

胸部重複撮影法に関する研究

気管枝造影重複撮影法の第2報

— 肺結核患者における気管と主気管支の呼吸性運動について —

鳴 海 弘 英

弘前大学医学部第二内科学教室 (主任 大池彌三郎教授)

財団法人仁和会小鹿病院

受付 昭和 33 年 5 月 10 日

I 緒 言

われわれはさきに気管枝造影重複撮影法を行うことによつて、深呼吸に伴う気管・気管支の運動を計測できることを報告した¹⁾。この気管枝造影重複撮影法と称する方法は、気管枝造影像をその深呼吸時と深吸气時に相ついで1枚のフィルムに撮影する方法である。

今回は成人肺結核患者について、その気管と主気管支の呼吸性運動を統計的に観察し、さらに呼吸性運動を抑制する 2, 3 の因子について考察を加えた。

II 実験成績ならびに考察

1. 深呼吸に伴う気管および主気管支の内径の変化

気管の内径は男 51 例, 女 21 例, 計 72 例の肺結核患者について、気管分岐部から 5 cm 上方の部において計測され、実際の値に補正されて示された。

気管の内径は表 1 のように深呼吸時に細く、深吸气時に太かつた。すなわち男は深呼吸時には平均 18.1 mm (21.6 ~ 14.4 mm), 深吸气時には 18.7 mm (22.4 ~ 14.5 mm) であり、女は深呼吸時には 15.5 mm (17.8 ~ 13.5 mm), 深吸气時には 15.7 mm (17.8 ~ 13.5 mm) であつた。

しかし実際にはこの男女計 72 例のうち、深呼吸による気管内径の変化がみられたのは 19 例 (26.4 %) にすぎず、その程度は最大 2.5 mm であつた。変化のみられたこれらの 19 例についての平均は 1.4 mm であつた。

いわゆる気管内径としては、深呼吸時と深吸气時とのそれぞれの内径の平均をとるのが妥当であると思うが、その値は男では平均 18.5 mm, 女では平均 15.6 mm であつた。男では女に較べて気管内径が太かつた ($F_0 > F^{17}_0$ (0.01))。

主気管支の内径は男 56 例, 女 24 例, 計 80 例の肺結核患者について、左右主気管支のそれぞれの中点の部において計測され、気管の内径と同様に実際の値に補正

表 1 肺結核患者における深呼吸による気管内径の変動の平均 (mm)

	深呼吸時	深吸气時	深呼吸の平均
男 51 例	18.1	18.7	18.5
女 21 例	15.5	15.7	15.6

された。

その内径は表 2 のように、左右いずれにおいても、深吸气時の方が深呼吸時よりも太かつた。深呼吸によつて、右主気管支では 80 例中の 19 例 (23.6 %) に、左主気管支では 46 例 (56.8 %) に内径の変動がみられた。その程度は最大 3.2 mm であり、変動がみられたものだけについての平均は、右主気管支では 1.3 mm, 左主気管支では 1.5 mm であつた。

気管内径の場合と同様に、主気管支のいわゆる内径としては、深呼吸時と深吸气時とのそれぞれの内径の平均をとつたが、男では右が 15.3 mm, 左が 12.0 mm であり、女では右が 13.4 mm, 左が 10.6 mm であつて、男女それぞれの内径を較べると、左右ともに男が女よりも太かつた ($F_0 > F^{17}_0$ (0.05))。

表 2 肺結核患者における深呼吸による主気管支内径の変動の平均 (mm)

		深呼吸時	深吸气時	深呼吸の平均
男 56 例	右	15.1	15.5	15.3
	左	11.5	12.5	12.0
女 24 例	右	13.3	13.5	13.4
	左	10.3	10.8	10.6

一般に気管や主気管支の内径計測にはいろいろな方法が用いられている。すなわち屍体を固定して気管・気管支を取りだして計測する方法、気管・気管支の鋳型を作つて計測する方法、生体で気管枝造影法を行つて計測する方法等である。

屍体における計測では、屍体を凍結させたり、種々の固定液を用いたりする屍体処理のために、また死後の変化等のために、生体における計測とは根本的に異なるものがある。この点、生体の気管枝造影法による計測は、気管内麻酔の影響や、造影剤の気管支粘膜への刺戟を一応考慮にいれねばならないが、しかし割合に自然的な方法であろう。

松島²⁾は21～50才の屍体について、気管内径を上、中、下部に分けて計測したが、男ではそれぞれ15 mm, 16 mm, 17 mmであり、女ではそれぞれ12 mm, 14 mm, 14 mmであつたと報告している。小出³⁾もやはり屍体について上、下部に分けて計測し、男ではそれぞれ16 mm, 17.5 mm, 女では12.8 mm, 14.9 mmであつたと報告している。

気管枝造影法を利用したものには中村⁴⁾の計測がある。これでは気管の上、中、下部の測定を行つており、その対象はわれわれと同様に全例ともに肺結核患者である。その成績は男ではそれぞれ16.3 mm, 17.4 mm, 17.4 mm, 女ではそれぞれ14.1 mm, 15.4 mm, 15.4 mmであるという。

われわれの値は、気管分岐部下縁から5 cm上方の部の気管を計測したものであるから、中村の測定した中部の値に相当するものである。われわれの値は、中村の値にはほぼ等しく、屍体についての計測値よりも大きかつた。

しかし気管枝造影法を利用して、健康男子について計測した大立目⁵⁾の成績では、深吸气時15.6 mm, 深呼气時15.2 mmであり、われわれの値よりも大分小さい。これは大立目の対象は20～34才の健康者だけであり、これに反してわれわれの対象は20～68才にわたつていて高令者も含まれており、また皆肺結核患者であるためであろうか。高令者では気管・気管支の弾性が減弱して内腔が広がっているものである。また肺結核患者では、長い間の咳嗽発作等のために気管・気管支の内腔が広がっているためとも考えられる。おそらくはこのいずれもが関与しているものと思える。

主気管支の内径は、右では気管と同様に深呼吸に伴つて変動するものが少なかつたが、左では変動するものが多かつた。

屍体の主気管支内径としては、松島²⁾は男では右14.5 mm, 左12.0 mm, 女では右12.0 mm, 左10.0 mmといい、小出³⁾は男では右14.8 mm, 左11.6 mm, 女では右12.0 mm, 左10.2 mmといつている。

生体の主気管支内径としては中村⁴⁾の肺結核患者についての報告では、男では右14.6 mm, 左12.1 mm, 女では右14.0 mm, 左10.6 mmというが、これはわれわれの重複撮影による値とほぼ一致している。

松島²⁾は、氏の考案になる気管・気管枝口径拡大計測器を用いて、屍体の気管と主気管支を極度に拡大させ

たときの伸展度を測定している。すなわち拡大計測器で気管と主気管支の内腔を極度に拡大すれば、21～50才の屍体では気管下端が男では1.4倍に、女では1.6倍になりうる。同様に右主気管支は男では1.4倍に、女では1.5倍に、また左主気管支は男では2.2倍に、女では2.3倍になりうるという。このことから気管内径は約7 mm伸展できる程度の弾性があり、右主気管支はその伸展度が約6 mmであるが、左主気管支では実に10数mmも内径が拡大されうることになる。しかしわれわれの実験では、深吸气時には深呼气時に較べて、気管内径が最大2.5 mm, 主気管支が最大3.2 mm拡大されただけであり、深呼吸によつては最大限に内腔が拡大されるものではないことが判る。またわれわれの実験において、左主気管支が右主気管支に較べてその内径の変動するものが多かつたのは、この松島の伸展度の関係とよく一致している。

2. 深呼吸による気管分岐角の変化

われわれは左右主気管支の開きを計測するにあたり、左右主気管支の内側縁の midpoint のおのおのと気管分岐部下縁とを結んだ2本の線のおのおのと正中線とのなす角をそれぞれ左右の気管支角とした¹⁾。

73例の肺結核患者について計測した成績は表3, 4のようであつた。

肺手術をうけていない61例のうち、深呼吸によつて右気管支角に変動のあつたものは28例(45.9%)であり、左のそれは32例(52.4%)であつた。なおその変動の大きさは、右気管支角では最大16°であり、左気管支角では最大25°であつた。角度の変動のあつたものだけについてみれば、右気管支角では平均4.6°, 左気管支角では平均5.8°の変動であつた。

この61例においては男女ともに総気管支角は、深吸气時に較べて深吸气時に大であつた。すなわち男では深吸气時平均78.1°であり、深吸气時平均81.1°であり、女では深吸气時平均83.4°であり、深吸气時平均86.0°であつた。

このように生体では、たえず呼吸運動に伴つて左右主気管支の開きも変化していることになる。したがつて屍体についての計測値とわれわれの値とを比較するのは、厳密には適切でない。

われわれは、深吸气時と深吸气時との総気管支角を平均して、それを両側の主気管支の開きとみなした。すなわち男では79.6°, 女では84.7°であり、女は男に較べて幾分大きいようであつたが、推計的には有意でなかつた($F_0 < F_{1.69}^1$ (0.05))。

この値を他の報告と比較すれば、松島²⁾の男70.7°, 女73.0°, あるいは小出³⁾の男77.1°, 女79.2°という値よりも大きく、中村⁴⁾の男88.8°, 女86.8°とい

う値よりも小さかつた。

気管分岐角の定義としては、報告者によつて幾分の相違がみられる。松島²⁾、小出³⁾は左右主気管支の内側縁のなす角を気管分岐角としている。また中村⁴⁾は主気管支の分岐部端における内径の midpoint と、主気管支の末梢部端における内径の midpoint とを結んだ線のなす角を気管分岐角としている。松島、小出の方法では、主気管支が彎曲している場合には、その計測が困難である。また中村の方法では、主気管支の末梢部が極端に屈曲している場合には、その計測値は大きい値を示し、このために、実際に気管支鏡検査を行う場合に気管支鏡の方向と一致しないことになる。われわれはこれらの点を考慮にいられて、前述のわれわれの方法によつて気管分岐角を計測した¹⁾。

気管分岐角計測の対象としては、松島²⁾、小出³⁾はいずれも屍体を計測したものであり、しかもその死因は雑多である。中村⁴⁾は気管支造影写真によつて、生体について計測し、その対象もわれわれと同様に肺結核患者であるが、中等度の吸気時に撮影したものである。

これらの報告者とわれわれとの成績の差は、対象、測定法および気管支造影撮影の呼吸相等の相違によるものであろう。

表 3 非肺手術患者における深呼吸による気管分岐角の変動の平均 (度)

例数	気管支角別	深呼吸時	深吸気時	深呼吸の平均
男 45例	右	35.6	36.8	36.2
	左	42.5	44.3	43.4
	総	78.1	81.1	79.6
女 16例	右	36.8	38.2	37.5
	左	46.6	47.8	47.2
	総	83.4	86.0	84.7

肺手術をうけた 12 例のうち、深呼吸による気管支角の変動を示したのは、左右それぞれ 9 例ずつであり、その変動の程度は肺手術をうけないものに較べて小さかつた。すなわち右気管支角では最大 9.0°、平均 4.4° の変動であり、左気管支角では最大 10.0°、平均 4.8° の変動であつた。

なお気管支角の大きさについては、右肺の手術をうけた例では、右気管支角は深呼吸時 26.2°、深吸気時 28.5° であり、肺手術をうけない例に較べて小さかつた。左肺の手術をうけた例では、この関係は明らかでなかつた。また同様に総気管支角の大きさについても、右肺の手術をうけた例では深呼吸時 68.2°、深吸気時 68.5° であつて、手術をうけない例に較べて小さかつた。しかし左肺の手術をうけた例については深呼吸時 83.7°、深

吸気時 86.3° であり、手術による影響が認められなかつた。

表 4 肺手術患者における深呼吸による気管分岐角の変動の平均 (度)

術側	気管支角別	深呼吸時	深吸気時	深呼吸の平均
右肺 6例	右	27.2	28.5	27.3
	左	42.0	40.0	41.0
	総	68.2	68.5	68.3
左肺 6例	右	39.2	40.5	39.8
	左	44.5	45.8	45.2
	総	83.7	86.3	85.0

3. 深呼吸による気管分岐部の運動

男 66 例、女 26 例の計 92 例について計測されたが、これらのうちには肺手術をうけた男 11 例、女 5 例の計 16 例が含まれている。

計測は前報¹⁾に示した方法により、その計測値は各人の拡大率によつて実際の値に補正された。

気管分岐部は、深吸気時には縦の動きとしては、癒着などで固定されない限りはすべて下方に移動するが、横の動きとしては左方に移動するものも右方に移動するものもあつて、一定の傾向はなかつた (写真 1~4)。

肺手術をうけない 76 例の肺結核患者においては、気管分岐部の運動は表 5 にみられるようであつた。その縦の動きについては、深呼吸時と深吸気時とのずれは最大 24.6 mm であり、3 例には全く上下運動はみられず、平均すれば男 7.2 mm、女 5.4 mm であつた。その横の動きについては最大 10.0 mm であり、平均すれば男 1.8 mm、女 1.7 mm であつた。

表 5 非肺手術患者における気管分岐部の呼吸性運動の平均 (mm)

	縦の運動	横の運動
男 58 例	7.2	1.8
女 18 例	5.4	1.7

これらの関係を、とくに胸廓の変形も強く、癒着も強いと思われる肺手術患者 16 例について観察した。この場合には高度の運動抑制があるものと予想したが、表 6 写真 5 にみられるように実際には肺手術をうけないものに較べて大差がなかつた。しかも上下運動は全例にみられた。

また部分切除術をうけたものと、胸成術をうけたものとの間にも差がなかつた。

表 7 は前記の肺結核患者 92 例について、深吸気時の気管分岐部の位置が、深呼吸時のそれからみて左右いず

表6 肺手術患者における気管分岐部の呼吸性運動の平均 (mm)

	縦の運動	横の運動
部分切除術11例	7.4	1.9
胸成術5例	7.2	1.8

れの方向に移動しているかをみたものである。92例中37例(40.2%)が右方に移動し、21例(22.8%)が左方に移動しており、34例(37.0%)が左右いずれにも移動しなかつた。

深吸気時に右方に移動したこの37例中の1例では、気管分岐部の上下運動が全くみられなかつたから右真横に動いたことになり、他の36例では右下方に動いたことになる。また左右いずれにも移動しなかつた34例中の2例では上下運動もみられず、写真4のように深呼吸によつて全く不動であり、他の32例では垂直下方に動いたことになる。左方に移動した21例では、全例に下方への移動もみられたので、左下方に動いたことになる。

表7 肺結核患者の気管分岐部の深吸気時における横への移動方向

右方	移動せず	左方
37例 (40.2%)	34例 (37.0%)	21例 (22.8%)

これらの肺結核患者92例のうちで、片側肺だけに病巣のあつたものは64例であつた。この64例について深吸気時の気管分岐部の移動方向が、肺病側といかなる関係にあるかを病型別にみたのが表8である。分岐部の右方に移動したのは64例中23例(35.9%)であつた。この23例中の4例では左肺に病巣があつたので気管分岐部は健側に向つて移動したことになる、残りの19例では患側に向つて移動したことになる。深吸気時に分岐部が左方に移動したのは、64例中17例(29.2%)であつた。この17例中の3例が健側に向つて移動し、14例が患側に向つて移動した。

すなわち気管分岐部は、一般に深吸気時に患側に向つて移動することが判る。ただし不透明肺についてみれば、広汎な気管枝拡張症のある5例のうち4例では分岐部は健側に向つて移動した。また気管枝拡張症のない肋膜肥厚例では、対象が少なく2例だけにすぎなかつたが、2例ともに患側に向つて移動していた。

このように気管分岐部の呼吸性の偏位は、少なくとも肺実質、気管支および肋膜の状態によつて影響されるものである。

図1は87例の肺結核患者について、肺病巣の状態と気管分岐部の深呼吸による運動量との関係をみたものである。

表8 気管分岐部の深吸気における横への移動方向 (片側肺のみに病巣がある場合)

肺病巣の状態	移動方向		移動せず	左方		計
	右方	患側		健側	患側	
滲出性	3	1	4			8
増殖性	2		7	1		10
混合性	1	1	1	2		5
空洞性	4		5	4	1	14
萎縮硬化性	2		1	1		4
不透肋膜肥厚 明肺				2		2
気管枝拡張 手術後		2	1		2	5
	7		5	4		16
小計	19	4	24	14	3	
計	23		24	17		64

縦の運動については、肺病巣が萎縮硬化性の場合には、気管分岐部は深呼吸によつて平均3.0mm動き、空洞性の場合には平均4.9mm、混合性の場合にも同様4.9mm動き、また一側肺が強度の気管枝拡張とともに不透明肺を示した6例では5.2mm動いたが、これらはいずれも表5の平均値以下であつた。これに反して肺病巣が滲出性の場合には平均10.2mm、増殖性の場合には9.3mmでよく動いていた。また一側肺が強度の肋膜肥厚を示し、しかも気管枝造影法で所見のない2例では8.6mm動き、肺手術後の患者16例でも7.4mm動いて、ともに呼吸運動に伴う気管分岐部の上下運動の障害がみられなかつた。

横の運動については、肋膜肥厚の強い2例が平均5.7mm動いたほかは著差がなかつた。

図1 肺結核病巣の状態と気管分岐部の運動との関係

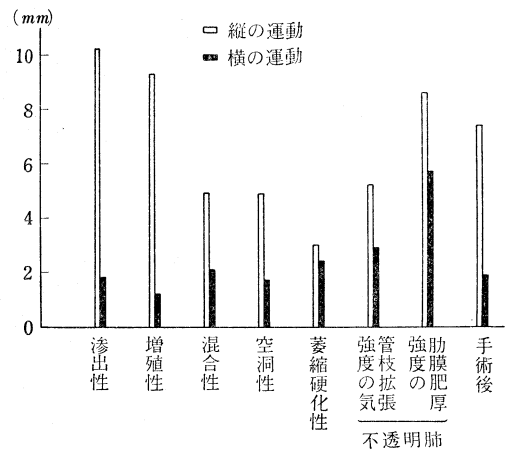


図2は83例の肺結核患者について、肺能力と気管分岐部運動との関係をみたものである。肺能力の算出については、海老名⁶⁾の方法にしたがつた。

縦の運動は肺能力の大きいほどその動きも大きかつた

が、横の運動には一定の傾向がなかった。

図2 肺結核における肺能力と気管分岐部運動との関係

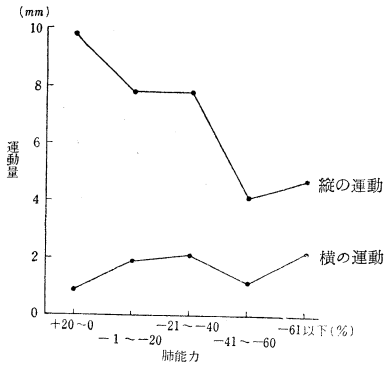
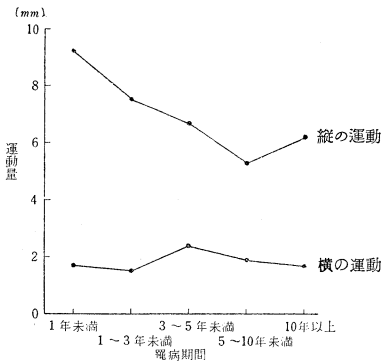


図3は97例の肺結核患者について、その罹病期間の長短と気管分岐部運動との関係をみたものである。縦の運動は罹病期間の短かいほど大きい傾向にあつたが、横の運動には一定の傾向がなかった。

図3 肺結核の罹病期間と気管分岐部運動との関係



気管分岐部の呼吸に伴う上下運動については、篠井⁷⁾のレ線キモグラフィーを利用した詳細な報告があり、横隔の運動に伴う気管支の上下運動の存在をたしかめている。さらに篠井⁷⁾、前田⁸⁾は分岐部を中心とした気管・気管支の呼吸による振子運動をも認めている。しかしわれわれの実験では気管分岐部は固定されているわけではないので、この運動は確認できなかつた。

深呼吸による気管分岐部の横への運動については、Steinmann⁹⁾の気管支鏡検査の結果によると、肺癌、肺結核または気管支狭窄の場合には気管分岐部が患側に偏位するが、肋膜肥厚のある場合には健側に偏位するという。しかしこの肋膜肥厚例については、末梢の気管支病変の有無についての記載がなく、われわれの肋膜の肥厚がありしかも全く気管支病変のない例とは同一視することができない。われわれの気管支病変のない肋膜肥厚例では患側に偏位した。

気管分岐部の呼吸性運動は、かなり古くから研究されているが、現在にいたるまでその運動量をはつきり数字

をもつて表わすまでにいたっていない。われわれの気管枝造影重複撮影法は、この運動量を数字をもつて表わすことのできる1方法である。

われわれは気管分岐部の運動量や運動方向が肺病巣の性状、結核の罹病期間、ないしは肺能力と関係のあることをこの重複撮影法によつて知ることができたが、このような関連についての文献は見当たらない。

III 総括

われわれは気管枝造影重複撮影法を用い、肺結核患者について深呼吸に伴う気管・気管支の運動を観察した。

1) 気管内径は深呼吸によつて最大 2.5 mm 変動した。変動を示したのものだけについての変動の平均は 1.4 mm であつた。なお気管内径の平均は男では 18.5 mm, 女では 15.6 mm であつた。

2) 主気管支の内径は深呼吸によつて最大 3.2 mm 変動した。変動を示したのものだけについての変動の平均は、右主気管支では 1.3 mm, 左主気管支では 1.5 mm であつた。なお右主気管支の内径の平均は、男では 15.3 mm, 女では 13.4 mm であり、左主気管支の内径の平均は、男では 12.0 mm, 女では 10.6 mm であつた。

3) 両側主気管支の開きの平均は、肺手術をうけない例においては、男では深呼吸時には 78.1°, 深吸气時には 81.1° であり、女では深呼吸時 83.4°, 深吸气時には 86.0° であつた。これを左右気管支角別にみると、深呼吸によつて右では最大 16° の変動をみ、左では最大 25° の変動をみた。またそれぞれの変動の平均は右では 4.6°, 左では 5.8° であつた。

肺手術をうけた例では、その左右の気管支角の呼吸性変動は手術をうけない例に較べて小さかつた。また総気管支角、気管支角の大きさについては、右肺手術をうけた例では総気管支角と右気管支角とは小であつたが、左肺手術をうけた例では特別のことはなかつた。

4) 気管分岐部の深吸气時の偏位は、右真横には 1例 (1.1%), 右下方には 36例 (39.1%), 垂直下方には 32例 (34.8%), 左下方には 21例 (22.8%) であり、横にも上下にも動かず全く固定されていたものは 2例 (2.2%) であつた。その偏位の程度は、縦には最大 24.6 mm, 横には最大 10.0 mm であつた。

気管分岐部は深吸气時に肺病巣の側に向かつて偏位するものが大部分であつた。しかし一側肺の全葉にわたつて強度の気管枝拡張のある不透明肺の場合には、その5例のうち1例を除いては健側に偏位した。なお気管枝拡張のないただの肋膜肥厚例では、気管分岐部は患側に向かつて偏位した。

この分岐部の上下方向における呼吸性偏位は、肺病巣が滲出性あるいは増殖性であるときに著明であり、萎縮硬化性、混合性ないし空洞性であるときには著明でなか

つた。またこの上下方向の偏位は、肺能力が小であるほど小さく、肺結核の罹病期間が長いほど小さかつた。

なお気管・気管支は、呼吸運動によるだけでなく、嚥下運動、心血管の搏動等によつても変動を示すものである。したがつてこの気管枝造影重複撮影法によつて計測された運動は、必ずしも呼吸性のものであるとはいきれない。しかし嚥下運動、心血管の搏動は深呼吸時にも深呼吸時にも同じように気管・気管支に影響を与えているのであるから、もしも深呼吸時と深呼吸時の間になんらかの差がでてくるのであれば、それはとにかく深呼吸によつて起る差であると考えてよいであろう。

以上は統計的に観察した場合にいえることであるが、個々の症例についての観察の場合には、心血管の搏動等による影響を常に念頭におく必要がある。

なお気管枝造影重複撮影のさいには、嚥下運動を禁止した。

IV 結 語

気管枝造影重複撮影法によつて、気管・気管支の内径、気管分岐角あるいは分岐部の位置等の呼吸性の変動を、簡明に数字をもつて表現することができる。

われわれは肺結核患者において次のことを知つた。気管・主気管支の内径あるいは気管分岐角は呼吸性の変動

を示すものが多い。

気管分岐部は深呼吸時に一般に病肺側に偏するので、これによつて患側を推測できる。肺能力の小さいとき、あるいは罹病期間の長いときには気管分岐部の上下方向の呼吸性偏位は小さい。また肺病巣が滲出性、あるいは増殖性のときにはこの偏位が大であり、萎縮硬化性、空洞性あるいは混合性のときには割合に小である。したがつて逆に重複撮影像からこれらの臨床的事項をある程度推測することができる。

参 考 文 献

- 1) 鳴海弘英：結核，33：679，昭33.
- 2) 松島千稔：医学研究，13：2135，昭14.
- 3) 小出源吾：耳鼻咽喉京都臨床，13：197，大10.
- 4) 中村孝久：胸部外科，7：589，昭29.
- 5) 大立目東：日外会誌，33：1613，昭7.
- 6) 海老名敏明：Tohoku J. Exper. Med., 31：401，昭12.
- 7) 篠井金吾・飯田晟・浅川充太郎・今川勇：グレンツゲペート，11：1555，昭12.
- 8) 前田清一郎：東医会誌，43：1703，昭4.
- 9) Erik P. Steinmann：Schweiz. med. Wschr., 79：1126，1949.

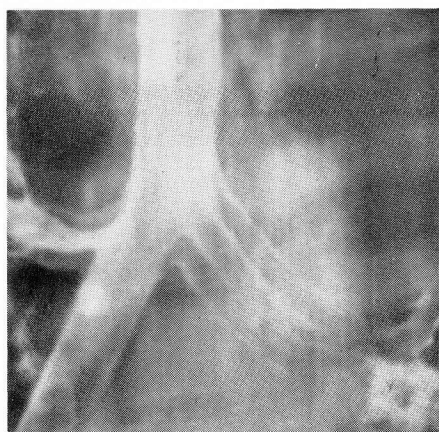


写真 1 気管分岐部は深吸気時に右下方に偏位している。

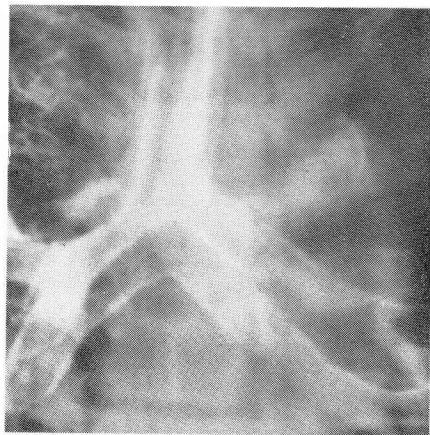


写真 2 気管分岐部は深吸気時に垂直下方に偏位している。

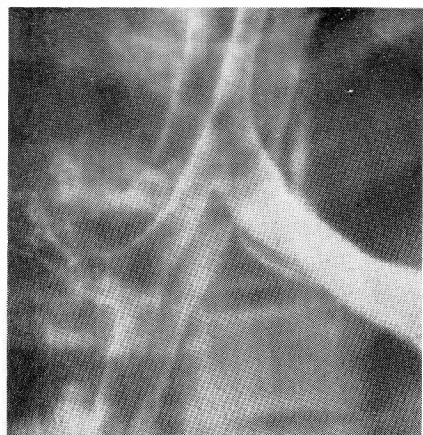


写真 3 気管分岐部は深吸気時に左下方に偏位している。

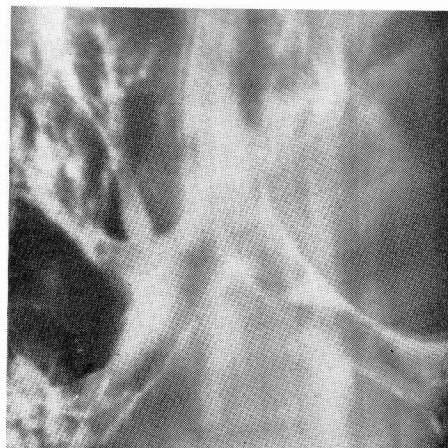


写真 4 気管分岐部は全く呼吸性偏位を示さない。なお右上葉枝は癒着のために位置がずれており、深呼吸によっても運動していない。

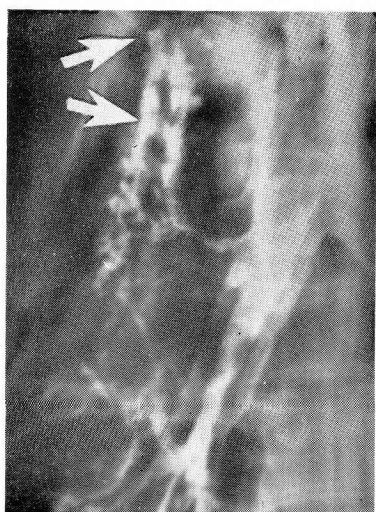


写真 5 右腕成形術施行例：圧迫枝も気管分岐部もかなり深呼吸によつて動いている。



写真5の見取図：斜線の部分が深吸気時の気管支の位置を示す。