

胸部のX線撮影

Skiagraphy of the chest

Hulst H. Trans Am Roentgen Ray Soc. 89-94, 1903

I. 存在意義

あらゆる手段を駆使するのは、良い診断医の資質のひとつである。しかしそれぞれの教育や個人的な背景もあって、いろいろな検査技術をくまなく身につけることが難しいことも事実である。

技術の一方的な発展に加え、内科学においてレントゲン学が比較的新しいということもあって、胸部検査におけるレントゲン線の使用を無視したり、あるいは逆に固執したりする傾向がある。

例えば、Buttlerはその著書 *Diagnostics of Internal Medicine* (654 頁) で、「医学におけるX線透視、X線撮影は、その胸部疾患における有用性が証明されている」としながらも、「機材がかなり高価であること、その管理に技術が必要であること、信頼に足る診断を行なうため必要な教育、経験の必要性などから、現在のところX線診断は専門家の手に委ねられている」としてそれ以上触れていない。

しかし、すべての診断法には、教育と豊富な経験が必要であり、その知識は専門家の手を経て我々の手の中に入ったのではなかろうか。

最新の診断学の教科書の著者である Musser は、胸部X線診断に 1～2 頁しか割いていないとはいえ、少なくともこのような考え方を述べている。「数多くの機材を用意する必要がある、化学検査、細菌学的検査には多くの時間がかかる。診断にはしばしば数時間、さらには数日を要する。患者は益するが、忙しい臨床に加えて顕微鏡検査、化学検査、細菌学的検査を行わなければならない。科学的を志す医師は患者の数を制限するか、あるいは検査を補助する助手を 1, 2 名持たなければならない」(Musser. *Medical Diagnosis*, 21 頁)

ひとつ確実と思われることは、「患者が益する」のであれば、単なる費用や技術的問題はレントゲン線の医学応用の妨げとはなりえない、という点である。そして診断学の進歩によって患者が益するのであれば、それは疑いのないところであろう。

Holzknicht (*Die Roentgenologische Diagnostik der Erkrankungen der Brusteingeweide*, 胸部疾患のレントゲン診断), Williams (*The Roentgen Rays in Medicine and Surgery*, 内科および外科におけるレントゲン線) を初めとするその他の診断学の文献は、一般内科医だけでなく結核医もX線がその仕事に投ずる影響を認識することが絶対的に必要であることを示唆

しており、「肺結核が疑われる症例においては、X線診断の手間は不要である」といった Hilderbrand の主張が根拠なき独断であることを示している。

X線撮影、X線透視の有用性の比較の問題については、胸部についてはX線透視の方が適応が広いことについては否定できない。さらに一部の所見については、X線撮影よりX線透視の方が容易である。現在では William's sign として知られ、初期の肺結核の診断に決定的に重要とされる横隔膜の運動制限は、X線透視で最もよく評価できる。心臓の大きさ、形態の正確な決定には平行線透視法 (paralloscopy) が唯一の方法であり、これにはX線透視が必要である。従って、どちらかを選べと言われれば著者はX線透視を選ぶ。事実、胸部の拍動するX線透視像は、剖検に最も近い生前検査といえる。

ではなぜ胸部X線撮影なのか。

X線乾板では、他の方法で見えない皮疹が見えるという既知の事実、従って肉眼よりも細かいものが見えるという事実は、皮膚科学や天文学と同じようにX線撮影でも利用されている。従って現在では、骨折のX線透視はもはや、全体のオリエンテーションをつけ、より詳細なX線撮影の予備検査としての意義にとどまるものである。著者が胸部のX線撮影を行なう理由は、胸部以外のものを撮影することに外ならない。Williamsが「初期の結核における胸部の異常はX線撮影よりX線透視で良くわかる」(Williams, 前掲書, 120 頁) としているのは、X線撮影に欠陥があるのではない。運動現象のオリエンテーションと分析には、X線透視は一次的に重要である。しかし被写体が静止していれば、解剖学的な詳細を知るにはX線撮影がはるかに優れている。X線透視派の一部の人々には、おそらくこのことが必須条件として理解されていない。緊急症例においても、X線撮影は運動現象を記録できるということは、Scheveningen の Eyckman が示している通りである (*Bewegungs-phogographie mittels Roentgenstrahlen*. *Fortschr Geb Roentgenstr.*)

この静止条件を十分に評価した Holzknicht は、当然予想できるとおり「肺とその硬化病変のX線写真は、X線透視よりもはるかにすぐれている」としている (Holzknicht, 前掲書)。

しかし残念ながら、結核医は早期診断を巡って意見が異なっている。Weickerは *Journal of Tuberculosis* で「早期診断は、結核菌をふくむ喀痰を放出しない閉鎖病巣を診断することにある」。同じ雑誌で Fraenkel は、「結

* Gerand Rapids, Michigan

核菌を証明できなければどんな診断法も十分とはいえない」としている。

結核医は、早期診断の方法についても意見の一致を見ない。Brooks は「ツベルクリン反応は他の疾患でも多く陽性となり、不確実で、受容しがたく、副作用がまったくないとも言えない」「培養液のグリセリン、蛋白自体が陽性反応を示すことが知られている」と述べている (Journal of Tuberculosis, iv(3))。

Tyndal は、聴診に信頼を置き、Brooks は結核の早期診断には体温計が最も良いとしている (前掲誌)。

Weicker, Knopf, Tyndal, Brooks, Von Ruch 他はそろって、「レントゲン線はあきらかに、旧来法に何も加えるところがない」という Hildebrand を支持している。しかしかれら自身の間で、初期診断法と各方法の意義に関する意見が異なっていることからして、その新しい方法への反対を無意義なものとしている。

X線で陰影が見えた時点で、すでに初期とは考えられないとする反対意見は正しい。しかし、放射線科医は、肺結核の診断がその絶対的初期に可能だと主張しているわけではなく、その他の検査法でもこの点については同様である。

新しい方法が早期診断に加えるところは、結核菌侵襲前期 (prebacillary) の診断をより確実にすることであるが、早期診断に大きな比重を置くことによって、診断が確実になることよりも治癒率の向上を期待できる (Goetsch は 71%, Trudeau は 83% としている。Journal of Tuberculosis iv(2))。

X線撮影を機械的に重ねるより、医学的な経験を積み重ねることが先決である。

II. 撮影技術

1. 短時間撮影は、散乱線によるボケを有意に削減できる

2. 深吸気で停止下に撮影することにより、呼吸運動によるボケを避けることができる。これに対して呼吸下の時間をかけた撮影は、細部を描出するというX線撮影本来の目的を失するものである。従って、股関節のように完全に静止した状態を念頭において、胸部領域でこれを見捨てることは全くの的外れである。しかし我が国ではごく最近までこれが普通に行なわれていたのである。米国のメーカーは、わずか1年前、自社のコイルは胸部を30～40秒で撮影できると吹聴し「他のどんな装置」よりも50%高速であるとしていた。

しかし、これは3年前にLondonでIsenthal氏が行なった短時間撮影である (Archives of the Roentgen Ray, v(3))。

昨年12月の本学会で、Dr. M. K. Kassabian は短時間

撮影を推奨して30秒で撮影された良い胸部写真を供覧された。同じ学会で著者は、1秒および1/2秒で撮影した写真を(増感紙を使ったもの、使わないものをふくめて)供覧した。

Von Ziemssen, Rieder は、1901年、その素晴らしいアトラス "Die Roentgenographie in der inneren Medecine" に1秒以下の写真を掲載している。その最初の瞬間X線写真が発表されたのは1899年である。

著者はこの方法を14カ月前に導入し、以来胸部写真はすべて1秒以下で撮影している。

著者はこの目的に、可変誘導抵抗1918年インチQueenコイル、110ボルト直流のWehnelt断続器を使用している。

X線乾板はさまざまなメーカーの通常のもので、現像は自分で行なっている。X線管球は正しく調製する。スパークギャップによる試験はやるだけ無駄であり、自分の手で試験するのではなく、Walter 露光計で試験するべきである。中等大から大きな胸部ではGundelach Wehnelt 管球を使用し、これはWalter 露光計で6番に相当する。小さな胸部の場合は、Walter 露光計5番の管球の方が良い。

コントラストを改善するために、1枚ないし2枚のタングステン酸カルシウム増感紙を使うこともある。しかし増感紙を使うと細部がボケる。

まとめと結語

X線撮影は、従来の検査法により得られた結果を確認するだけでなく、貴重な補助検査法である。

動きのある現象の分析には、X線撮影はX線透視ほど適応がないが、病理学的詳細を知るにははるかに優れており、記録としての利点を有する。

X線撮影の対象はできる限り静止している必要がある。これは股関節と同じく胸部でも同様である。呼吸停止下の瞬間撮影法 (momentary exposure)(1/2～1秒) でもまだ長い。超瞬間撮影法 (flash exposure) も可能であり、将来はそこに至るであろう。

横隔膜の限られた範囲の撮影は常に可能である。この目的に著者は、Albers-Schönbrg の圧迫グリッドの改良版を備えたX線カメラを使用している。

細部を犠牲にしてもさらにコントラストを得るためには、乾板あるいはフィルムを微細粒状性タングステン酸カルシウム増感紙で挟むと良い。

現状では、必要な電気エネルギーを供給するのは良い誘導コイルのみである。

X線管球の真空度は維持する必要がある。中等大の胸部撮影のために必須の条件は、Walter 露光計6番ある

いはそれに相当するものである。

動作可能な最低限のX線管球がこの目的には適している。

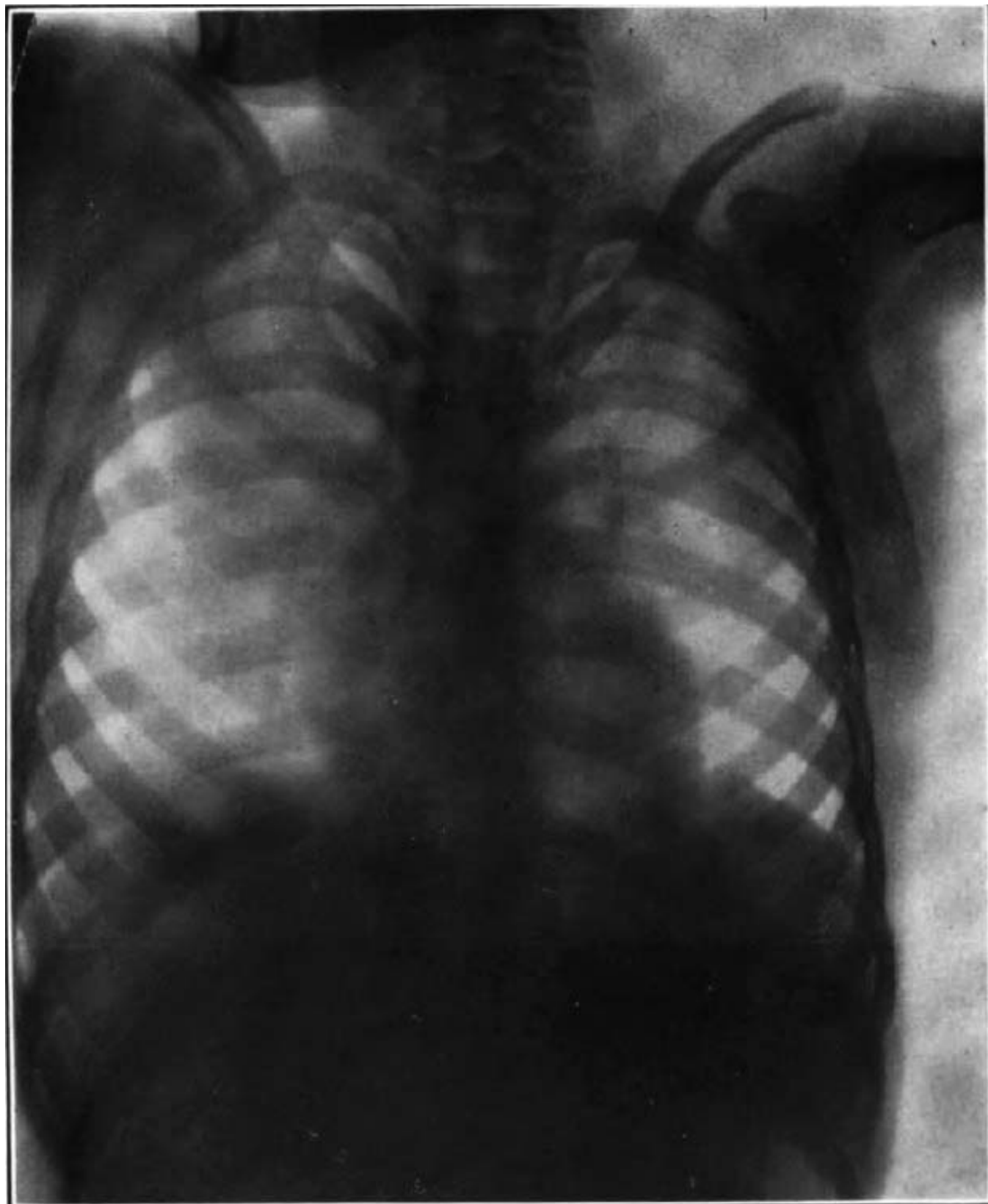


図 1. 正常胸部

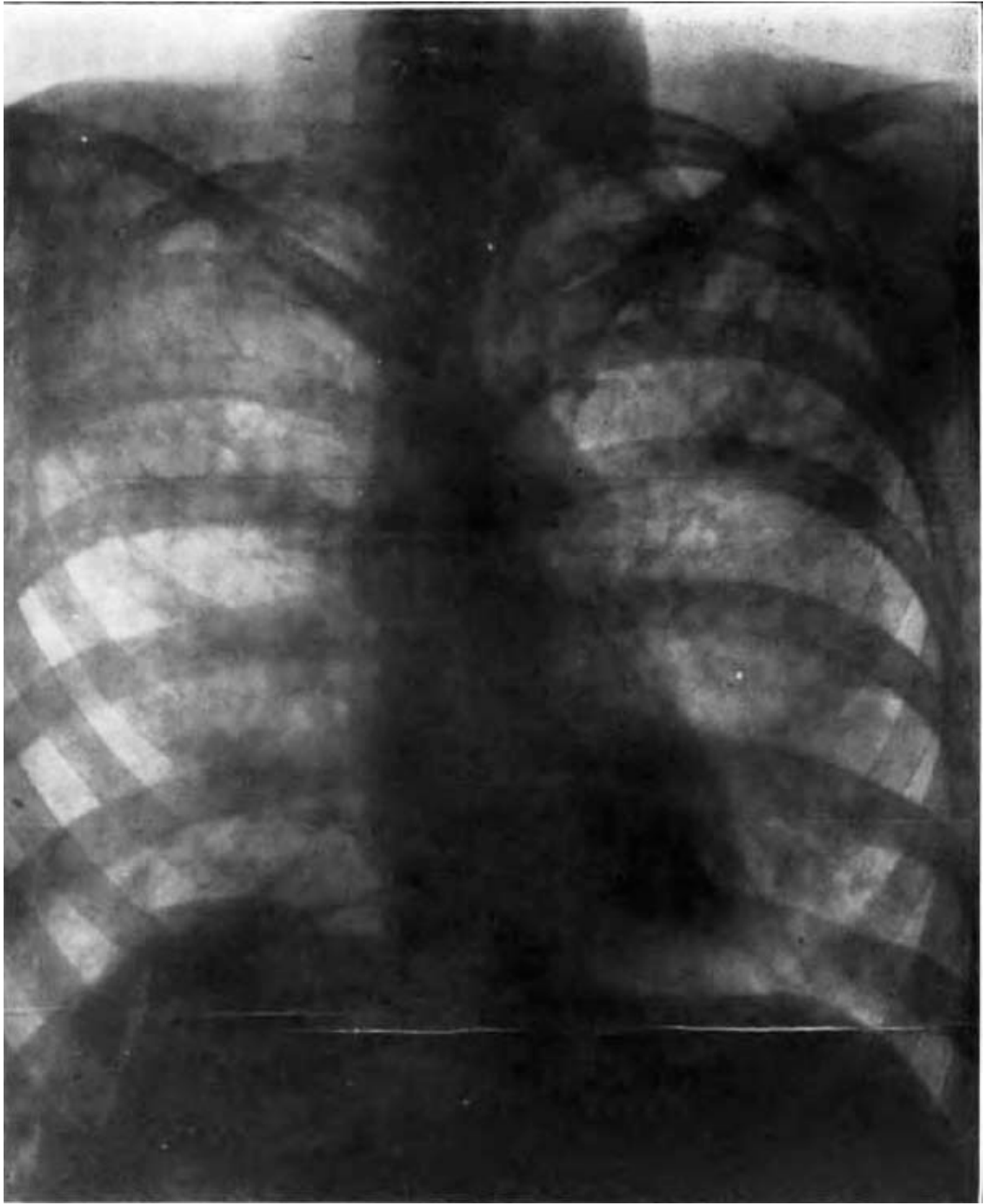


図 2. 肺結核. 露光時間 1 秒. 増感紙使用せず.

胸部臓器の瞬間X線撮影法

Instantaneous skiagraphy of the thoracic organs

Kassabian MK. Trans Am Roentgen Ray Soc. 95-100, 1903

我々は、胸部臓器の完璧なX線写真を撮影することは、決して容易ではないことをよく承知している。これまでに、X線写真の撮影には露光時間を長くする必要があり、このため心臓や呼吸の動きのために多かれ少なかれ画質が低下することが分かっている。X線装置の改良に伴い、露光時間は従来の1～4分から数秒あるいはそれ以下になり、画質が明らかに改善している。

このような、心臓や呼吸運動の影響を受けないX線写真を撮影するには、2つのポイントがある。第1にできる限り良い装置を使用すること、第2に適切な撮影法を使用することである。従って、呼吸運動によるX線写真の画質低下を克服するには、X線照射を短期間として、吸気終期にあわせて撮影する必要がある。心臓の場合、露光時間は瞬間的である必要があり、少なくとも心周期全体あるいはその一部と同期する必要がある。

ここでは、著者が使用している装置と、特に胸部臓器の撮影に有用と考えることを述べる。

(a) Ruhmkorff コイル

X線装置の中で最も重要であり、これなくしてはいかなる胸部X線撮影の努力も水泡に帰するものである。静電発電機でも誘導コイルと同等であるとする専門家の意見もあるが、両者の慎重な比較実験から、著者はこれに賛同できない。X線撮影に最適なコイルは、スパークギャップ21cmのものである。

(b) 断続器

これなくしてはコイルも無用の長物と化するのが断続器である。現在多くの異なるタイプが出回っているが、過去7年間で著者はそのほとんど全てを試し、高速胸部撮影に相応しいのは電解式のみであるという結論に達している。電解式断続器は急速な断続が可能であり(8,000～16,000回/分)、心臓や肺のX線撮影のためのコイルに必要な条件をまさに満たす。毎秒の断続回数が増えれば、ONの時間と頻度が増加し、二次コイルからの放電が大きくなる。X線管球と放出発生効率の改良されれば、X線管球の励起とX線透過性はONの時間と断続器の振動数に依存する。このことから、

機械式断続器が不適であることは推測されよう。機械式断続器の断像回数(650～900/分)は、高速胸部X線撮影にはあまりに少なすぎる。さらに電解式で得られる電流は、機械式にくらべて大きい。

(c) Crookes 管

高速撮影には、高真空度の管球が必要である。このことはX線透過性が強いことを意味しており、これが胸部の高速X線撮影に非常に重要であることが分かっている。透過性の試験は、蛍光板に手をかざしてみると良い。

(d) 増感紙

多くの専門家が、X線の乾板感光作用を増強する増感紙の使用を推奨している。著者は増感紙を多く利用したが、患者の安全性の問題から露光時間を最短にする必要がある場合のみ使用すべきであるという結論に達している。

X線の乾板感光作用を加速、増強する多くの方法の中で、有用であると判明した方法は唯一これだけで、この蛍光物質を乾板に接近させる方法は、通常の光線が蛍光で増強される原理と良く似たものである。増感物質を使用するに当たっては、2つの点に留意する必要がある。ひとつは蛍光面の粒状性で、これはX線写真の解像力を著しく現象させ、小さな骨構造の詳細はほとんど消失してしまうことである。もうひとつは、色感受性(オルソクロマティック)乾板を使用することで、これは最も良い白金シアン化バリウム増感紙が発する黄緑色蛍光が、通常の乾板をほとんど感光しないためである。

この方法で非常によいX線写真が得られる。タンゲステン酸カルシウム増感紙の利点は、カラー感受性乾板を使う必要がなく、白金シアン化バリウム増感紙にくらべて非常に安価であることである。

(e) X線乾板

X線撮影の増感紙の選択は、X線乾板の選択に大きく依存する。その感度、すなわちX線によって乾板が感光する速度は、通常光に対する感度と良く似ている。数年前に著者が行なった実験では、放射線感度と写真感度はいずれもDriffieldスケール**で80～100であった。さらにこの実験で、通常光に対する感度とX線に対する感度は必ずしも並行しないことも明らかにした。胸部のX線撮影では、最新のメーカーのほとんどが製

* Director of the Roentgen Ray Laboratory of the Philadelphia Hospital, Etc.

** [訳注] フィルム感度(速度)の表示法。1890年、2人の化学者、スイスのFerdinand Hurter、イギリスのVero Charles Driffieldが研究した写真フィルム乳剤の露光量と濃度の関係を示す対数グラフをもとにした表示法で、HD、H & Dなどと記載される。その後ASAやDIN、現在はISOが使用されている。

造している「超高速」(extra rapid) 乾板の使用が必須である。以下の実験で著者が使用した乾板は片面重層乳剤で、通常の写真乾板やフィルムよりも遙かに優れている。

胸部 X 線の撮影法の選択は、装置の選択と同じく重要で、次にこれについて考察する。適切な撮影法なくして、X 線撮影はあり得ない。

(a) 患者の位置決め*

患者は臥位、半臥位、坐位、立位などとするが、肺、心臓、大動脈の陰影を明瞭にうつすためには、腹臥位として、上腕を頭の上あるいは後ろに組ませると良い。この体位では、これらの臓器が乾板に接近するため、背臥位より明瞭な陰影が得られる。またこのようにすると、肩甲骨、脊椎が胸部臓器の陰影に重ならない。別掲の X 線写真は胸腔の両側縁まで絞こんで撮影したものである。短時間露出では、脊椎の陰影は事実上消失、あるいは少なくとも大幅に拡散している。言うまでもなく、X 線乾板は患者の下に置き、X 線は上方から胸部を通過する。事前の X 線透視で肺の後部に硬化部位がある場合は、背臥位で撮影している。こうすることによって、病変部を腹臥位よりも X 線乾板に接近させることができる。背臥位とするもうひとつの場合は、大きな大動脈瘤の患者で、特に強い痛みを訴えて腹臥位にすることが難しい場合である。この場合は、X 線管球を撮影台の下に置き、乾板は前胸壁に密接させて、X 線を後部から通過させる。このとき X 線乾板をしっかりと固定して、神経疾患の患者など体動による事故を防ぐよう注意する。立位、坐位を推奨する専門家もあるが、著者の場合は患者の多くが神経疾患のため、スパークやちょっとした雑音による体動で満足な写真が得られたことがない。

胸部臓器の満足な X 線写真を得るためには、撮影にあたって肺を深吸気として、息を止めるように指示する。

Philadelphia Hospital では、Dr. F. C. Johnson の協力を得て多くの実験を行なった。この撮影法を以下の症例で紹介する。

症例 I. 若年成人、身長 163cm、体重 64kg。肺、心臓は正常。衣類をすべて脱がせ、腹臥位として上司を頭の後ろに組ませた。特製 X 線乾板 (14 x 17 インチ)、増感紙 (11 x 14 インチ) を胸廓の下に置いた。15 インチ Ruhmkorff コイル、電解式断続器を使用した。直流 110 ボルト。Crookes 管を胸椎の直上に置き、陽極と X 線乾板の成す角度は 20 度とした。管球と乾板の距離は約 22 インチ。曝射中の一次コイル電圧 (25 ~ 40 ボルト) は、計器が突然オン / オフしたため正確に記録できなかった。撮影は、患者が吸気して肺が十分膨張した状態で行なった。露光時間は 1.5 ~ 2.5 秒の範囲であった。メトール (Metol Hydrochinon) 現像液で現像し、25 ~ 30 分で緩徐に現像した。ネガの二塩化水銀による増強処理は行なわなかった。

写真 1. 露光時間が非常に短いことを考えると、コントラストは非常に良好であるが、骨は露光不足のため良くうつっていない。肺は空気を含んでおり、気腫状に見える。

肋骨がばけて見えるのは、電流の断続に際して患者が突然動いたためである。増感紙を使用した場合の陰影の違いがわかる。

この位置は、心臓の撮影には最適で、このように X 線乾板を接近させることは非常に重要である。X 線写真上、心臓の心尖部から心基部までの大きさは 16cm であった。位置は正常に見える。心臓の輪郭が不鮮明であるのは、明らかに増感紙の影響である。

胸部上部の両側にみえる短軸 3/4 インチ、長軸 6 インチの細長い陰影は肩甲骨であるが、この因子が肋骨、肺に重なっていないことがわかる。

右横隔膜の正常位置は左側よりやや高い。正常呼吸下で動きはないので、その上縁は明瞭に認められる。

** 見出しに (a) とあるが、(b) 以下の記載はない。

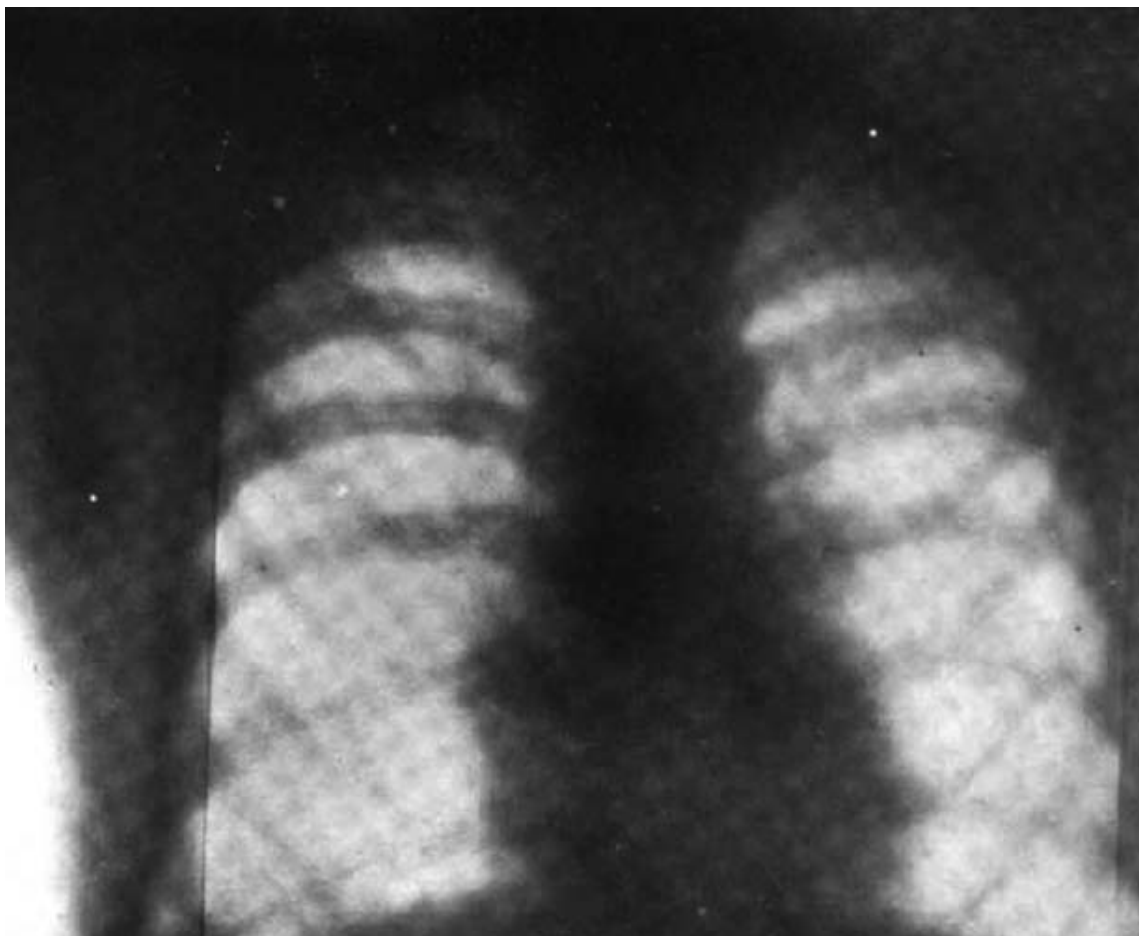


図 1. 正常胸部

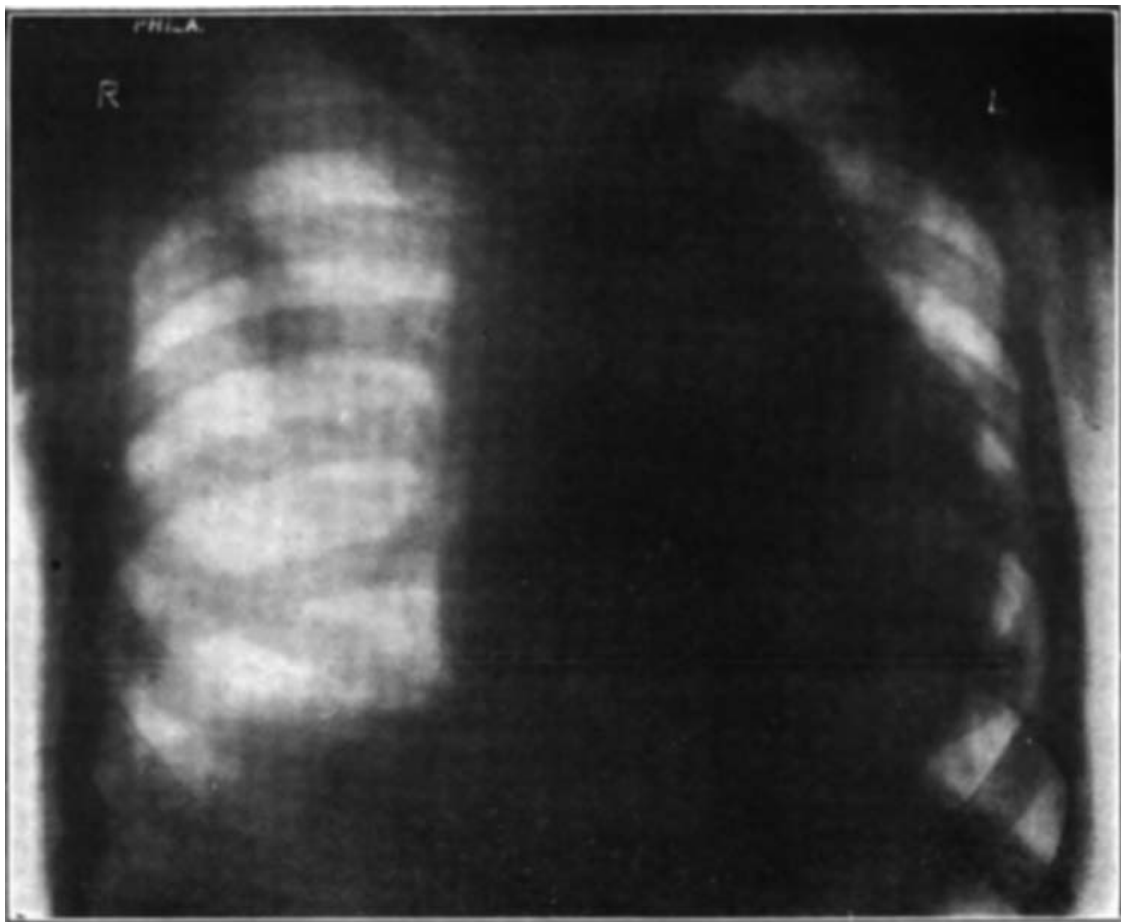


図 2. コイル 15 インチ，直流 110 ボルト，機械式断続器．体重 68kg，腹臥位．診断：大動脈瘤および心拡大．筋肉の動きが少ないため，心臓の輪郭は明瞭である．露光時間 20 秒，増感紙使用せず．

討論

Dr. Gordon G. Burdick, Chicago:

おふたりの発表者は問題点を完璧にカバーされており、それぞれの得られた結果は大いに価値のあるものと思います。我々も Chicago でこの瞬間撮影法を行ない、その方向である程度の成功を収めていますが、全体としては瞬間露光よりも長時間露光の方が良い結果が得られると思います。心臓を除けば、瞬間撮影法の露光は 15 ～ 30 秒です。現状ではさらに長く露光する傾向あると私には思えます。おそらく X 線管球の破損率が高いことがその一因かと思えます。我々のところでも、瞬間撮影法を試みて、貴重な X 線管球を立て続けに 3 本失いました。この管球はいずれも 1 本 20 ドルすることを考えると、かなり高額な検査になると思います。費用の問題だけを考えても、この方法は普及しないでしょう。

瞬間撮影法の成功の大きな一因は、現像液 X-light の使用によるものです。これを可能とする現像液はいくつかあります。私が驚いたことは、Dr. Hulst がヒドロキノン (hydrochinon) を使って成功していることです。私はヒドロキノンではうまくできませんでしたし、他にもうまく行った話をきいたことがありません。ヒドロキノンは私が知る中で最も奇妙な現像液です。非常に作用が緩徐で、太陽光に露光しても、現像液に乾板を浸してから 1 ～ 2 分で現像できることは稀です。炭酸塩、臭化物いずれも大差ありません。数時間使用してもほとんど曇りが出ません。原則としてこの種の現像液では中間階調がほとんど得られません。中間輝度を犠牲にして高輝度部分が強調されるので、高輝度部分と陰影部分のみで、必要な中間濃度が失われた画像となります。

アミドール (amidol)、ロジナール (rodinal)、メトール (metol) は、上手に使用すれば Dr. Hulst が指摘、供覧した条件を満たすことができます。露光時間も、特にアミドールは 1/15 で済みます。アミドールについてひとつ問題なのは、ポジプリントが必要な場合、アミドールは青系に傾いて焼き付け目的の非紫外線系の色彩に向かないため、ネガに色づけする必要があることです。黄、茶、灰色系は生成されません。ネガは常に良好ですが、焼き付け前に多少黄色を加味する必要があります。ネガを損なう可能性があります。

これに対してロジナールは、ネガとして非常に良いだけでなく、ポジにも良好ですが、液体現像液です。その割りにあまり利用されていません。瞬間撮影法に使用するには、私が示すような方法をお薦めします。ヒドロキノンには驚くべき特性をもっており、適当な組み合わせを考えればその欠点を克服して他にない特徴を発揮できるかも知れません。しかし写真法としては最もコントラストが強く、クセが強く、遅い現像液です。

もしこの瞬間撮影に使う方法をどなたか発見されたのであれば、是非使い方を教えていただきたいと思います。

Dr. Kennon Dunham (Cincinnati, Ohio) :

演者の方々に、非常に重要な点を伺いたいと思います。Dr. Hulst H は、瞬間撮影に最適な管球は低い管球 (low tube) だと言われました。Dr. Kassabian は高い管球 (high tube) が最適と言われました。この高い、低いというのはどういう意味でしょうか。「高い」管球は、スパークギャップやその他の抵抗を調節してより効率的ということでしょうか。Dr. Hulst が言われる「低い」管球というのも、そういう意味でしょうか。

Dr. Preston M. Hickey (Detroit, Michigan) :

私が X 線に興味を持ったのは、胸部診断において価値があると感じたからです。しかし、演者のお二人ともこの瞬間撮影にうつっている陰影の価値について述べられませんでした。我々は、このような画像の価値をまだ十分活かしていないと思います。つまり瞬間撮影で得られた陰影の解釈方法を知らないと思います。例えば脊椎に沿って、あるいは事実上胸部全体にわたって認められる分枝状陰影がありますが、これが血管の陰影なのか気管支の陰影なのか疑問があります。

これを知るために私は実験を行ないました。屍体に薬剤を注入して数多く撮影してみました。私はこの陰影を、患者の胸部撮影と比べて、太さ、方向が良く一致することを確認しました。次いで、屍体の気管支に散弾を、血管に濃い鉛溶液を注入しました。気管支内に散弾を入れることにより、その不連続から血管と区別できます。気管支と血管は互いに密接に走ることが分かりました。

この陰影を生体の X 線写真で解釈することは非常に重要です。当然の疑問として、これらの陰影は肺の硬化像なのかという点です。初めはそうのように考えていましたが、この実験の結果、そのようには考えなくなりました。我々は診断する前に、胸部の両側を慎重に検査する必要があります。また心臓の陰影が一方を覆って、血管陰影が見えないことにも留意する必要があります。反対側についても同様に考える必要があります。

R. H. Swowdon Ward (London):

本学会の役員ならびに会員の方々に、部外者をお招きいただいたことに感謝します。この 2 つの発表は非常に興味深いものです。私が写真家だからだと思いますが、ひとつ特に関心を引く点があります。その意味で、短時間露出をされている方々にアドバイスを差し上げたいと思います。

5, 6 年前になりますが、写真乾板の X 線と通常光線に対する感度を比較する実験を行ないました。結論か

らいうと、およそ 100H.& D. までについては、あらゆる条件下で X 線に対する感度と昼光に対する感度は非常に良く似ています。しかし 120H.& D. を超えて (当時入手できる昼光に対する最大感度の)150 になると、昼光に対する感度が急速に低下しました。昼光に対して非常に高感度の乾板は低感度のものに比較して、X 線照射後に現像したネガではコントラストが低いのです。

私は、短時間露光をされる方々には、X 線感度と昼光感度を比較できる一連のデータが得られるように、何らかの確実な方法で昼光感度を測定されることをお奨めします。同じ乳剤であれば、厚さを 2 倍にすれば事実上 2 倍の効率が得られます。この方向で研究が行なわれていないことは残念に思います。乳剤メーカーと放射線科医の協力が必要でしょう。

Dr. Hulst(回答) :

私は自分が使用している現像液に興味があります。これは数年前に私が調製したもので、その後他のメーカーのものを時折使用してみましたが、結局自分の処方に戻ってしまいます。他のものよりヒドロキノン現像液の方がうまく行きます。現像液の温度には非常に気をつけています。冷えすぎると非常に遅くなります。適切に使えば問題ありません。Dr. Burdick がヒドロキノンについて問題を抱えられた一因は、おそらく古い現像液を使用されたことではないかと思います。私は現像液を 2 回使うことはありません。費用はかかりますが、使用した現像液は捨てるか、あるいは瞬間撮影には使わず他のそれほど重要でないものに回します。ただし、私は常に 1 回で 2 枚乾板を現像していることを付け加えておきます。

ドイツではグリシンを使用しています。他の目的に使っていましたが、それほど満足のゆくものではありませんでした。ロジナル、エディノールを亜硫酸アセトンと共に使ってみましたが非常に良好でした。しかし現像液がそれほど大きな比重を占めるとは思いません。どんなものでも良い現像液と通常の乾板を使えばうまく行くかも知れませんが、私は全て使ってみてそうではないことがわかりました。大切なことは使い方です。乾板が X 線で十分感光しているか、現像液を適切に使用しているかです。もちろん X 線管球が硬すぎず軟らかすぎず、十分な電流を流すことが重要です。

私は、ヒドロキノンコントラストが良好ですが、クセがあるとは思いません。私の良き友です。

高速撮影、瞬間撮影の理屈は、他の撮影と同じです。被写体は静止していなければなりません。我々は患者が静止するよう、撮影台に固定しています。動いている肺の良い写真が撮れることは驚異的といえます。肺の軟部の良い写真を撮る唯一の方法は、静止状態で撮

ることです。そのためには素早く撮影しなくてはなりません。静電発電機では無理です。十分なエネルギーを供給できないからです。5 秒で良い写真を撮ることが必要です。十分な装置で、できる限り素早く撮影する必要があります。乾板の感度にももちろん依存します。心臓をすべての位相で撮影でき、ステレオ撮影もできる日が来るものと信じています。現在でもきれいな写真がとれているのですから、これができない理由はありません。

管球については、十分な電流に耐えて、良い画像が得られれば、どんなものでも良い管球といえます。私はほとんど Gundelach 管球だけを使っています。最も安いからですが、20 ドルもしません。もっと高価な管球も使っています。1 日で 100 ドル相当壊したこともあります。まず最大電流ではなく、最小電流でテストしてみる必要があります。それで問題なければさらに電流を大きくしてみます。

1/2 秒露光、1 秒露光については、もっと正確な秒数を決定できればと思っています。

高い管球、低い管球、軟らかい管球については、長時間、短時間という言い方と同じで、特に意味はありません。じっさいには露光計を使わなくてはなりません。1 秒で胸部を撮影するには、Walter 露光計^{*}で 6 番相当の X 線管球、18 インチコイルが必要です。しかし私は、もっと強力なコイルが必要だと思います。余裕があれば 46 インチコイルを手に入れて、どの程度できるか試してみたいと思います。私は腹部大動脈瘤と思われる写真を持っていますが、このような写真は他に 1 枚しかありません。ドイツで撮影されたもので、100cm スパークギャップのコイルで撮影されています。この写真を Dr. Crane に見ていただいたところ、腹部大動脈瘤であると同意を得ました。18 インチコイルで撮影したものです。

事実上無制限の出力が得られるコイルがあれば、さらに高出力の管球を使うことができます。高出力管球は高出力コイル、低出力管球は低出力コイルに使用できます。X 線撮影はすべて兼合いです。X 線管球を変えたら、コイルも釣り合うものにしなければなりません。初めは難しいかもしれませんが、コツをつかめば難しくありません。X 線乾板を壊さない限り、良い写真を撮れます。

Dr. Kassabian(回答) :

通常の X 線乾板では、特製のものに比べてこの目的には良い結果が得られません。数年前、私は通常の乾

^{*} [訳注]Walter Skiameter. 木板に開けたまるい 8 個の穴に、異なる厚さの白金が埋め込んであり、その X 線透過性を 1 ~ 8 の数字で半定量的に表示する。当時広く用いられた [Ernst Rühmer. Konstruktion, Bau und Betrieb von Funkeninduktoren und deren Anwendung. Heft 2 (Hechmeister & Thal, Leipzig, 1904)]

板で自分の手を撮影し、特製のもので再撮してみました。露光時間は同じでしたが、両者の陰影の違いはひとめでわかりました。もちろん、手のX線写真には良いでしょうが、胸部、腹部、股関節には不適でしょう。疑問があるようでしたら、ご自分でも試されると良いと思います。

X線管球の真空度については多くの議論がありますが、撮影者が自分の装置に精通している限り、一次コイルの電圧、電流、X線管球を置く距離、二次コイルのスパークギャップなどを良く知っている限りにおいて、一般に満足の行くものが得られると思います。透視で管球をテストすることは推奨しません。手に非常に有害で、これが我々の多くが皮膚炎に罹っている原因です。胸部、腹部、股関節については、管球の真空度は非常に高い必要があり、可能な限り高くします。その他の部位については、真空度が低くても十分でしょう。真空度が高いほど、X線の透過力は強く、組織の吸収は少ないので、露光時間を短縮できます。仕事に役立つように、すべて記録をつけておくべきです。放

射線撮影者は、厚い記録ノート、あるいは記録紙を加除できるファイルを備えて、撮影のたびに病歴、撮影条件、撮影機材などすべてを記録して他の研究者に役立てなければいけません。すべて記憶できないからです。私は小さなノートに電圧、電流、体位、撮影の成否などを記録することを奨めています。私が「数分露光した」と言うだけで詳しいデータを示さなければ、他の人にはなんの役にも立ちません。役立つためには完全な記録をつけて、学会や雑誌に報告する場合にこのような項目を記載しなくてはなりません。そうやって初めて撮影者の経験が活かされるのです。

瞬間撮影法の現状は、当初すぐに使えるだろうと期待されたほどには成功していませんが、じきに横隔膜の、肺、心臓などの偏位を数秒、さらには1/2秒で撮影できるようになるでしょう。これはこのような臓器をX線写真を急速に連続撮影して、映画のように再生する方法への第一歩でもあります。私はこれを可能とする装置を考案しました。完成の暁には会員の皆様にご覧に入れようと思います。