The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	胸部肋骨の量及び障害陰影の実験的研究 X線廻転撮影法の研究(第56報)
Author(s)	竹内, 昭
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1967, 27(2), p. 134-146
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18591
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

胸部肋骨の量及び障害陰影の実験的研究
X線廻転撮影法の研究（第56報）

名古屋大学医学部放射線医学教室（主任 高橋信次教授）
竹 内 昭

（昭和41年9月16日受付）

Experimental Study on Obstructive Shadow Formation in Axial Transverse Tomography applied to Chest
(Study on Rotation Radiography 56. Report)

By

Akira Takeuchi
Department of Radiology, Nagoya University, School of Medicine, Nagoya
(Director: Prof. S. Takahashi)

Experimental study was made on the mechanism accounting for the occurrence of obstructive shadow in axial transverse tomography of the chest when the rotation radiograph was used.

The experiment was performed with an axial transverse tomograph in erect type (Shimadzu).

The followings are the conclusions obtained.

1) A point located beyond the plane to be cross-sectioned was blurred in drawing a locus of a semi-circumference.

2) In case of two points contained in a vertical line in such a condition situating a point above the plane to be transversed and the other below the plane, they were blurred with a locus of semi-circle facing opposite direction each other.

3) With lead wire the rib cage of the chest was experimentally produced. When this chest model was placed erect on the rotating table and exposed during rotation of the table with the range of 0° to 180° by the X-ray beam with lateral, posterior and then lateral direction, the obstructive shadow was imaged in the posterior area of the lung field. In this experiment the inclination angle of the central roentgen rays to the film was 18°.

4) With exposure by radiation beam of lateral, anterior and then lateral direction the obstructive shadow was imaged not in the posterior area of the lung field.

5) With exposure of 360°, the obstructive shadow were more faint as compared with that of 180°, because the former was the superimposition of the latter of the obstructive shadows made by the radiation beam of lateral, anterior and lateral direction, and that of the lateral, posterior and lateral direction.

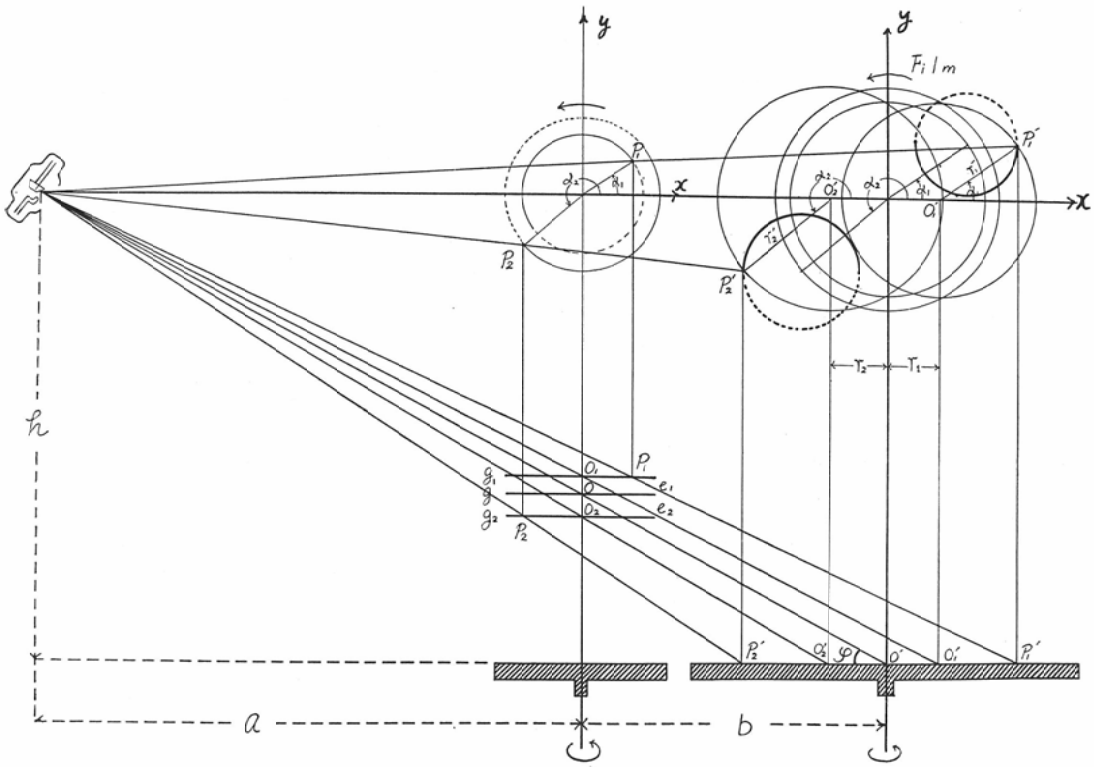
6) Obstructive shadow occurred with inclination angle of 30° of the rib to the horizontal plane was faint, while that with 10° was less faint. (Sept. 10. 1966)

緒　言

臥位式横断撮影装置[3)20)21)]を用いるとき，管球の廻転は360°は一般には困難でたかだか 210° である．かくして人体胸部を横断撮影した場合，患者を背臥位又は腹臥位をとらしめるとき，肋骨の障害陰影はどう変つてあられるか，その原因は何か等につき模型実験を行つて考えてみた．

（撮影装置）使用した横断撮影装置（島津）は立位式[4)7)8)9)10)11)12)13)17)18)]である．この装置を用いると人体をのせる台は0°～360°迄の廻転が容易に行え，この実験の目的に沿うからである．この台に2コのマイクロスウィッチをとりつけ，台が任意の方向よりある角度廻転する時のみX線が曝射される様にした．管球傾斜角φは18°である様にした．X線管球焦点と患者をのせる廻転台Aの廻転中心間距離a＝161cm廻転台Aとフィルムをのせる廻転台Bの夫々の廻転中心間距離bは45cmであつて，従つて拡大率は1.27倍である．撮影条件は，管電圧65KVp 管電流は廻転角180°では7.5mA，360°では3.8mA である．ここで実験方法並に考察の記載を容易ならしむる為に次の如くx軸，y軸をきめた．即ち実験を始

Fig. 1



Schematic illustration of the principles of axial transverse tomography taken with rotation angle of 180°. The geometrical relationship between the cross-sections of the subject and it's radiographic image are shown at the bottom of the figure. The plane in which the cross-section image is to be obtained is denoted g, and planes to be blured g_1 and g_2. The distance between g and g_1 is given by e_1, while the distance between g and g_2 by e_2. The rotation center of planes g_1 and g_2 are marked O_1 and O_2, of which roentgenimage on the film are marked O_1', O_2'. The points on the planes g_1 and g_2 are marked P_1, P_2, of which roentgen image are marked P_1', P_2'. The inclination angle of the central roentgen rays to the film is denoted by φ. Blurring image of points P_1 and P_2 are shown as arcs at the upper right. The direction of the curves of the arc of that points are opposit (dotted line).

める前に廻転台 A,B の廻転中心を通る直線の平面投影をx軸とす．廻転台A及びBの夫々の廻転中心を原点とし，これより管球と反対の方向を正の方向とする．又夫々の廻転中心でx軸と直交する廻転台上並にフィルム上の直線をy軸とする．(Fig. 1)．

実験1

実験目的　廻転角度を180°とせる場合，横断面以外の点はどの様に量けるか．

実験方法　厚紙に直径 7.2cmの円を画き，その円周上に1×1×1.5mmの点状のヒューズを4コ貼り，この厚紙をヒューズBが厚紙の最上点にくる様に10°傾斜せしめる．横断された面より上方のヒューズ群 (A·B) と下方のヒューズ (D) の間で，即ちヒューズCの高さで横断撮影する．ヒューズBが−y→+x→+y の方向を次第にとり乍ら 180°廻転する場合を前 180°, +y→−x→−yの 180° 廻転を後 180° と呼ぶことにする．この際実験結果及びその考察を容易にするため，連続横断せずにX線露出を約22.5° の廻転間隔で前後 180° の廻転にわたつて行つた．

実験結果　この結果，次のことが判つた．(Fig. 2. a.b)

1)　横断面にない点は円弧を画いて量ける．180° 廻転のときは半円となる．この半円は，360° 廻転の時の量の円周上にある．

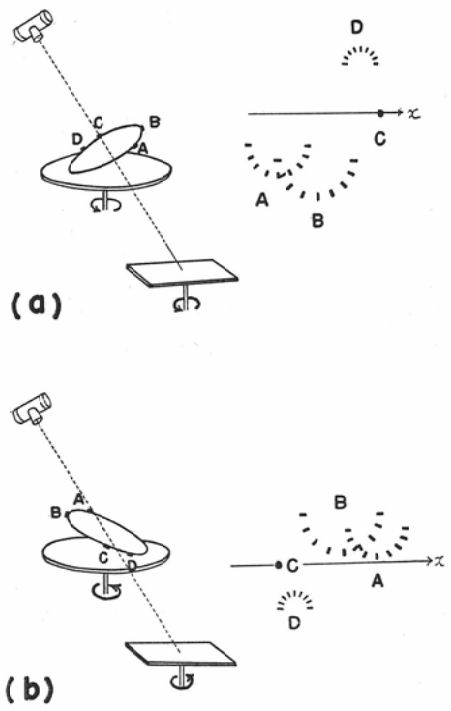
2)　横断面より上方の点と下方の点は，半円を画く軌跡の方向が反対となる．即ち，横断写真を把持観察するとき，y軸の正の方向を上方にある様にすれば，横断面より上方の点は下方に凸なる半円を，又下方の点は，上方に凸なる半円を画いて量ける．

3)　前 180° 廻転の場合には，横断面より上方の点と下方の点によつて画かれる半円の関係は，半円の弦が向きあつた形 (Fig 2-a) で，後180°廻転の場合には円弧が向きあつた形 (Fig 2-b) となる．

4)　夫々の半円の弦は，すべてx軸に平行である．

5)　点が横断面より離れるに従つて半円の半径は大となる．

Fig. 2



Schematic illustration of blurring of points. Points A,B located above, while point D below the plane to be cross-sectioned in which the point C is located.

a: During exposure the rotation table rotates with the range of 0°to 180°.In case point B locates far from the X-ray tube during full course of rotation, the blurring of points becoms as shown in right figure.

b: In case point B locates near the X-ray tube during full course of rotation the blurring of points A,B and D becomes as shown in the right figure.

考察1　(Fig. 1)，横断面の廻転中心Oは，フィルムの廻転中心O′に投影される．今横断面よりe_1だけ上方で横断面に平行なる平面 g_1 上の任意の点を P_1，同様に e_2 だけ下方の横断面に平行なる平面 g_2 上の任意の点を P_2 とし平面 g_1, g_2 の廻転中心を O_1, O_2 とする．ここで，P_1, P_2, O_1, O_2 がフィルム上に投影された点を夫々 P_1', P_2', O_1', O_2' とする．$O_1'P_1'$, $O_2'P_2'$ とx軸とのなす角を α_1, α_2 とする．夫々の廻転台は，時

計の針の方向と反対方向に廻転するとする．$O'O_1'=r_1$, $O'O_2'=r_2$, $O_1'P_1'=r_1'$, $O_2'P_2'=r_2'$ とおく．フィルムの廻転θに伴い，座標軸もθだけ廻転するから，この時の点 P_1', P_2' の座標を求めることができる[14]．$\theta=0$ と $\theta=180°$ の時の座標は，P_1' では，$(r_1+r_1'\cos\alpha_1, r_1'\sin\alpha_1)(-r_1+r_1'\cos\alpha_1, r_1'\sin\alpha_1)$, P_2' では $(-r_2+r_2'\cos\alpha_2, r_2'\sin\alpha_2)$ $(r_2+r_2'\cos\alpha_2, r_2'\sin\alpha_2)$ である．即ち，廻転前と180°廻転後のフィルムに投影された点を結ぶ直線は，αの如何にかかわらずx軸に平行である．又この直線の中心は，P_1, P_2,によつて画かれる円の中心を通るから半円となる．P_1' のyの値は $r_1\sin\alpha_1$ より小さく，反対にP_2' のyの値は $r_2'\sin\alpha_2$ よりも大であるから，横断面より上方の点はy軸の負の方向に凸なる半円を画き，横断面より下方の点は，y軸の正の方向に凸なる半円を画くことになる．

前180°廻転と後 180° 廻転の場合，横断面より上方の点と下方の点による量像の位置的関係が異るのは，前 180° と後 180° の場合にはx軸（或はy軸）の正の方向が反対となる為である[14)16)]．

点の量としての円の半径は$R=\dfrac{(a+b)e}{a\tan\varphi\mp e}$であらわされるから，横断面よりの距離eが大きくなれば，それに従つて半径も大となる．

実験2

実験目的 横断面に対して傾斜せる円形の閉曲線は廻転角 180° とせる場合，廻転方向の向きを前方にするか後方にするかによつてその障害陰影はどの様に変るか．又廻転角 360° の場合とどの様な関係があるか．

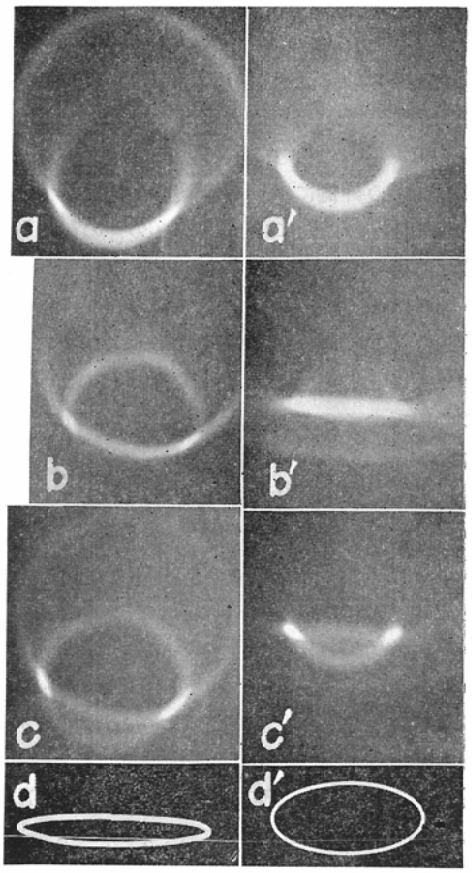
実験方法 径2㎜の太さの針金を用いて，直径5.9㎝の円をつくり，横断面に対して10°，並に30° 傾斜させ，夫々の場合について，実験1と同様に前 180°，後 180°，並に 360° の廻転方法で横断撮影を行つた．

実験結果 その結果は次の如くである．(Fig. 3)

(1)前 180° と後 180° の特徴並に 360° との関係．

i）前 180° (Fig 3-a,a′と後 180°(Fig 3-b,b′)

Fig. 3



Obstructive shadow formation of the circles made of lead wire. One is laid 10°(d) to the horizontal plane, while the other 30°(d′). In axial transverse tomography with the rotation range of 0° to 180°, a and a′ show the obstructive shadow when the bottom part of the wire circle is rotated through 180° to the X-ray tube, while b and b′, when the upper part of the circle does in the same way. Obstructive shadow c and c′, are the case of rotation of 360°. Obstructive shadow of c is the superimposed shadow of a and b, while that of c′ is that of a′ and b′. The larger the inclination of the plane of the circle made of the lead wire to the horizon at the definite tube inclination angle, the fainter the obstructive shadow of the circle.

廻転の際の障害陰影の様相は異つており，これら2枚の横断写真を重ね合せて観察した時の障害陰影が 360° (Fig 3-c,c′) のものと一致する．

ii）前 180° では，針金が横断された2つの点

の像を結ぶ比較的濃い大きな弧状の障害陰影となり，この内側に淡い障害陰影があらわれる．(Fig 3, a,a′)．

iii) 後 180° では，前 180° の障害陰影の内側に濃い障害陰影があらわれる (Fig 3, b,b′)．これは前 180° 廻転のときと異る点である．又この濃い障害陰影の外側に淡い障害陰影があらわれる．

iv) 360° の場合には，前後 180° の障害陰影が同時にあらわれる (Fig 3, c,c′) が，障害陰影そのものは淡くなる．

(2) 閉曲線の傾斜を水平面に対して小にせる場合と大にせる場合における障害陰影の出現の仕方について，この傾斜角を10° と30° にして各々実験を試みた．

i) 障害陰影の出方の共通点について (1) の i)〜iv)で述べた如くである．

ii) 障害陰影の出方の異る点．

a) 10° では障害陰影は閉曲線の横断像に収斂するが，30° ではこの構断像に収斂しないものがあらわれる．これは後180°，360° 廻転の時である．(Fig 3 b′c′)，

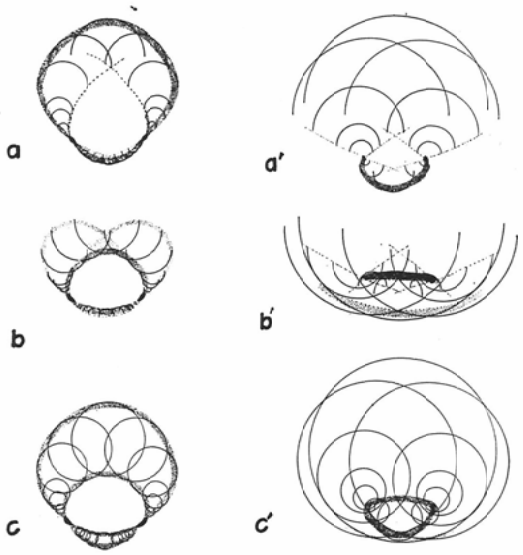
b) 前 180廻転では，10° の時には，横断像を通つて上方及び下方に明瞭な障害陰影があらわれるが (Fig 3-a)，30° では下方のみ明瞭で上方は横断像を要とする扇状の淡い陰影である．(Fig 3-a′)．

c) 後 180廻転では，10° の時には，横断像を通つて上方及び下方にほぼ同じ濃さの障害陰影をあらわすが (Fig 3•b)30° では，閉曲線の横断像を結ぶ濃い陰影があらわれるが，これより下方にあらわれる障害陰影は淡い．(Fig 3 b′)．

d) 360° では．10° の時には，閉曲線が横断面と交る点を節点とする偏心せる2コの閉曲線に囲まれた2コの曲帯となる (Fig 3-c)が，30°の時にはこの様な曲帯とはならない (Fig 3-c′)．

考察2　被写体である円を閉曲線と考えれば．横断面に平行なる夫々の面上の点の群と考えてよい．廻転角 360° の場合，廻転直前の点の位置がx軸に対してαなる角度をなし，横断面から距離eだけ離れた点の量ける内の中心は (r_1' cos α, r_1' sin α) である．今点が廻転中心よりrなる距離にあるとすれば，$r_1'=(a+b)\ r\tan\varphi/a\ \tan\varphi\mp e$となる点が横断面より上方にある時は負，下方にある時は正とする．又この点が横断面に対してΨなる角度で傾斜しているとすれば $\tan\Psi=\frac{e}{r}$なる関係から，rとe或はΨが決まれば，量としての円の中心が決まる．又円の半径は $R=(a+b)e/a\tan\varphi\mp e$ なる関係から10°，30° の場合について各点の量を作図した (Fig 4. c,c′)．更に実験1の結果より，前 180°，(Fig 4. a,a′)，後 180° (Fig 4, b,b′)，を作図した．これは横断写真と一致する．

Fig. 4



Explanation of obstructive shadow formation of Fig. 3. Points on the circle of lead wire are blurred in drawing semicircles or circles. The envelope of these semicircles or circles are drawn with thick lines, which is correspond with the obstructive shadow in Fig. 3.

この図の示す様に，閉曲線の傾斜が10° の場合には，障害陰影は，点の量としての夫々の円の包絡線としてあらわされる．又，これらの円は，針金が横断された2つの点の像を結ぶ直線と交叉しない．30° の場合には，点群の量である円群は，この直線と交叉し，点の横断像の近傍の点群の量像である円は，これより遠位にある点群の量像の

円の内側にある．(Fig 4-c′)，従つてこの場合，理論的には，障害陰影は点群の量像の包絡線とはならない．

ここで包絡線となる場合とならない場合はどんな時かについて考へてみる．今考察を容易にする為に，x軸と角度Ψだけ傾斜する直線を考へ，この直線が廻転中心で横断されているとすれば，横断面以外の直線上の点群の量像である円群が，横断された直線の点像を共有するためには，即ちy軸と接する為には，この円群の半径Rが夫々の円群の中心のx座標の値 r_1' と等しくなればよい．R_1, r_1' を夫々代入すれば $\frac{(a+b)e}{a\tan\varphi\mp e}=\frac{(a+b)r\tan\varphi}{a\tan\varphi\mp e}$ 故に $\tan\varphi=\frac{e}{r}=\tan\Psi$ となる．同様に $R>r_1'$ の時には $\tan\varphi<\tan\Psi$, $R<r_1$ では $\tan\varphi>\tan\Psi$ となる．

従つて，$\tan\varphi<\tan\Psi$ なる時，即ち管球傾斜角より直線が横断面に対して傾斜する角が大なる時には，降害陰影は，横断面以外の各点の量像である円群の包絡線とはならず，$\tan\varphi>\tan\Psi$ 即ち管球傾斜角が直線の傾斜角より大なる時には，量像としての円群が重複して包絡線となる．この実験では $\varphi=18°$ であるため，閉曲線の傾斜が10°の時には，量像である円群が重複して包絡線としてあらわれ，30° 傾斜の時には包絡線とならないと考へられる．

前 180°，後 180°廻転で，障害陰影が全く異るのは，実験1の結果の示す如く，点が半円となつて量けるからであり，前 180° では，横断面より上方並に下方の点群の量である半円が，互に弦を向き合せた形となり (Fig. 2 a)，後 180°では，半円の弧が向き合つた形となる為である．(Fig.2. b)

180° 廻転における障害陰影は，点群の量像である円弧群によつて生ずるから，円弦が重複して生ずる障害陰影は濃く，円弧の終末点によつて生ずるものは淡くなる．

360° 廻転の時には，量像は円となるが，前 180°，後 180°廻転の量像である半円を合せたものが 360° の場合に一致するから，従つて，前 180° 廻転並に後 180° 廻転の障害陰影を重ね合せたものが，360°廻転における障害陰影となる．従つて，180°廻転の時の量像である半円がひきのばされて円となるので，それだけ障害陰影は淡くなる．

30° 傾斜の場合，障害陰影の輪郭が10° 傾斜の時に比して不明瞭となるのは，量像の包絡線としてあらわれないためである．しかるに前後180°廻転の場合，障害陰影が，閉曲線の横断された点像に収斂しているものがあるのは横断部位を示す写真 (Fig 3. d′) が示す如く，横断面より下方の部分が少く，且つ横断面からの距離が小であるため，量像としての円群は小さく，従つて殆ど包絡線とみなしてよいからである．

実験3

実験目的　実験2に於て，前 180°，後 180° 廻転の結果を比べると，その障害陰影のあらわれかたが異り，前者では淡く且つ疎である．それで胸部撮影で肋骨が実験2の様に排列されている時には，肺野内の肋骨の障害陰影はあまり目立たなくなるだろうことが予測される．それでこの実験では，立位の人体の前胸壁と背部のまわりを夫々 180° 廻転させて撮影せる時，その障害陰影はどの様に異るか，又360°廻転させた時との関係はどうかを知らんとして肋骨模型を使用して横断撮影を行つた．そしてこの実験が臨床的にどの様な利点があるかを観察した．

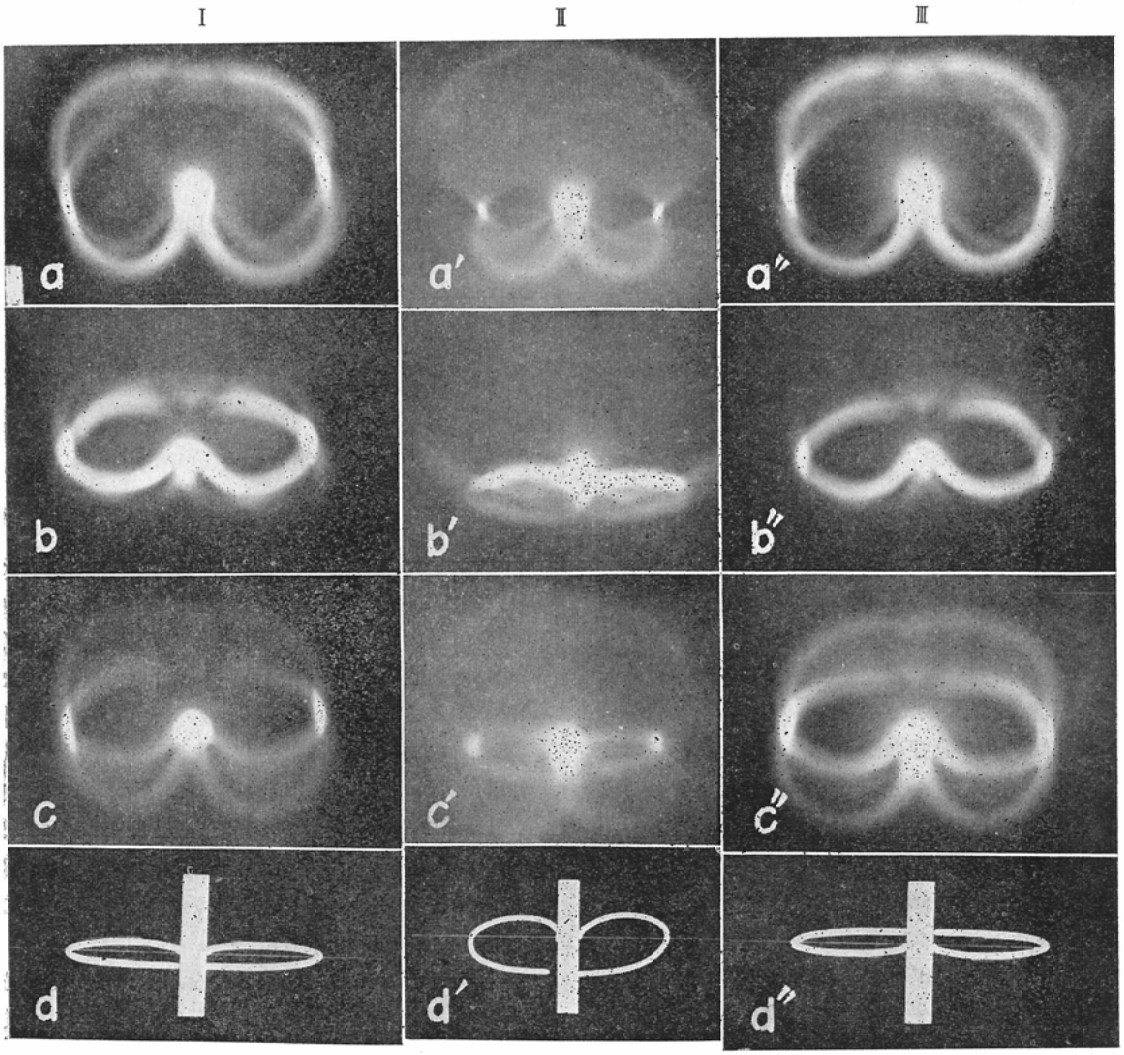
実験方法　太さ2㎜の針金を用いて肋骨模型を作製し水平面に対して10° 並びに30° 肋骨前部を下方に傾斜させた場合について横断撮影を行つた．廻転方法は，前胸壁に相当する部分が管球側を廻転する様に 180°（前 180°），並びに背部が管球側を 180°（後 180°）廻転させ，最後に 360° 廻転させて横断撮影を行つた．

実験結果

(1)　前 180° と後 180° 廻転の障害陰影は全く異る．前 180° と後 180° を重ね合せたものが 360° の時の障害陰影に一致する．

i）前180°廻転では，障害陰影は前方では前胸壁の軟部組織内若しくはこれに近接する前部肺野にあらわれ，前方に凸なる弧を画く．後方では，

Fig. 5



Obstructive shadow formation in axial transverse tomography applied to the cage of the chest. The cage of the chest with the ribs made of wire were placed erect on the rotation table with the inclination of the ribs of 10°. The angle of the plane containing the rib at the sternum to the horizon was 10° as shown in figure d, 30° in figure d′, and that of the rib at the posterior portion (near costovertebral joint), 10° in figure d″. Figures a,b,a′,b′,a″ and b″ are taken by rotation of the chest with the range of 180°, while figures c,c′ and c″ are that of 360°.
Obstructive shadows of c,c′ and c″ are more faint as compared with that of the remaining, because the former is the superimposition of the latter respectively.
Obstructive shadow of a is similar to that of a″, although the mode of rotation is different as shown in Fig. 7. Obstructive shadow a is formed by the X-ray tube A, while that of a″ by the B′
The relationship of obstructive shadow formation of group I to group III is explained by Fig. 6.

背部の軟部組織内若しくはこれに近接する後部肺野に相当する領域にあらわれ，後方に凸なる弧を画いて濃くあらわれる．肺野内にあらわれるものは淡く，線影像としてあらわれない．(Fig. 5 aa′)

ii）後 180° では，障害陰影は前180°の時にあ

らわれた位置よりも内側で，肺野内に相当する領域に濃くあらわれる．(Fig. 5 bb′)

iii) 360° では，前 180°，後 180° の障害陰影が同時にあらわれるが，夫々 180廻転の時よりも淡くなる．(Fig 5 cc′)

(2) 肋骨傾斜10° と30° の障害陰影の相違点．

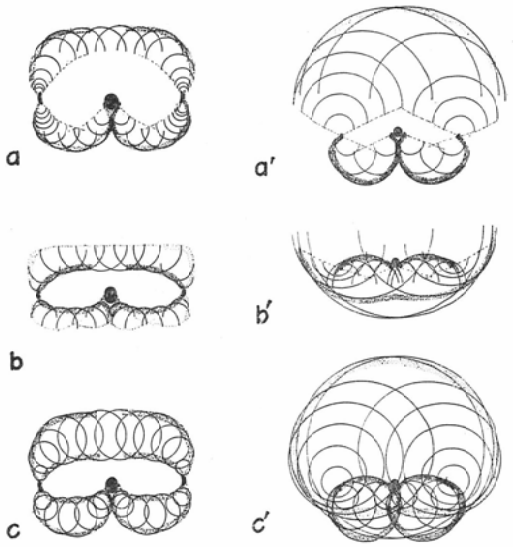
i) 肋骨傾斜10° では (Fig.5 abc) 障害陰影は，前 180°，後 180°共に肋骨の横断された像に収斂するが，30° では (Fig. 5 a′b′c′) 肋骨の横断像を通らないものがあらわれる．これは後 180° 廻転の時にらわれる．

ii) 後 180° 廻転の時，肋骨の横断像を結ぶ障害陰影は，傾斜が10° の場合には後方に凸 (Fig. 5. b)30°では，直線状又は前方に凸なる弧状の障害陰影 (Fig. 5 b′) となる．

iii) 10° では，肋骨全体が障害陰影として認められるが，30° では肋骨の横断面を離れるに至つて障害陰影は淡くなり，殆どみられなくなる．

考察3 考察2で行なったと同様に肋骨の傾斜が10°，30°の場合の障害陰影を作図した (Fig. 6)．前 180°，後 180°の場合の障害陰影の相違は，考察1，2で述べた如く，容易に説明することが出来る．今，肺野内にあらわれる障害陰影に就て考えてみよう．10° の場合には，障害陰影は点群の量像である円群の包絡線としてあらわれるため，前180°ではそれぞれの円群の外側の円弧の重複によつて障害陰影をあらわし，前部肺野又は前胸部軟部組織の領域に前方に凸なる弧状として，又，後部肺野又は背部軟部組織の領域に後方に凸なる弧状の線影像としてあらわれる．肺野内では，量像である半円の円周の終末点によつて障害陰影があらわれるので淡く，線影像としてあらわれないことになる．従つて，この場合には，肺野の観察が容易となる，30° 傾斜では，障害陰影は量像の包絡線とはならないので，量像である円弧群の重複は，10° 傾斜の時程大とならないこと，更に傾斜が大であれば量としての半円の半径は横断面よりの距離が大きくなるに従つて大となるから，この横断部位では，前方の障害陰影は殆ど認められない程淡くなり，横断面の近傍の点群のみによつて前方に扇状の陰影を示すことになる．

Fig. 6



Explanation of obstructive shadow formation of Fig. 5. Points on the circle of read wire are blurred in drawing semicircles or circles. The envelope of these semicircles or circles are drawn with thick lines, which is correspond with obstructive shadow in Fig. 5.

すなわち，前 180° では肺野内にあらわれる障害陰影は線影像としてはあらわれず，肋骨の横断像の近辺に扇状又はこれに類した陰影としてあらわれるのみなので肺野の観察には殆んど障害とならない．

又，肋骨の傾斜が10° と30° では，30° の方がより障害陰影は認めにくくなる．

然しるに一方後 180°廻転の場合には，前 180° の時の半円群の反対側の半円群として量けるから肺野内に障害陰影としてあらわれることになる．

10° 傾斜では，横断面より上方の肋骨並に下方の肋骨による線影像が，何れも肺野内にあらわれる．30° 傾斜では横断面より下方の肋骨による障害陰影は，背部軟部組織内若しくは胸郭外にあらわれることになり，横断面より上方の肋骨によつて生ずる障害陰影は，肋骨の横断像を結ぶ直線状又は前方に凸なる弧状の障害陰影のみが肺野内に

あらわれることになる．従つてこの場合には後部肺野の観察を妨げることになる．

360° 廻転の場合には，前 180°，後 180°両方の濃い障害陰影が同時にあらわれるので，障害陰影は多くなるが，180° 廻転の時よりも淡くなるので，肺野の観察が容易となる．

以上のことから，肺野特に後部肺野の観察にあたつては前 180° 廻転の方がよく，前部肺野の観察では後 180° 廻転して横断撮影した方がよい場合もあると考えられる．

本実験で横断部位を肋骨起始部としたのは，臨床的に肺野中央部の障害陰影は淡く，比較的観察が容易であり肺野後部の障害陰影は濃くて観察を防げるという理由からこの横断部位を選んだものである．

実験4

実験目的　前実験で，前胸壁に相当する部分が管球側を 180° 廻転して横断撮影した場合，肺野特に後部肺野に障害陰影があらわれにくいので観察が容易となり，前部肺野の観察には背部 180° 廻転させた方がよいことがわかつた．しからばこれを臥位式装置を使用した場合には，実際にどの様にして撮影したらよいかについて本実験で考えてみる．

実験方法　実験3では前胸壁に相当する肋骨を横断面に対して下方に10° 傾斜させた．本実験では，実験3と反対に上方に10° 傾斜させて，前胸壁に相当する部分が管球側を 180°（前 180°），並に背部が管球側を 180°（後 180°），最後に 360° 廻転させて横断撮影を行つた．

実験結果

(1)　前 180° 廻転では，実験3の前 180° 廻転の障害陰影とは異り，後 180° 廻転の障害陰影とほぼ一致する．(Fig. 5 b″)

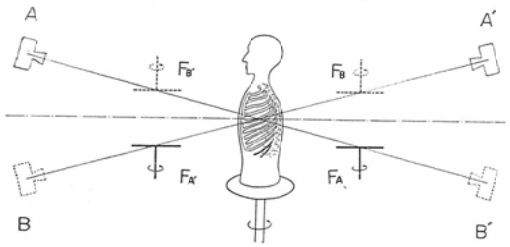
(2)　後 180° 廻転では，同様に実験3の後 180° の障害陰影とは異り前 180° 廻転の障害陰影とほぼ一致する．(Fig. 5 a″)

(3)　360° 廻転の場合の障害陰影とほぼ一致する．(Fig. 5 c″)

考察4　実験3における肋骨模型の配列は，人体が立位の時の肋骨の走行に一致する．しかるに本実験では頭部と足部が反対となつたさか立ちの状態における肋骨の走行と一致する．したがつて，これを臥位式装置の場合にあてはみてみると，実験3では管球側に頭部がくる様に仰臥せしめことになり，本実験では管球側に足部がある様に仰臥せしめたことになる．従つて1)　X線束が足方より入射して横断撮影すれば，前胸壁が管球側を 180° 廻転した時の肋骨の障害陰影は，頭側より入射した時の背部 180° 廻転の障害陰影とほぼ一致し，2)　足方より入射して，背部 180° 廻転の時には，頭側より入射して前胸壁 180° の時の障害陰影とほぼ一致し，3)　足方より入射して 360° 廻転の時には，頭側から入射して 360° 廻転の時の障害陰影とほぼ一致することになる．

今，X線管球Aが頭側上方にあつて，(Fig. 7)

Fig. 7



Schematic illustration of the position of the X-ray tube and the model of the ribs. A,A′, B and B′: X-ray tube. Fa, Fa′, Fb, Fb′: film on the rotation table.

無限遠の距離にあるとし，管球Aの焦点と横断面の廻転中心を結ぶ直線上で，Aと反対方向で無限遠の距離に，管球Bがあるとする．管球Aを用うる時のフィルムの位置を F_A, B の時には F_B とする．今管球Aによつて撮影された時の肋骨のフィルム（F_A）上の像は，管球Bによつて撮影された時のフィルム（F_B）上の像に等しい．何故なら管球 A,B は無限遠の距離にあるために，これより出るX線束は平行であるからである．横断撮影は，被写体とフィルムが同期的に廻転することによつて得られるから，任意の角度廻転した時の F_A, F_B 上の像が等しければ，障害陰影は等しくなる．これと同様に管球 B′ が尾側上方にあつ

て，これと反対側で管球 B′ の中心線上で無限遠の距離に A′ なる管球がある時も同様である．

即ち，頭側に管球があつて，管球に対して前胸壁例を 180° 廻転した時の障害陰影は，管球が尾側にあつて背部 180° 廻転した時の障害陰影に等しく，管球が尾側にあつて，前胸壁 180° 廻転時の障害陰影は，管球が頭側にあつて，背部 180° 廻転時の障害陰影と等しい．ここで管球A（又はB）と管球 B′（又は A′）の傾斜角が等しい時には管球Aによる背部 180° 廻転の障害陰影は，管球 B′ の前胸壁 180° 廻転のときのものと等しい．

又，管球A或はBによつて 360° 廻転横断撮影した場合には，肋骨の管球 A′ 或は B′ によつて 360° 廻転の時のものと等しい．

以上は，管球被写体間距離を無限遠とした場合であるが，実際には，この距離に限度がある．そこで，この距離が a なる時，どの程度の相違を生ずるかについて考えてみる．今，管球Aを用いた時，横断面より上方にある点は，管球Bを用いた時には，横断面より下方に存在することになる．今，この点の量像の位置並に大さについて考えてみるに，点が横断面より上方にある時には，量像である円の大さは $R_1=(a+b)e/a\tan\varphi-e$，下方にある時には $R_2=(a+b)e/a\tan\varphi+e$，従つてその差は $R_1-R_2=2(a+b)e^2/a^2\tan^2\varphi-e^2=2(a+b)r^2\tan^2\Psi/a^2\tan^2\varphi-e^2$，又，$R_1$ R_2 円の中心は，この点が横断される前に x 軸上にあつたとすれば $X_1=(a+b)re/a\tan\varphi-e$, $X_2=(a+b)re/a\tan\varphi+e$ よつて $X_1-X_2=2(a+b)r\ e^2/a^2\tan^2\varphi-e^2=2(a+b)r^3\tan^2\Psi/a^2\tan^2\varphi-e^2$，今 $e=0.5$cmとすれば，$X_1-X_2=0.083$cm，$R_1-R_2=0.0391$cmとなり，この場合殆ど無視し得る程小なるものである．従つて，入射 x 線束を頭側から向けようが，尾側から向けようが 360° 廻転では殆ど同じ障害陰影となる．

以上のことから，臥位式装置を使用する場合には，肺野，特に後部肺野に肋骨の障害陰影があらわれにくくする為には，X線束を人体頭部の方向から尾側下部に向けて前胸壁のまわりを廻転角度 180° ＋α で横断撮影をすればよく，又前部肺野に肋骨の障害陰影があらわれにくくする為には，尾側から頭側にX線束を入射させて，前胸壁のまわりを 180° ＋α で横断撮影すればよいと考えられる．この方法は，腹臥位とすることが不可能な患者にも適用でき，患者の頭の位置を管球側におくか，又はその反対におくかによつて簡単に出来る方法である．

考按 胸部横断撮影で最も問題となるのは，肋骨による障害陰影であり，その成因並に除去する方法に就て，既に詳細な研究[6)15)]がなされてきた．しかし乍ら，何れも廻転角度 360° について行われたものである．一方，臥位式装置を用いて横断撮影を行い，背臥位又は腹臥位とせる時，その障害陰影が異ることを松田等[5)]は述べているが，その原因については触れていない．又，これは従来からの研究から説明出来ないものである．余等はこれが廻転角度によつて障害陰影の出かたが異るのではないかとの考えから実験的にこれを証明せんとしたものである．臥位式装置における管球の廻転範囲は一般に 180°＋α であるが，本実験で廻転角を 180° としたのは実験結果の分析を容易にせんがためである．臥位式装置でなく立位式装置を使用したのは，被写体を動かすことなく同一部位で横断撮影が可能であること，マイクロスウィチにより正確に 180° 廻転が出来，且つ 360°廻転が可能であることから，180°廻転の際と 360° の時の障害陰影を比較するのに便利であることなどである．

横断面以外の点の量像が円となることは，既に Gebauer[1)2)]，高橋[14)16)18)19)20)]，Vieten[22)] により述べる如くであるが，180° 廻転した時の量像については特に記載されていない．余等は高橋の理論的観察より出発して，廻転角 180° に於ける横断面以外の点の量像が，横断面の上方と下方の点では異ることを明かにした．これが正しいことは考察1に於てのべた如くである．

次に横断面に対して傾斜せる円形の閉曲線の障害陰影については，高橋[14)16)]は量像の色絡線となる場合を記載しており，一方曽谷等[6)]は円弧を種

々傾斜させた場合の障害陰影について理論的考察を行い，包絡線をなすかなさないかを管球傾斜角と被写体の傾斜から関係式を出している．しかし乍ら点の量像である円の中心の位置に就て検討を要する．即ち点が廻転中心からだけ離れている時，フィルム上では廻転中心からrに拡大率を乗じた距離にあるとしたことである．今x軸上で考へてみると $r\times\frac{a+b}{a}$ となるが，余等の計算では $(a+b)r\tan\varphi/a\tan\varphi-e$ となるものだからである．

肋骨模型を使用して，前胸壁に相当する180°廻転，背部180°廻転の障害陰影の相違，又同じ背臥位若くは腹臥位でも，管球が頭側にある時と，足部にある時とでは，障害陰影が異ることは，未だ報告されていない新しい知見である．このことは，肺野内の障害陰影除去に関して大きな意味をもつものである．これまで障害陰影の除去に関しては，管球傾斜角を小さくする[15]．管球焦点と物体をのせる廻転台の距離を，物体をのせる廻転台とフィルムをのせる廻転台の距離に比して大とする[15]．傾斜せる物体を出来るだけ垂直に近くする[15]．高圧撮影を行う等のことが報告されている．余等は，この他に臥位式装置を用いる時，頭部を管球側において背臥位で横断撮影すれば足部を管球側におく時よりも後部肺野の観察が容易となり，後部肺野の障害陰影の除去もしくは軽減に役立つものと考へる．しかし乍ら．肋骨の走行は，実験3，4で用いた肋骨模型の様に一平面内にあるものでなく，又数本の肋骨が同時に横断される為に，肋骨の障害陰影のあらわれかたに多少の相違があると考へられる．これに就ては次報で述べることにする．

結　論

廻転角度180°に於ける量像，横断面に対して傾斜せる閉曲線，並に肋骨模型による肋骨の障害陰影に就いて実験的理論的に考えてみた．

量像に就いて．

1）横断される面上にない点は，円弧を画いてける．180°廻転では半円となる．この量像は，360°廻転の時は全円となる．

2）横断面より上方（管球側）の点と，下方（管球と反対側）の点は，半円となり量けの曲率の方向が反対となる．

3）横断面上にない点群の量像である半円の弦は，すべて平行である．これは，廻転する前の，物体をのせる廻転台の廻転中心と，フィルムをのせる廻転台の廻転中心を含む直線が，フィルム上に投影されたものをx軸とすればば，これに平行となる．

4）水平面に対して傾斜せる平面上の点で，横断面に関してその上方（管球側）の点と，下方（管球と反対側）の点はそれぞれ半円となり量ける．この平面が，管球に対して腹面を向けて180°廻転する時には（Fig. 2. a. 左），半円は夫々の弧が向きあつた形となり（Fig. 2. a. 右），その反対に背面が管球に対して180°廻転する時には（Fig. 2. b. 左）．半円の弧が夫々向きあつた形となる（Fig. 2. b. 右）．

5）横断面より離れた距離にある点は，量像としての半円も大きくなる．

障害陰影に就いて．

1）円形の閉曲線を水平面に対して傾斜せしめ，廻転角180°で撮影するとき，その閉曲線が廻転台上の最初の位置の在り方によつて，その障害陰影の形は異る．管球に対して腹面を向けて180°廻転した場合の障害陰影と，背面をむけて180°廻転の場合の障害陰影を重ね合せたものが，360°廻転に於ける障害陰影と一致する．

2）管球傾斜角φ，閉曲線が水平面に対してΨだけ傾斜している時，障害陰影はi）$\tan\varphi>\tan\Psi$なる時は量像の包絡線として，ii）$\tan\varphi\leqq\tan\Psi$なる時は，量像の包絡線とはならない．しかし乍ら，閉曲線の辺縁に近い処で横断撮影する時には，横断面より近距離にある閉曲線の一部によつて濃い障害陰影があらわれ，殆ど包絡線をみなしてよい．

3）肋骨模型を使用する時，管球がその頭側上方にある時には，前胸壁側180°廻転したものと，後胸壁側180°廻転した時の肋骨による障害陰影は異り，この2つを重ね合せたものが360°

廻転の障害陰影に一致する．

4) 管球が頭側にあつて，肋骨模型の傾斜が10°の時前胸壁側 180° 廻転の肋骨の障害陰影は，前方の領域では前方に凸なる弧状で，これは前胸壁軟部組織内若しくはこれに近接する肺野内にあらわれる．これは肋骨前部によつて生ずるものである．後方の領域では，肋骨横断面より始まつて後方に凸なる弧状となり，後胸壁軟部組織内又はこれに近接せる後部肺野にあらわれることが予期される．これは横断された肋骨面より後方の肋骨によつて生ずる障害陰影である．後胸壁側 180° 廻転では，前胸壁側180°廻転の障害陰影の内側即ち肺野内にあらわれる．前方にあらわれるのは前方に凸．後方にあらわれるものは後方に凸なる弧状である．

5) 管球が頭側にあつて (Fig. 7 A 又は A′)，肋骨傾斜が30° の時，本実験で行つた様な横断部位では，前胸壁側 180° 廻転すると後胸壁軟部組織内又はこれに近接する肺野後部に，後方に凸なる濃い弧状の障害陰影があらわれるが，前方では肋骨の横断像より前方に淡い扇状の障害陰影があらわれる．(Fig. 5. a′)．肋骨傾斜10° の時の様に濃い弧状のものはあらわれない (Fig. 5 a)．後腹壁 180° 廻転では (Fig. 5 b′)，肋骨横断面を結んで直線状若しくは前方に凸なる弧状の短い濃い障害陰影があらわれる．これは，肋骨横断面より後方の肋骨によつて，生ずるものである．この障害陰影の後方で，後方に凸なる淡い大きな弧状の障害陰影があらわれる．これは，肋骨横断面より前方の肋骨によつて生ずるもので，10° の時には肺野の中央よりやや前方にあらわれたものが，30° では，後胸壁軟部組織内にあらわれることになる．

6) 管球が尾側にあつて (Fig. 7, B 又は B′) 前胸壁側 180° 廻転の時の障害陰影は (Fig. 5. b″)，管球が頭側にあつて後胸壁側 180° 廻転の時の肋骨障害陰影 (Fig. 5. b) と殆ど同じである．同様に，管球が尾側にあつて後胸壁側 180° 廻転の時には (Fig. 5. a″)，管球が頭側にあつて前胸壁壁側 180° 廻転の時の肋骨の障害陰影 (Fig. 5. a) と殆ど同じである．

7) 360° 廻転の場合には，管球が頭側尾側何れの場合でも，殆ど同じ様な肋骨の障害陰影をあらわす．(Fig. 5. c,c″)

8) 臥位式横断撮影装置を使用する際には，人体頭部を管球側において背臥位とし，前胸壁側 180° ＋α なる廻転角度で横断撮影すれば，後部肺野にあらわれる障害陰影を除去若しくは少くすることが出来ると考へられる．

本論文の要旨は，昭和40年11月，日本医学放射線学会第29回東海北陸部会に於て発表した．

References

1) Gebauer, A.: Koerperschichtaufnahmen in transversalen (horizontalen) Ebenen. Fortschritt Roentgenstr. 71 (1949). 669—696.
2) Gbauer, A. und Wachsmann, F.: Geometrische Betrachtungen und techilische Fragen zur Herstellung transversaler (horizontaler) Koerperschichtaufnahmen: Roentgenblaetter: 2 (1949), 214—229.
3) 松田忠義，渡辺令：廻転集光照射法に於いて．病巣への放射線の的中に対する廻転横断写真の役割（廻転撮影法の研究 第49報），(^{60}Co 遠隔照射法の研究第2報)，日医放誌，18 (1959)，118—119.
4) 松田忠義：健常胸部の横断面のX線的観察，生体の横断面研究第4報，日医放誌，12 (1952)，1—9.
5) 松田忠義，伴和友他：臥位廻転横断撮影の2，3の工夫，日医放会第26回東海北陸部会演説 (1964).
6) 曽谷俊彦：レ線廻転横断像に於ける干渉陰影 (1) (2)，日医放誌，19，3. (1959)，639—654.
7) 高橋信次，今岡睦麿，篠崎達世：廻転横断撮影法，廻転撮影法の研究（第13報)，日医放誌，10 (1950)，1—9.
8) 高橋信次，今岡睦麿，篠崎達世：身体各部の廻転横断撮影，X線廻転撮影法の研究（第14報)，日医放誌，10，8 (1950)，29—37.
9) 高橋信次：X線廻転撮影法の研究，弘前医学，2 (1951)，1—7.
10) 高橋信次，小原準之輔：健康なる成人頭部の水平横断面，生体の横断面的研究（第1報)，日医放誌，11，8 (1951)，24—31.
11) 高橋信次，小原準之輔，安齊精一：気脳正常頭部の水平横断面のX線像，生体の横断面的研究（第2報)，日医放誌，11，9 (1952)，5—11.
12) 高橋信次，小原準之輔：健常なる頚部水平横断面のX線像，生体の横断面的研究（第3報)，日

医放誌, 11, 10 (1952), 7—11.
13) Takahashi, S. und Kubota, Y.: Ein Versuch der kontinuierlichen Kreuzaufnahme: Fortschritt Roentgenstr. 77 (1952), 736—741.
14) 高橋信次：廻転横断撮影法に於ける量及び線影像の生成に就ての実験的研究，X線廻転撮影法の研究第18報，日医放誌，12, 2 (1952), 42—48.
15) 高橋信次，松田忠義，二階堂武彦：胸部廻転横断撮影にあらわれる障害陰影に就いて，X線廻転撮影法の研究第19報，日医放誌，12, 7 (1452), 10—18.
16) Takahashi, S.: Theory of Blurring of X-Ray Images and Occurence of Obstructive Shadows in Rotatory Cross Section Radiography (Studies on Rotatography. 9th Report) The Tohoku J. of Experiment. Med. 58, 1. (1953), 63—68.
17) Takahashi, S. und Kubota, Y. und Yoshida, M.: Ueber die Vergroesserung des Querschnittbildes des Koerpers mittels Roentgenstrahlen: Fortschritt Roentgenstr. 80 (1954), 387—392.
18) 高橋信次：断層撮影と廻転横断撮影，医学書院，東京 (1955).
19) Takahashi, S.: Rotationradiography, Japan society for Promotion of Science, Tokyo, 1957.
20) 高橋信次：廻転横断撮影法，拡大撮影法，放射線医学最近の進歩，(1959), 193—204.
21) Takahashi, S. and Matsuda, T.: Axial Transverse Laminagraphy Applied to Rotational Therapy: Radiology. 74, 1 (1960), 61—64.
22) Vieten, H.: Gruntlagen und Moeglichkeiten der Roentgendarstellung von Querschnirten, (Transversals chicht) langgestreckter Koerper mittels kreisfoermiger Verwischung der nicht abzubildenden Objektteile. Fortschritt Roentgenstr. 73 (1950), 226—239.