.54%，20 糎胸厚の人に於いても 7.4%にすぎない．之は少くとも學童を被檢者とせる場合に於いては，間接像の計測値を以て，直接キモ像の値に代用しうる事を推論せしめるものがある．次に格子板B使用例 30，格子板C使用57例で同一人直接及び間接キモ像での實測値を比較して

第 11 圖



F～F′……管球焦點
H……心　臟
S……螢光板

第 7 表

胸厚cm	11	12	13	14	15	16	17
b cm	7.3	7.6	7.9	8.3	8.6	8.9	9.3
擴大率 %	4.92	5.16	5.39	5.71	5.96	6.21	6.54

見た(6×6糎版間接キモ像の測定には，遠山の方法を用いた．測定部位は右第二弯，左第一弯，及び左第四弯のいづれも最大膨隆部に於いて行つた．夫々を R_{II}, L_I, L_m で表す)．

B 格子板（細隙幅徑0.5糎）使用の場合，直接像での測定平均値は R_{II} 2.08±0.34粍(最大3.0～最小1.4粍)，L_I 1.99±0.40粍(3.0～1.0粍)，L_m 3.17±0.87粍(5.5～2.0 粍)．之等に相當する間接キモ像での値は，R_{II} 2.03±0.41 (3.0～1.0粍)，L_I 1.97±0.56(3.0～0.5粍)，L_m 3.18±0.87(5.0～2.0粍)であつた．

C 格子板（細隙幅徑1.0粍）使用の場合は，直接キモ像で R_{II} 1.64±0.52(最大 3.0～最小 0 粍)，L_I 2.12±0.52(3.5～0粍)，L_m 2.59±0.68(4.5～1.5粍)．間接像では R_{III} 1.59±0.57(3.0～0粍)，L_I 2.10±0.50 (3.0～0粍)，L_m 2.63±0.73(4.5～1.0粍)であつた．

直接・間接像間に見る測定値の差異は，0.5粍細隙で R_{II} 0.12±0.40，L_I 0.03±0.42，L_m 0.03±0.46，1粍細隙 R_{II} 0.04±0.43，L_I 0.01±0.41，L_m −0.04±0.42で殆ど0.5粍以下の差である．之等は間接像での精細な計測の困難性，間接像での像のぼけによるものであろうし，幅徑の廣い1粍細隙の場合に誤差の著しい事が之を裏付けている．

d) 波　型

キモ像に示現された心臓陰影邊緣の示す波型は，心臓の運動の様相を窺い知り，心室か心房かを區別し，或は運動の正常か病的かの判斷の基礎をなすものである．間接キモ像で，之等波型をどの程度示現するかは，間接キモ使用の限界を定める一つの主要な因子である．既にふれた如く，實驗的に理論的に，同一運動でも，用うる格子板細隙幅徑により運動波型に差異を來すことを明かにした．以下實際撮影像に於ける所見を檢するに，

i) B格子板使用の場合： 30名の學童に於ける直接～間接兩キモ像を比較するに，

右第二弓に就いての兩キモ像の對比成績は第8表の如くである．心房波の判讀し得なくなつた理由としては，間接像に於ける形の歪曲，ぼけ，近距離撮影による心臓及び肺門陰影の擴大投影に原因していると考えられた．

第　8　表

		直接像		
		心房波のあるもの17例	心室波のみ 12例	弓狀波 1例
間接像	心房波	9		
	弓　狀	4		1
	不　明	4	12	

左第一弓にては，兩撮影像共形態的に特に差異を認めえなかつた．

左第二・三弓．直接キモ像で心房波を認めえたもの16例，心室波より直ちに動脈波に移行せる13，殘1例は肺門陰影が重複し波型を判讀し得なかつた．之等が間接キモ像上に示した波型は第9表の如くである．心房波16例中3例は像の擴大の爲間接像では肺門陰影に重複判讀不明となつた．直接で心房波を認めなかつたものゝ一部が，間接像で之を認め得るに至つたことは，近接撮影の結果の現象かと考える．

左第四弓では全例に明かな心室波を示し，兩像間に著しい波型の差異を認めなかつた．

第　9　表

		直接像		
		心房波 16例	心房波(－) 13例	不　明 1例
間接像	心　房　波	13	3	
	心房波(－)	3	10	1

ii) C格子使用の場合： 學童57名につき兩キモ像を比較した成績は次の如くである．

右第二弓： 直接キモ像で二丘性心房波を示したもの22，圓弧狀～扁平の搏動波8，搏動波の殆ど認め難いもの2，心室波のみを認めたもの18．之が間接像に示された成績は第10表の如くである．

第　10　表

		直接像				
		心房波 22例	圓弧狀 8例	搏　動(－) 2例	心室波のみ 18例	弓　狀 7例
間接像	心　房　波					
	圓　弧　狀	14	4		6	1
	弓　狀	2				2
	搏　動(－)			2	1	
	心室波のみ	6	4		11	4

左第一弓は兩者間に特に形態的差異を認めえなかつた．

左第二・三弓部に於いては，直接像で心房性波形を示したもの20，心室波から直ちに動脈波へ移行の24，搏動判別困難1，扁平丘狀5，小棘狀突起5であつた．之が間接像に示された成績は第11表の如くである．

第　11　表

		直接像					
		心房波 20例	心房波(－) 24例	扁平丘狀 5例	小棘狀 5例	搏　動(－) 1例	不　明 2例
間接像	心　房　波	5	1				
	心房波(－)	3	22	1			1
	扁平丘狀	4	1	3	1	1	
	小　棘　狀	6			2		
	搏　動(－)	1		1	2		
	不　明	1					1

e) 細隙幅徑の間接キモ像に及ぼす影響

既に理論的に，實驗的に移動格子細隙幅徑の大小が，キモ像に現れる半影の大きさに差異を生じ，爲に像の振幅・波型等に影響を及ぼす事を指摘した．加之螢光體を介しての間接キモ法では，種々の因子が像に惡影響を及ぼし，一般間接像に見る像の單純化傾向となつて現れるのを見る．この事は生體心臓のキモ像に於いても同樣であろう．間接キモ法を實際に用いた上述二種格子板による直接・間接兩キモ像の比較成績が之を物語つてい

る.

今二種の格子による成績差を見ると，細隙幅徑1粍のC格子に於いては，既に直接像に於いて，各部波型の相當の歪曲變型の傾向さえ見られ，殊に右第二・左第二・三弓部に於て著しい．更に間接キモ像ではより甚しい．B格子0.5粍の細隙を用いたキモ像は，直接・間接共成績前者に優り，比較的判然たる波型を讀みとりうると共に，直接～間接間所見差が少くなつているのを見る．斯かる波型への影響の差は，主として細隙幅徑の差に由來すると考えて誤りないであろう．更に亦波の大いさに於いてC格子像ではB格子像に比し凡そ20%の縮小現象が認められる．この事は特に振幅の小なる波をして，その存在の判讀さえ困難とする原因である．次に心臟搏動所見に就いての成績を小括して見るに，

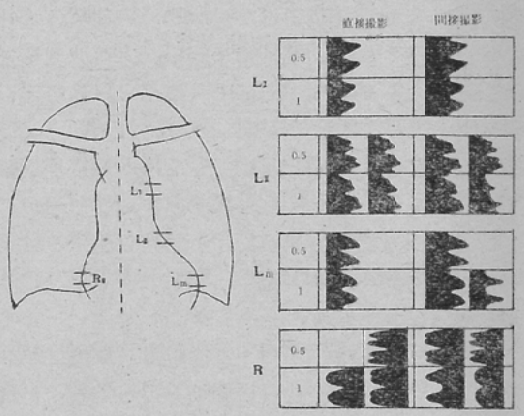
1) 左第四弓の**搏動型**に就いて見るに，兩格子による間接像は，何れも直接キモ像に比して大なる所見の差異なく，從つて搏動型の調査を目的とする限り，間接キモ像をもつて充分に目的を達しうると考える．

2) **穹角度**の測定値も直接・間接兩像の間に著しい差異を認め得ない．

3) **振幅**測定成績も，一般に間接キモ像による値が小ではあるが，ある限界內では，その程度を比較檢討しうるものと考えられる．

4) **波型**．間接キモ像の著しい缺點は波型特に心房波に現れる．即ち左第一・左第四弓等の特長ある波型は，間接キモ像に於ても明かに認めえられるに反し，右第二弓・左第三弓等に見る心房性～多丘型波は，振幅の小なる事にも原因して，間接キモ像の成績は，直接像に比し甚だ異なつてくる．特に右第二弓に於ける二丘波は，直接キモ像に認められた50%(B格子)，100%(C格子)に認めえない．左第三弓部に於いても，夫々20～25%の示現率しか示さない．心房波を間接キモ像に示現せしめる事は，間接キモ法の前述の諸種の缺點を解決せざる限り至難のことゝ云えよう．細隙幅徑を小とすれば，その大きな一缺點を除きうるも，管球負荷が大となる．然も之には限界がある．以上の直接・間接キモ像での心臟各部搏動形態の概要を圖示すると凡そ第12圖の如くである．

第12圖 2種の格子による各部の像の比較



附 本研究中，檢査對稱とした一兒童（滿9歲女子）～之は入學以來左側肺門淋巴腺腫脹と診斷せられ來つたものであるか～の潛行性先天性心異常(肺動脈狹窄)を間接キモ像によつて摘出し，精査・EKGによつて之を裏付けえた．本例に於いては左第二弓の著しい膨隆，穹角度は ∠γ 42°，∠β 52°，∠δ 30° と∠γは小，反之∠δは著しく大で，この部搏動は全く動脈波型で占められていた．斯かることは通常の單純間接撮影像では不可能であつたことで，長年の誤りを訂正し得た點にも動態撮影の一つの意義を認めうると考える．

IV〕 結 論

1) 吾々は未だ試みられなかつた間接動態撮影法に就いて，自家考案裝置による6×6糎版間接キモ像の撮影に成功した．方法として三つを考えその何れもが搏動像を示すことを確かめえたが，現在の段階，レ線不透過性格子板による，直接キモ撮影の格子移動方式に相當するものがよく，他は未だ不適當である．

2) この間接キモ撮影法は，心臟をも檢査對稱とした集團檢診に用いうる．吾々は之により低學年兒童年齡層の心臟搏動型を知り得た．更に心疾患の摘出にも役立つを知つた．

3) 格子板細隙幅徑は，狹い程いゝ．幅徑を增すと共に，半影をまし像の鮮銳度を損い，振幅・

波型の歪曲變形さえ來す．實用上吾々の用いた0.5粍細隙のものが先ず用い得る限界かと考える．

4) 間接キモ像に於いては，特に撮影條件に種々の制約をうける．搏動波2～3個の撮影が觀察にもよく，從つて撮影時間は2～3秒に選ぶがいゝ．

5) 間接キモ像では，心室波・動脈波の判讀は直接とほゞ同樣であり，從つて搏動型の測定は可能である．從つて寫角度の測定値も直接像と甚しい差のない成績がえられる．これ等二者は細隙幅徑1.0粍のものに於いても大差ない成績がえられた．

6) 振幅は直接像より一般に小，格子幅徑の狹いものに誤差が少い，且つ撮影搏動波數の多い程誤差が多い．

7) 波型の判讀には細隙幅徑が小さいものによらねばならない．然も尙多少の歪曲變型をまぬかれぬ．

8) 各波間の時間的關係の細かい分析は間接のよくしえざる點である．

主要文獻

1) Breuer (1950)-Buchkeim (1951): SRW-Nachrichten (Sep. 1951). —2) De Lorimier: Radiology 38/4 (1942). —3) 福留: 金澤醫理學叢書, 11卷 (昭25.12). —4) 平松～小林: 心臟レントゲン・キモグラム (昭26). —5) 石原: 日本放射線醫學會雜誌, 7/5 (昭14.12). —6) 岩崎～志賀: 東京醫學會雜誌, 51/2 (昭12.2). —7) 小林: 金澤醫理學叢書, 8卷, (昭24.5). —8) 三宅: 十全會雜誌, 46/12〔昭16). —9) 三宅～中西: 十全會雜誌, 46/5 (昭16). —10) Morgan: Am. J. Roentgen. 50/2 (1943). —11) Newell and Garneu: Radiology 56/3 (1951). —12) 野崎: 富士Xレイ研究, 通卷8號. —13) Reindell: Fort. Roentgen. 60 (1939). —14) Schwarzschild: Mc Laren (modern trends in diag Radiol., London 1948)による. —15) 志賀: 日本レ學會雜誌, 13/2 (昭10.7). —16) Stumpf: Roentgenkymo. Bewegungslehre innere Organe (1936). —17) 遠山: 新潟醫學會雜誌, 64/12 (昭25.12). —18) Tront et al: Yearbook of Radiology 1949.