

# 胸部重複撮影法に関する研究

## 気管支造影重複撮影法の第九報

—健康者における気管・気管支系の呼吸性変動について—

安 田 準 三

弘前大学医学部第二内科学教室

(大池弥三郎 教授)  
(鳴海弘英 講師)

受付 昭和 37 年 9 月 3 日

### I 緒 言

先に鳴海<sup>1)2)</sup>は、気管支造影重複撮影法を行なうことによつて、肺結核患者の深呼吸に伴う気管・気管支の変動を計測できることを報告した。この気管支造影重複撮影法と称する方法は、気管支造影像をその深呼吸時と深吸气時に相次いで、1枚のフィルムに撮影する方法である。

写真1は普通の気管支造影像である。写真2はこの重複撮影像であるが、気管支の呼吸性変動が現われている。

私は成人健康者 61 例について、その気管、主気管支および末梢気管枝の呼吸性変動を、この気管支造影重複撮影法によつて統計的に観察した。

### II 実験成績ならびに考案

#### 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 38 例、女 23 例、計 61 例の健康者について、気管分岐部から 5cm 上方の部において計測され、X線撮影の拡大率によつて実際の値に補正されて示された。補正は鳴海の方法<sup>1)</sup>に従つた。

気管の内径は表1のように、男では深呼吸時には平均 17.5mm (14.3~20.5mm)、深吸气時には平均 17.6mm

Table 1. Average Size of Inside Diameter of Trachea in Deep Expiration Phase and in Deep Inspiration Phase (Unit: mm)

	Deep expiration phase	Deep inspiration phase	Average
Male 38 cases	17.5 (14.3~20.5)	17.6 (14.3~20.5)	17.6
Female 23 cases	15.7 (14.0~18.5)	16.0 (14.0~19.1)	15.8

(14.3~20.5mm)であり、女では深呼吸時には 15.7mm (14.0~18.5mm)、深吸气時には 16.0mm (14.0~19.1mm)であつた。

しかし実際にはこの男女計 61 例のうち、深呼吸による気管内径の変動がみられたのは 18 例 (29.5%) で、その程度は最大 1.2mm であり、平均 0.6mm であつた。この 18 例のすべてにおいては気管は深呼吸時に細く、深吸气時に太かつた。

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 17.6mm、女では平均 15.8mm であつた。男では、女に比べて気管内径が 1% 以下の危険率で太かつた。

年齢は男女別にはほとんど差はなく、男では平均 27.3 才 (18~63 才)、女では平均 27.1 才 (14~59 才) であつた。したがつて気管内径を男女別に比較することは許されるであろう。

主気管支の内径は男 38 例、女 23 例、計 61 例の健康者について左右主気管支のそれぞれの中点の部<sup>1)</sup>にお

Table 2. Average Size of Inside Diameter of Main Bronchi in Deep Expiration Phase and in Deep Inspiration Phase (Unit: mm)

		Deep expiration phase	Deep inspiration phase	Average
Male 38 cases	Right	15.5 (11.6~18.4)	16.0 (12.4~19.2)	15.7
	Left	11.8 (8.1~15.2)	12.4 (8.9~16.0)	12.1
Female 23 cases	Right	14.0 (9.7~17.1)	14.3 (9.7~17.5)	14.2
	Left	10.8 (9.7~13.6)	11.1 (9.7~13.6)	11.0

いて計測され、気管内径と同様に実際の値に補正された。

その値は表2のようである。深呼吸による内径の変動は、右主気管支では61例中の36例(59.0%)に、左主気管支では61例中の42例(68.9%)にみられた。その程度は最大1.6mm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0.6mm、左主気管支では0.7mmであつた。この変動がみられたすべての例において、主気管支は深吸气時のほうが深吸气時より太かつた。

気管内径の場合と同様に、いわゆる主気管支内径としては、深吸气時と深吸气時との内径の平均をとつたが、男では右が15.7mm、左が12.1mmであり、女では右が14.2mm、左が11.0mmであつて、左右ともに男では女よりも1%以下の危険率で太かつた。この場合も気管内径の場合と同様に男女の年齢分布に差はなかつた。

気管や主気管支の内径はいろいろの方法で計測されているが、Raubert<sup>3)</sup>、Gray<sup>4)</sup>、松島<sup>5)</sup>らのように屍体についてのものが多い。

しかしX線学的に生体において計測された報告<sup>1)2)6)~9)</sup>もいくつかある。

教室の鳴海<sup>1)2)</sup>は、肺結核患者を対象として気管支造影重複撮影法によつて計測している。Stutz<sup>6)</sup>、小倉<sup>7)</sup>らは健康者を対象として、深吸气時と深吸气時とのそれぞれの気管支造影写真を比較して、気管・気管支の呼吸性変動を観察している。

中村<sup>8)</sup>は肺結核患者を対象として気管支造影法によつて、気管の上・中・下部における内径の測定を行ない、鳴海<sup>2)</sup>は同じく肺結核患者を対象として分岐部より5cm上方で内径を計測しているが、これは中村の中部にあたる。中村<sup>8)</sup>の成績では中部では男17.4mm、女15.4mmであり、鳴海の成績では男18.5mm、女15.6mmである。これらはしかし、いずれも健康者についてのものではないから、私の成績と比較するわけにはゆかない。

大立目<sup>9)</sup>は気管支造影法によつて健康男子の気管内径を計測したが、計測場所は気管分岐部より3cm上の部である。それでは深吸气時15.2mm、深吸气時15.6mmであるという。私の測定場所とは異なるから、これを私

の成績と直ちに比較することはできないが、私の成績よりは一般に細い。私の対象と大立目の対象との間には年齢分布の差はなく、大立目の場合には平均年齢26.2才である。

主気管支内径については、中村<sup>8)</sup>の肺結核患者における報告では、男では右14.6mm、左12.1mm、女では右14.0mm、左10.6mmであり、鳴海<sup>2)</sup>の肺結核患者についての成績では、男では右が15.3mm、左が12.0mm、女では右が13.4mm、左が10.6mmである。私の成績は健康者についてのものであるが、これらとの間には大差はなかつた。

健康者についての気管内径の呼吸性変動は、私の実験では最大1.2mmであり、主気管支のそれは最大1.6mmであつた。大立目<sup>9)</sup>は健康者について、分岐部より3cm上の部位の気管内径の呼吸性変動を観察し、最大0.6mm、最小0.3mmという成績を発表している。鳴海<sup>2)</sup>は肺結核患者における気管内径の呼吸性変動は最大2.5mm、主気管支では最大3.2mmであつたと述べている。大立目<sup>9)</sup>の成績は私の測定場所とは異なるから、これを私の成績と比較することはできないが、鳴海<sup>2)</sup>の肺結核患者についての成績は、私の成績に比べて一般に大きい。

松島<sup>5)</sup>は氏の考案した気管・気管支口径拡大計測器を用いて、屍体の主気管支などを極度に拡大させたときの伸展度を測定し、左主気管支は右主気管支に比べて1.5倍伸展できる程度の弾性があると報告している。

私の健康者についての成績では、左主気管支が右主気管支に比べてその内径の変動するものが多かつたが、これは鳴海<sup>2)</sup>の肺結核患者についての成績と同じであり、松島<sup>5)</sup>の気管支の伸展度の左右差の報告と一致している。

表3は気管・気管支内径の年齢別計測値である。気管内径は男女ともに20才以上のものでは20才未満のものに比べて大であつたが、20才以上では年齢別に著差はなかつた。

気管支内径には男女ともに年齢別の著差はなかつた。天野<sup>10)</sup>は屍体について気管内周と年齢との関係を調べ

Table 3. Values of Inside Diameter of Trachea and Main Bronchi Observed by Age

(Unit: mm)

Age	No. of cases	Male (38 cases)						Female (23 cases)						
		Inside diameter of trachea		Inside diameter of main bronchus				Inside diameter of trachea		Inside diameter of main bronchus				
		Deep exp. phase	Deep insp. phase	Right		Left		Deep exp. phase	Deep insp. phase	Right		Left		
				Deep exp. phase	Deep insp. phase	Deep exp. phase	Deep insp. phase			Deep exp. phase	Deep insp. phase			
~ 19	4	16.0	16.5	14.6	15.1	10.0	10.8	5	15.5	15.5	14.9	15.0	11.3	11.4
20 ~ 29	27	17.8	17.8	15.7	16.2	12.0	12.6	12	15.6	15.9	13.7	14.0	10.3	10.8
30 ~ 39	3	17.0	17.0	14.5	14.8	11.8	12.8	3	16.6	16.9	14.4	14.7	11.0	11.3
40 ~	4	17.1	17.1	15.5	15.7	12.7	12.8	3	16.1	16.6	13.4	13.6	11.6	11.9

Table 4. Values of Inside Diameter of Trachea and Main Bronchi Observed by Stature

(Unit : mm)

Stature (cm)	Male (38 cases)							Female (23 cases)						
	No. of cases	Inside diameter of trachea		Inside diameter of main bronchus				No. of cases	Inside diameter of trachea		Inside diameter of main bronchus			
		Deep exp. phase	Deep insp. phase	Right		Left			Deep exp. phase	Deep insp. phase	Right		Left	
				Deep exp. phase	Deep insp. phase	Deep exp. phase	Deep insp. phase				Deep exp. phase	Deep insp. phase		
141~150	0							8	14.9	15.0	13.4	13.5	10.1	10.3
151~160	12	16.8	16.9	15.1	15.4	11.7	12.2	15	16.1	16.4	14.4	14.6	11.1	11.5
161~170	21	17.7	17.8	15.6	16.0	11.8	12.3	0						
171~	5	18.6	18.8	16.5	17.1	13.1	13.5	0						

15~39 才および 40 才以上に 2 分して比較しているが、男女ともに年長者に大きいことを立証している。また中村<sup>8)</sup>は肺結核患者について気管支造影を行ない、気管下部内径を計測し、年齢との関係を調べたが、男では 20~29 才で平均 17.4mm, 30~39 才で 17.8mm, 40~50 才で 18.0mm, 女では 20~29 才で平均 15.0mm, 30~39 才で 16.3mm であつて、男女ともに年長者に気管内径の増大を認めている。

また気管・気管支内径と身長別との関係をみたのが表 4 であるが、気管および気管支ともにその内径は、身長に比例して大きい傾向にあつた。

2. 深呼吸による気管分岐角の変動

図 1 に示すように、左右主気管支の内側縁の midpoint のおのおの気管分岐部下縁とを結んだ 2 本の線のなす角を総気管支角とし、またこの 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。

男 38 例, 女 23 例の健康者について計測した成績は表 5 のようである。

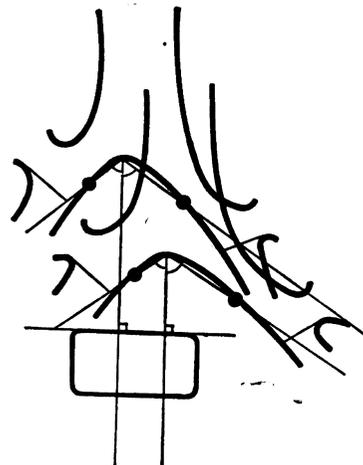
Table 5. Average Angle of Bifurcation in Deep Expiration Phase and in Deep Inspiration Phase

(Unit : Degree)

Case	Angle of main bronchus	Deep expiration phase	Deep inspiration phase	Average
Male 38 cases	Right	33.9 (21.0 52.0)	36.7 (22.0 52.0)	35.3
	Left	41.7 (30.0 52.0)	43.8 (31.0 53.0)	42.7
	Total	75.6	80.5	78.0
Female 23 cases	Right	32.7 (19.0 49.0)	37.7 (20.0 52.0)	35.2
	Left	43.8 (22.0 52.0)	45.5 (24.0 52.0)	44.6
	Total	76.5	83.2	79.8

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 52 例 (85.2%), 左のそれは 48 例 (78.7%) であつた。なおその変動の程度は、右気管支角では最大 12.0° であり、左気管支角では 9.0° であつた。角度の

Fig. 1. Estimation of Bifurcation Angle and Each Angle of Both-Sides Main Bronchi



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 4.3°, 左気管支角では平均 2.7° の変動であつた。

しかし鳴海<sup>2)</sup>の肺結核患者についての深呼吸による左右気管支角の変動は、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。ま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° の変動であり、これは私の計測した健康者の成績よりいずれも大である。これは、鳴海<sup>2)</sup>の場合は肺結核患者を対象としたものであり、病巣部気管枝の運動が妨げられるため、かえつて気管分岐角の変動が大となるものと思われる。

私は深呼吸時と深吸気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 78.0°, 女では 79.8° であり、女では男に比べていく分大きいようであつたが、推計的には有意差はなかつた。

この値は鳴海<sup>2)</sup>の肺結核患者についての男 79.6°, 女 84.7° と比較すると、男の場合にはほぼ同一であつたが、女の場合にはいく分小さかつた。また同様肺結核患者を対象とした中村<sup>8)</sup>の成績、すなわち男 88.8°, 女 86.8° という値よりも小さかつた。中村<sup>8)</sup>の場合には分岐角度の

測定方法が異なるので私の成績と比較するのは実際には不合理である。

Stutz<sup>9)</sup>は分岐角度を計測し正常成人では 55.0~65.0°, 子供では 70.0~80.0° であると報告している。この成績は私の正常成人に比べて小さい値を示しているが、やはり測定方法が異なるので比較はできない。

私の健康者についての重複撮影法による分岐角度の観察では、61例のうち4例は変動せず、56例は深吸气時に拡大し深呼气時に縮小している。しかし1例だけはどうしたところか全く逆で深吸气時に 71.0°, 深呼气時に 74.0° であつた。

Stutz<sup>9)</sup>は正常成人の分岐角度の呼吸性変動を調べ、深吸气時に小となり、深呼气時に大となると述べている。また栗田<sup>11)</sup>も正常成人を対象として Bronchocinematography によつて気管支の動きを観察し、気管分岐角度は吸气時に小となり、呼气時に拡大するといつている。しかし健康者について同じ Bronchocinematography で観察した池田<sup>12)</sup>は、深吸气時に拡大し深呼气時に小となると述べている。

### 3. 深呼吸による気管分岐部の偏位

男 38 例, 女 23 例の計 61 例について計測された。計測は鳴海<sup>1)</sup>の方法により、その計測値は各人の X 線撮影の拡大率によつて実際の値に補正された。気管分岐部は深吸气時には縦の偏位としては全例において下方に偏位したが、横の偏位としては左方に偏位するものも右方に偏位するものもあつて、一定の傾向はなかつた。写真 2, 4, 5 にみられるようである。その縦の偏位については、深呼气時と深吸气時とのずれは最大 23.5mm であり、最小 2.0mm であり、表 6 に示したように、平均すれば男 9.9mm, 女 8.4mm であつた。その横の偏位については最大 6.9mm であり、平均すれば男 1.9mm, 女 2.2mm であつた。

Table 6. Average Respiratory Displacement of Bifurcation

	(Unit: mm)	
	Perpendicular displacement	Transverse displacement
Male (38 cases)	9.9	1.9
Female (23 cases)	8.4	2.2

Liebschner et Vieten<sup>13)</sup>は深呼气時と深吸气時との気管・気管支像を重複して撮影し、正常の場合には気管分岐部は深呼吸によつて最大 20mm まで縦に偏位すると報告している。

また肺結核患者についての鳴海<sup>2)</sup>の成績では、縦の偏位は最大 24.6mm であり、平均すれば男 7.2mm, 女 5.4mm であり、横の偏位は最大 10.0mm であり、平均すれば男 1.8mm, 女 1.7mm であつた。

この成績を私の健康者についての成績と比較すると、男女ともに縦の偏位は健康者のほうに大であつたが、横

の偏位には著差がなかつた。

表 7 は前記の健康者 61 例について、深吸气時の気管分岐部の位置が、深呼气時のそれからみて左右いずれの方向に偏位しているかをみたものである。61 例のうち、41 例 (67.2%) が右方に偏位し、10 例 (16.4%) が左方に偏位し、残りの 10 例 (16.4%) は左右いずれにも偏位しなかつた。

Table 7. Transverse Displacement of Bifurcation by Deep Inspiration

To the right	No displacement	To the left
41 cases (67.2%)	10 cases (16.4%)	10 cases (16.4%)

Fig. 2. Relation between Respiratory Displacement of Bifurcation and Vital Capacity

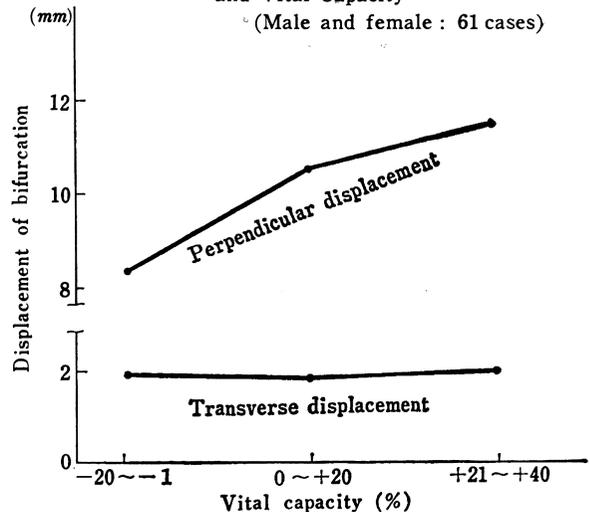
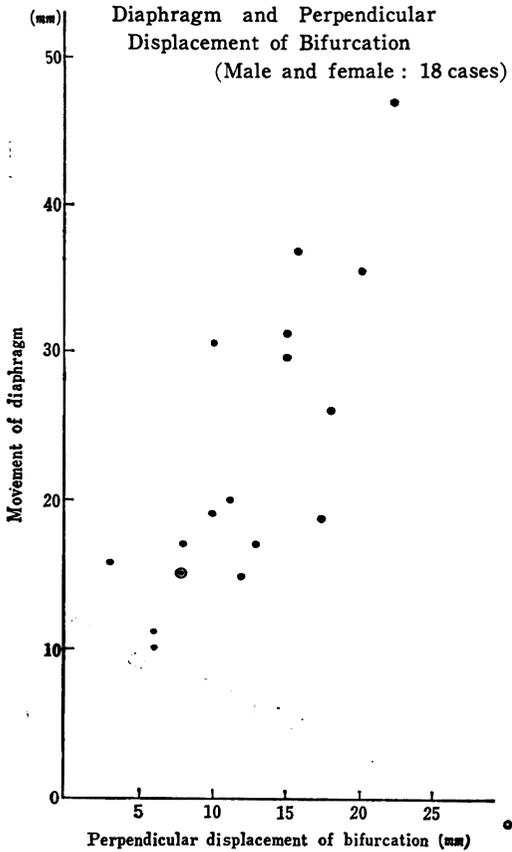


図 2 は 61 例の健康者について肺能力と気管分岐部偏位との関係をみたものである。肺能力の算出については海老名<sup>14)</sup>の方法に従つた。縦の偏位は肺能力の大きいほど大きかつたが、横の偏位には一定の傾向がなかつた。

図 3 は健康者 18 例について横隔膜運動と気管分岐部の縦の偏位との関係をみたものである。この成績では横隔膜運動が大きいかほど気管分岐部の縦の偏位も大きく、この運動と偏位とは大略平行していた。写真 6 では横隔膜運動と気管分岐部の偏位とが写し出されている。

気管分岐部の呼吸性偏位はかなり古くから研究されている。気管は呼吸運動によつて位置を変えることの少ない喉頭に連なっている。したがつてこの気管の分岐部の縦の方向の呼吸性偏位は、その解剖学的の位置関係からいつて主として気管の伸縮によると考えられている。すなわち健康気管は喉頭において固定されているので、気管分岐部は気管の伸縮により吸气時に下降し呼气時に上昇するとされている<sup>12)</sup>。

Fig. 3. Relation between Movement of Diaphragm and Perpendicular Displacement of Bifurcation (Male and female: 18 cases)



4. 深呼吸による末梢気管枝の偏位

健常の肺区域枝および肺小区域枝の末端部が深呼吸によつてどの程度偏位を示すかをみた。ここでは鳴海<sup>15)</sup>が行なつたように、X線写真上での縦の偏位と横の偏位の計測値をそのまま記載した。なお管球焦点と被検者との距離は45cmであつた。

Table 8. Respiratory Displacement of Healthy Segmental Bronchi -Average of 47 Cases- (Unit: mm)

Right lung			Left lung		
Segmental bronchus	Perpendicular displace.	Transverse displace.	Segmental bronchus	Perpendicular displace.	Transverse displace.
B <sub>1</sub>	7.4	2.3	B <sub>1+2</sub>	12.7	0.8
B <sub>2</sub>	7.8	2.3			
B <sub>3</sub>	7.6	2.5	B <sub>3</sub>	12.7	1.4
B <sub>4</sub>	17.2	1.8	B <sub>4</sub>	15.2	1.4
B <sub>5</sub>	18.2	1.8	B <sub>5</sub>	16.0	1.2
B <sub>6</sub>	14.8	2.3	B <sub>6</sub>	19.0	0.3
B <sub>7</sub>	24.7	3.3			
B <sub>8</sub>	28.3	6.5	B <sub>8</sub>	23.0	2.8
B <sub>9</sub>	27.0	4.5	B <sub>9</sub>	27.3	2.0
B <sub>10</sub>	25.8	3.5	B <sub>10</sub>	27.8	1.7

(Except B. subsuperior)

a) 肺区域枝の呼吸性偏位

健康者47例について肺区域枝の呼吸性偏位を計測したが、その平均値は表8に示すようである。

右のB<sub>1</sub>・B<sub>2</sub>・B<sub>3</sub>においては、縦には約7.5mmの偏位を示すにすぎないが、左のB<sub>1+2</sub>・B<sub>3</sub>においては12.7mmの縦の偏位を示し、かなり偏位量が大であつた。右のB<sub>4</sub>では17.2mm、右のB<sub>5</sub>では18.2mmの縦の偏位を示し、右のB<sub>1</sub>・B<sub>2</sub>・B<sub>3</sub>に比べて増大したが、右のB<sub>6</sub>ではかえつて減少した。右のB<sub>6</sub>は下葉枝に属するにもかかわらず、中葉枝に属する右のB<sub>4</sub>・B<sub>5</sub>と同じ高さから分岐し、むしろ上方に位置するために、このような結果が生ずるものと思える。

左ではB<sub>4</sub>・B<sub>5</sub>・B<sub>6</sub>の順に次第に縦の偏位が増大している。左ではB<sub>4</sub>・B<sub>5</sub>は左のB<sub>6</sub>に比べて高い場所から分岐しているの、このような結果になるものと思える。あるいは、左の主気管支は右に比べて長くよく動くので、このようになるのかも知れない。

B<sub>8</sub>は左右ともに脊柱の近くに存在する。呼吸運動では、脊柱が支えになつていて、脊柱の近辺の肺の部分は他の部分に比べて呼吸運動が少ないことが想像できる。この意味からもB<sub>8</sub>の呼吸性偏位の少ないことが肯定できよう。

B<sub>7</sub>ないしB<sub>10</sub>の縦の偏位は23.0~28.3mmを示し、左右ともによく偏位した。

一般に下方に位置する枝ほどその縦の呼吸性偏位が大きい傾向を示した。

肺区域枝の横の偏位については、右のB<sub>7</sub>・B<sub>8</sub>・B<sub>9</sub>・B<sub>10</sub>が3.3~6.5mmと多少大きいようにみえたが、その他の各区域枝別の差は明らかではなかつた。なおB<sub>8</sub>の横の偏位がもつとも大きい、B<sub>8</sub>の位置関係を考えると当然と思える。一般に右肺の枝では左に比べて偏位が大きかつた。

b) 肺小区域枝の呼吸性偏位

健康者47例について肺小区域枝の末端部の呼吸性偏位を縦の偏位と横の偏位とに分けて計測した。

縦の偏位は右B<sub>1</sub>・B<sub>2</sub>・B<sub>3</sub>に属する肺小区域枝では7mm前後の偏位を示したが、左B<sub>1+2</sub>・B<sub>3</sub>に属する肺小区域枝では12mm前後であり、肺区域枝の場合と同様に、右に比べて偏位量が大であつた。B<sub>4</sub>以下に属する肺小区域枝については、右のB<sub>6</sub>の肺小区域枝の偏位がやはり肺区域枝の場合と同様に、右のB<sub>4</sub>・B<sub>5</sub>に属する枝に比べて小さく15.4~15.8mmであつた。この右のB<sub>6</sub>に属する枝を除いては、一般に下方の枝ほど偏位が大きかつたが、最小値は左B<sub>4a</sub>の14.2mmであり、最大値は右B<sub>9b</sub>の32.4mmであつた。

左右ともに上葉枝では肺区域枝の縦の偏位のほうが肺小区域枝のそれより大であつたが、中葉枝・下葉枝では肺区域枝の縦の偏位のほうが肺小区域枝のそれよりも小

(Junzo YASUDA)

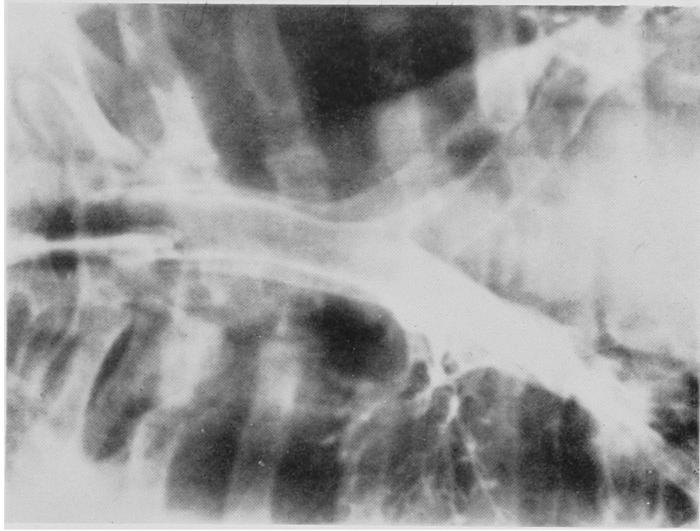


Photo. 3. Bifurcation moved to the right and downwards in deep inspiration phase.

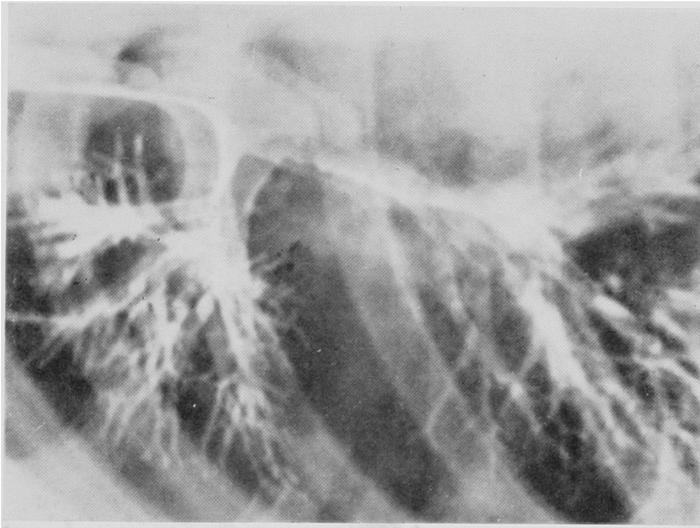


Photo. 2. Polysobronchogram of the same case shown in Photo. 1.

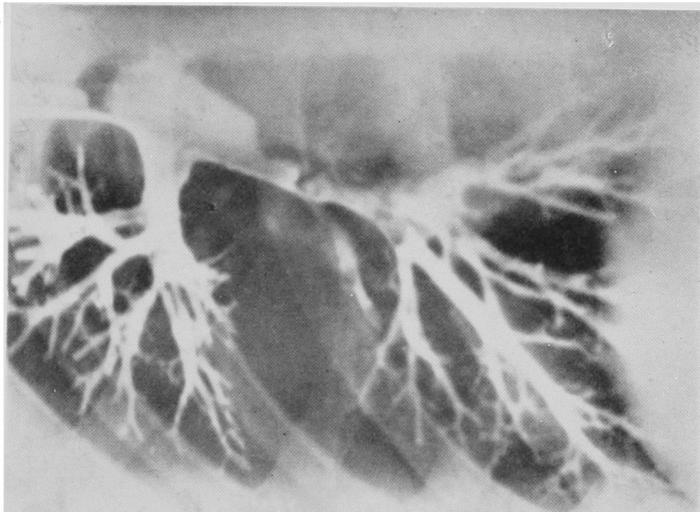


Photo. 1. Routine bronchogram.

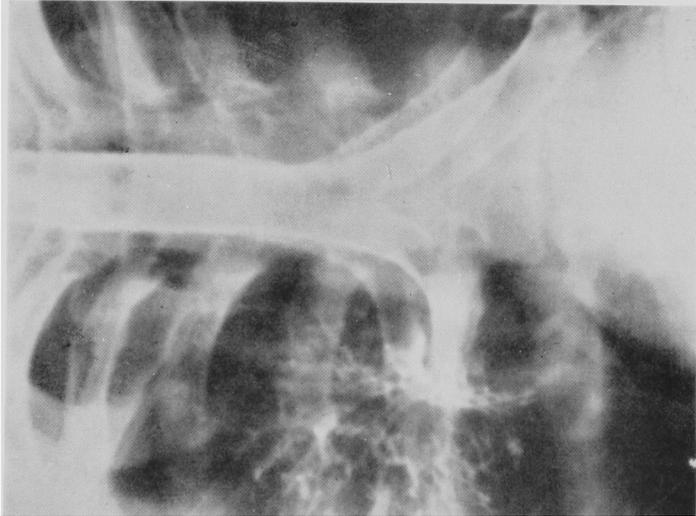


Photo. 4. Bifurcation moved downwards in deep inspiration phase.



Photo. 5. Bifurcation moved to the left and downwards in deep inspiration phase.



Photo. 6. Bifurcation moved to the right and downwards in deep inspiration phase, and the diaphragm showed respiratory displacement.

であった。

肺小区域枝の横の偏位は、肺区域枝の場合と同様に、右肺においては左肺に比べて明らかに大であった。右のB<sub>8a</sub>の偏位がもつとも大きく、4.7mmであった。

Table 9. Respiratory Displacement of Healthy Subsegmental Bronchi  
—Average of 47 Cases—

(Unit: mm)

Right lung			Left lung				
Subsegmental bronchus	Perpendicular displace.	Transverse displace.	Subsegmental bronchus	Perpendicular displace.	Transverse displace.		
B <sub>1</sub>	a	6.7	1.9	B <sub>1+2</sub>	a	12.0	0.4
	b	6.6	2.0		b	11.7	0.3
			c		12.0	0.3	
B <sub>2</sub>	a	7.3	2.3	B <sub>3</sub>	a	11.8	0.5
	b	7.3	2.3		b	12.1	0.5
			c		12.0	0.3	
B <sub>3</sub>	a	6.9	3.2	B <sub>4</sub>	a	14.2	0.5
	b	6.3	3.3		b	14.7	0.5
B <sub>4</sub>	a	18.8	2.8	B <sub>5</sub>	a	16.2	1.4
	b	20.8	2.8		b	16.3	1.3
B <sub>5</sub>	a	15.4	1.8	B <sub>6</sub>	a	19.3	0.1
	b	15.5	3.0		b	19.0	0.1
			c		21.6	0.1	
B <sub>6</sub>	a	15.4	1.8	B <sub>8</sub>	a	26.7	2.9
	b	15.5	2.4		b	26.7	2.9
B <sub>7</sub>	a	15.8	2.8	B <sub>9</sub>	a	27.1	1.8
	b	22.8	2.4		b	27.1	1.8
B <sub>8</sub>	a	23.2	2.0	B <sub>10</sub>	a	28.3	1.4
	b	31.3	4.7		b	29.4	1.3
			c		28.3	1.5	
B <sub>9</sub>	a	31.6	4.3				
	b	31.8	3.9				
B <sub>10</sub>	a	32.4	4.2				
	b	32.3	1.4				
	c	32.3	1.6				
		31.4	1.9				

(Except B. subsuperior)

なお気管・気管支は、呼吸運動によるだけでなく、嚥下運動、心血管の拍動などによつても変動を示す。したがつてこの気管支造影重複撮影法によつて計測された変動は、必ずしも呼吸性のものだけであるとはいきれない。しかしこれを統計的に観察する場合には問題がないと思う。

なお気管支造影重複撮影のさいには嚥下運動を禁止した。

### III 結 語

気管支造影重複撮影法によつて、深呼吸に伴う気管・気管支の内径の変動、気管支角の変動、気管分岐部の偏位、ならびに末梢気管枝の偏位を健康者について計測し、次のことを知つた。

- 1) 気管内径は、深呼吸によつてある程度変動する。また内径は男では女よりも太く、若年者では高齢者に比べて細く、また身長に正比例している。
- 2) 主気管支内径は、気管と同様に深呼吸によつてある程度変動するが、左主気管支内径のほうが右主気管支

のそれに比べて変動しやすい。やはり内径は男では女よりも大であり、また身長に正比例している。しかし年令差は見当らなかつた。

3) 気管分岐角は、深吸气時には深呼气時に比べて大となる。分岐角の大きさは女では男よりも大きいようであるが明らかではない。右気管支角では、左に比べて呼吸性変動が大きい。

4) 気管分岐部は深吸气時には深呼气時に比べて下方に偏位する。この縦の偏位は肺能力が大きいほど大きく、また横隔膜の呼吸運動の大きさと正比例している。また男では女よりも明らかによく偏位する。分岐部の横の偏位は縦の偏位に比べて著しく小さい。

5) 肺区域枝・肺小区域枝においては、呼吸性の縦の偏位は、一般に下方の枝ほど大である。しかし右のB<sub>6</sub>あるいは右のB<sub>6</sub>に属する肺小区域枝では右のB<sub>4</sub>・B<sub>5</sub>あるいはそれらの肺小区域枝に比べて偏位が小さい。右B<sub>6</sub>の分岐部位が、あるいは右S<sub>6</sub>が比較的上方に存在することによると思える。右のB<sub>1</sub>・B<sub>2</sub>・B<sub>3</sub>あるいはそれらに属する肺小区域枝では、左のB<sub>1+2</sub>・B<sub>3</sub>あるいはそれらに属する肺小区域枝に比べて、縦の偏位が小さい。上葉枝に属する肺小区域枝ではその肺区域枝に比べてかえつて縦の偏位が小さい。

肺区域枝・肺小区域枝の横の呼吸性偏位は右肺では左肺よりも大きい。

6) 気管・気管支の呼吸性変動・偏位を知ることによつて、肺そのものの呼吸の様相を知ることができる。

### 参 考 文 献

- 1) 鳴海弘英：結核，33：679，昭33。
- 2) 鳴海弘英：結核，33：732，昭33。
- 3) Rauber-Kopsch：Lehrbuch u. Atlas d. Anatomie d. Menschen, Leipz., 1923。
- 4) Gray, H.: Anatomy, Phil., 1930。
- 5) 松島千稔：医学研究，13：2135，昭14。
- 6) Stutz, E.: Fortschr. Röntgenstr., 72：309, 1949。
- 7) 小倉敏郎：日医放誌，18：425，昭33。
- 8) 中村孝久：胸部外科，7：589，昭29。
- 9) 大立目東：日外会誌，33：1613，昭7。
- 10) 天野毅彦：日医大雑誌，10：405，昭14。
- 11) 粟田口省吾：医学のあゆみ，31：635，昭34。
- 12) 池田茂人：気食会報，10：193，1959。
- 13) Liebschner, K. et Vieten, H.: Fortsh. Röntgenstr., 76：443, 1952。
- 14) 海老名敏明：Tohoku J. Exper. Med., 31：401, 昭12。
- 15) 鳴海弘英他：結核，36：149，昭36。

**A Study on Superimposed Chest Radiography (Chest Polisoradiography) — Superimposed Bronchography (Polisobronchography)— Report 9.**

**The respiratory changes of trachea and bronchus in healthy persons.**

Polisobronchography is a procedure in which routine bronchography is doubly-taken in a deep inspiration phase and in a deep expiration phase, one after the other, on the same sheet of X-ray film.

Swallowing movement was stopped during the polisobronchography in order to avoid the possible influence on the respiratory changes of trachea and bronchi. By using this polisobronchography, the author measured the changes of the inside diameter of trachea and bronchi, the changes of the angle of main bronchi, and the displacement of bifurcation as well as peripheral bronchi during deep respiration on healthy persons.

The results obtained were as follows :

1) The inside diameter of trachea showed certain changes during deep respiration, the average being 17.6mm in male and 15.8mm in female.

The diameter of trachea of male was significantly larger than that of female, and that of the young was smaller than that of the old. The diameter was in proportion to the stature.

2) The diameter of main bronchi also showed certain changes during deep respiration, and the changes of the left main bronchus was more marked than that of the right. The average diameter of the right main bronchus was 15.7mm in male and 14.2mm in female, and that of the left was 12.1mm in male and 11.0mm in female. The diameter of male was also significantly bigger than that of female. The diameter was in proportion to the stature, but no significant correlation was found with age.

3) The angle of bifurcation was bigger in a deep inspiration phase than in a deep expiration phase. The average angle of bifurcation was 78.0° in male and 79.8° in female. The angle of female was slightly bigger than that of male, but the difference was not significant. Changes of the angle of the right main bronchus were more marked than that of the left.

4) The bifurcation point was lower in a deep inspiration phase comparing with that in a deep expiration phase. The perpendicular displacement was 23.5mm at maximum, 2.0mm at minimum,

and on the average 9.9mm in male and 8.4mm in female. The more the vital capacity, the more the perpendicular displacement; and the latter being also in proportion to the respiratory displacement of diaphragm. The transverse displacement of bifurcation was 6.9mm at maximum, and on the average 1.9mm in male and 2.2mm in female. The direction of transverse displacement of bifurcation in a deep inspiration phase was as follows: 41 cases (67.2%) out of 61 were displaced to the right, 10 cases (16.4%) to the left, and the remaining 10 cases (16.4%) neither to the right nor to the left, but only downwards.

5) The perpendicular displacement of segmental bronchi during respiration was only about 7.5mm in the right  $B_1 \cdot B_2 \cdot B_3$ , while 12.7mm in the left  $B_{1+2} \cdot B_3$ , and the latter was rather changeable. The displacement of  $B_4 \cdot B_5$  was 15.2~18.2mm on both sides, that of the right and the left  $B_6$  were 14.8mm and 19.0mm respectively, and that of  $B_7 \cdot B_8 \cdot B_9 \cdot B_{10}$  was 23.0~28.3mm on both sides. Thus, the lower bronchi were apt to show more marked respiratory perpendicular displacement.

The transverse displacement of the right  $B_7 \cdot B_8 \cdot B_9 \cdot B_{10}$  was 3.3~6.5mm, which seemed to be more changeable than the other segmental bronchi. The difference in transverse displacement among the other segmental bronchi was not so obvious.

The subsegmental bronchi belonging to the right  $B_1 \cdot B_2 \cdot B_3$  moved perpendicularly about 7mm, and those belonging to the left  $B_{1+2} \cdot B_3$  about 12mm, which showed that the latter was more changeable than the former; those belonging to  $B_4 \cdot B_5$  moved 14.2~20.8mm on both sides, and those belonging to the right and the left  $B_6$  moved about 15.5mm and 20mm respectively, thus, the left  $B_6$  was more changeable than the right. Subsegmental bronchi belonging to  $B_7 \cdot B_8 \cdot B_9 \cdot B_{10}$  moved 22.8~32.4mm. Thus, the lower bronchi showed more marked perpendicular displacement, but the perpendicular displacement of the right  $B_6$  and of the subsegmental bronchi belonging to the right  $B_6$  was less than that of the right  $B_4 \cdot B_5$  and of the subsegmental bronchi belonging to the right  $B_4 \cdot B_5$ . This can be explained by the fact that the branching position of the right  $B_6$  and the position of  $S_6$  is relatively higher.

As for the transverse displacement of the subseg-

mental bronchi, it was somewhat greater in the right lung than in the left.

understood by analyzing the respiratory changes of trachea and bronchi.

6) The respiratory working of the lungs can be