

各種実験動物肺における気管支動静脈の研究 特に肺動静脈との相互関係について

〔第3篇〕 家 兎 に つ い て の 研 究

京都大学結核研究所外科療法部（主任 教授 長石忠三）

京 都 厚 生 園（園長 簗和田益二博士）

井 上 ス ミ

【目 次】

緒 言

第1章 研究対象

第2章 研究方法

第3章 成績綜括並びに考按

第1節 気管支動脈

第1項 起始及び数

第2項 分布並びに走向

I. 肺外気管支動脈

II. 肺内気管支動脈

A. 気管支壁

1. 軟骨膜

2. リンパ節

B. 肺動静脈壁

C. 肺 胸 膜

第2節 気管支静脈

第1項 肺外気管支静脈

第2項 肺内気管支静脈

第3節 気管支動脈と気管支静脈との相互関係

第4節 気管支動静脈と肺動静脈との相互関係

第1項 肺動脈と肺静脈との相互関係

第2項 気管支動静脈と肺動静脈との相互関係

結 論

文 献

緒 言

従来、医学用動物実験では、家兎はたやすく入手出来、且つ大きさが適当なため手軽に実験出来る関係からか、比較的よく用いられている。

そこで本篇では、家兎肺に於ける気管支動静脈系と肺動静脈系との相互関係を検索し、併せて第1篇及び第2篇において述べている犬や山

羊の気管支動静脈系と肺動静脈系との相互関係や、人の場合におけるそれとを比較検討したので以下その大要を報告する。

第1章 研 究 対 象

研究対象は 1.2kg から 2.5kg の健常家兎56羽である。

第2章 研 究 方 法

研究方法は第1篇に於ける犬の場合と同一の方法によつて行つてゐるが、その内訳は第1表の通りである。

第3章 成績綜括並びに考按

第1節 気 管 支 動 脈

第1項 起 始 及 び 数

家兎に於ける気管支動脈の起始を著者が56例中の42例について検索したところ、何れも左右の内胸動脈、肋間動脈及び大動脈等から起つており、第2表及び第1図のように分類することが出来る。

第1型とは、左右の内胸動脈から起るもので、起始部は最上位肋間動脈と殆んど同一の部位から起つてゐる。

本型は左右1本宛起るもので、第1図のように縦隔表面を夫々下行し、第IV肋間動脈の高さで同側の肺門に達しており、42例中24例（57.2%）にみられ、最も頻度の高いものである。即ち、過半数が第1型となるわけである。

第2型とは、第1図のように右内胸動脈から1本の主幹として起るもので、右側縦隔表面を

第1表 注 入 例 (家兎)

注 入 材 料	注 入 部 位					例 数	
	気 管 支	肺 動 脈	肺 静 脈	気 動 脈 支	支 外 静 脈		
合 成 樹 脂	×			×		4	32
		×	×			2	
		×		×		3	
			×	×		5	
	×	×				2	
			×		×	3	
	×		×			2	
		×	×	×		5	
		×	×	×	×	3	
	×					1	
			×			1	
		×				1	
色 ゼ ラ チ ン 加			×	×		7	19
		×		×		4	
	×			×		5	
			×	×	×	3	
モルヨドール				×		5	5
合 計						56	

【注】 ×印は注入管腔を示す。

Ⅵ肋骨の高さまで下行し、この部から左右に2分岐し右側に向うものは、そのまま右側の肺門へ、左側に向うものは、食道の前壁を通り縦隔を横断して左側肺門に達している。

本型は42例中15例(35.7%)にみられる。

第3型とは、第1図のように右内胸動脈及び

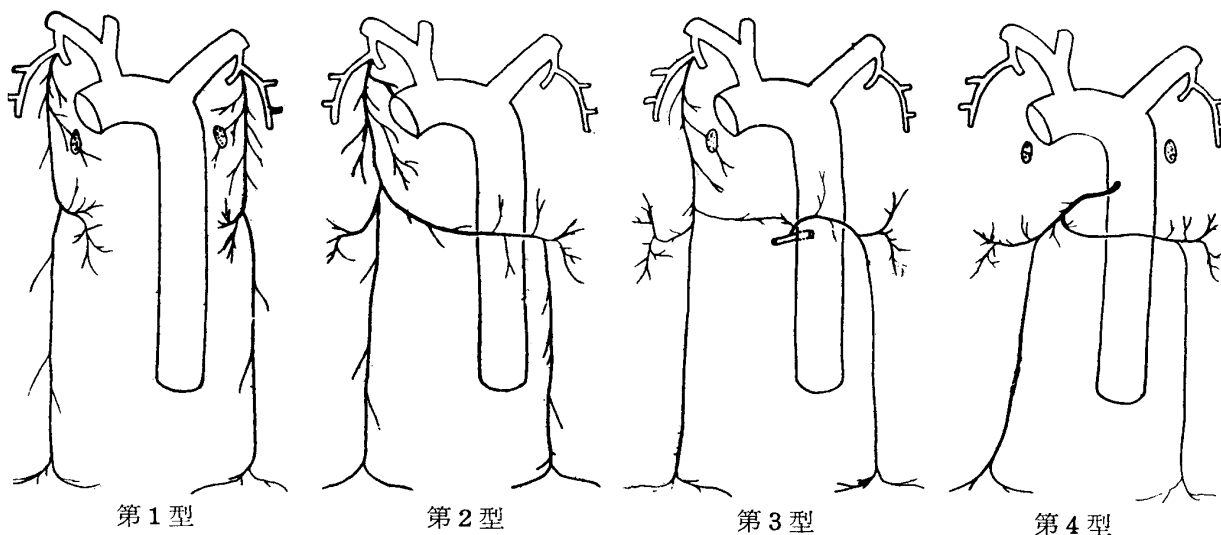
第2表 各分岐型別にみた気管支動脈起始部の高さ (家兎)

分 岐 型	右気管支動脈の 起 始 部 位	左気管支動脈の 起 始 部 位	例 数	%
第1型	右内胸動脈	左内胸動脈	24	57.2
第2型	右内胸動脈	右内胸動脈	15	35.7
第3型	右内胸動脈	右第Ⅳ肋間動脈	2	4.7
第4型	大動脈	の腹側	1	2.4
合 計			42	

右第Ⅳ肋間動脈から夫々1本宛計2本起るもので、右内胸動脈から起つたものは、右肺門に、右第Ⅳ肋間動脈から起つたものは、食道の前を通り縦隔を横断して左肺門に夫々達している。又本型では内胸動脈から起つた右気管支動脈と右第Ⅳ肋間動脈から起つた左気管支動脈とは互に交通枝によつて連なっている。第3型は42例中2例(4.7%)に認められる。

第4型は、第1図のように第Ⅳ肋間動脈起始部よりも稍々上部の大動脈腹側から直接1本の主幹として起り、左側縦隔表面を下行した後、第Ⅵ肋骨の高さで3分岐し、1本はそのまま下行して左側の縦隔及び横隔に夫々分布し、他の2本は左右に分れ、左側に向うものは直ちにその部の肺門に達している。右側に向うものは食道の前を通つて縦隔を横断し、右肺門に達している。尚右肺門に達する途中で縦隔面上を下行して右側胸廓及び横隔に分布する分枝を出す。

第4型は、42例中1例(2.4%)に過ぎない。



第1図 家兎の気管支動脈の起始部及び分岐型

以上家兎における気管支動脈の起始についてみると、大多数例では内胸動脈から、極めて少数例では肋間動脈や大動脈腹側等からも起り、起始の数は1乃至2本となつている。従つて犬や山羊及び人の場合とは起始部が著しく異なることができる。

家兎の気管支動脈の起始部については、既に Verloop²⁰⁾(1949) の報告があるが、何れも右の内胸動脈から起るとしている。併しながら、著者の検索例では、前述の通り、両側から起るものゝ方が多く、又僅か3例とはいえ、肋間動脈や大動脈腹側等からも起つている。従つて家兎を使つて動物実験を行う場合にはその点について注意しなければならぬと思われる。

第2項 分布並びに走向

I. 肺外気管支動脈

犬、山羊及び人等では、肺門の高さと略々同じ高さから起るので、起始部から肺門に達する迄の距離が比較的短く、従つて肺外気管支動脈の分布部位は、肺門附近の縦隔のみに限られているのに反し、家兎の場合には、第1図及び第2図のように胸廓の比較的上部で、内胸動脈から起つているので、肺門に達する迄の距離は比較的長く、又縦隔下部や横隔にも分枝が分布するので、起始部から出た気管動脈は肺外において極めて広汎な分布範囲を占めることになる。

第2図は家兎の大動脈にモルヨドールを注入してレ線写真を撮つたものであるが、この例は右内胸動脈から両側肺に分布する気管支動脈が起つており、著者の分類では第2型に相当している。

内胸動脈から起つた気管支動脈は、先ず比較的上部の右側傍気管リンパ節に小枝を出し、以下肺門に達するまでの間に縦隔、食道、傍気管気管支リンパ節に夫々小枝を出しつつ下降する。又この一部は第2次気管支起始部附近までの気管、気管支壁にも広く分布している。

II. 肺内気管支動脈

A 気管支壁

気管支壁を走行する気管支動脈の分布並びに走向をみると、第3図のように外膜（線維層）

を走行するものが最も太く、次いで固有層、粘膜層の順に細くなつており、線維層及び固有層では気管支の走行に平行して縦走しているが、粘膜層では気管支壁を穿通しており、気管支の走行とは垂直方向に走行することになる。

以上の関係は犬、山羊及び人等の場合と略々同様となつているが、末梢部においては第4図のように山羊や人の場合よりも毛細血管の network が少なくなつている。

1 軟骨膜

軟骨膜に分布する気管支動脈の走向は犬、山羊及び人等と同様に気管支壁を縦走する比較的大い気管支動脈から垂直方向に分岐した後、各気管支軟骨の上、下縁に沿つて夫々輪状に走っている。

2 リンパ節

家兎においては山羊の場合のように、肉眼的に肺内にあるリンパ節をみることはできず、顕微鏡的観察によつてのみ認められるにすぎない。このような肺内のリンパ節を顕微鏡下にみると、その部の動脈性血管は凡て気管支動脈に由来している。

B 肺動静脈壁

肺動静脈壁に分布する気管支動脈の分布は、犬、山羊及び人等の場合と同様に、気管支壁のそれよりもはるかに少く、又肺動静脈についてその量を比較すると肺動脈壁のものゝ方が肺静脈壁のものよりも多い。

C 肺胸膜

気管支動脈の起始部から色素加ゼラチンを注入してみると、両側下葉の背面から後部縦隔面にかけて胸膜内に気管支動脈が分布するのがわかる。

又縦隔面の胸膜では、肺門部を中心として放射状に配列する気管支動脈が認められる。しかしながら、人や山羊のように豊富に分布するものではなく、量的には極めて少い。

このことゝ、前述の気管支壁や肺動静脈壁における気管支動脈の少いことゝ考え併せると、気管支動脈を中心とする動物実験には、利用価値としては、山羊よりも少いのではないかと考えられる。

第2節 気管支静脈

家兎の気管支静脈には、山羊や人の場合と同様に肺外気管支静脈と肺内気管支静脈とが認められる。

第1項 肺外気管支静脈

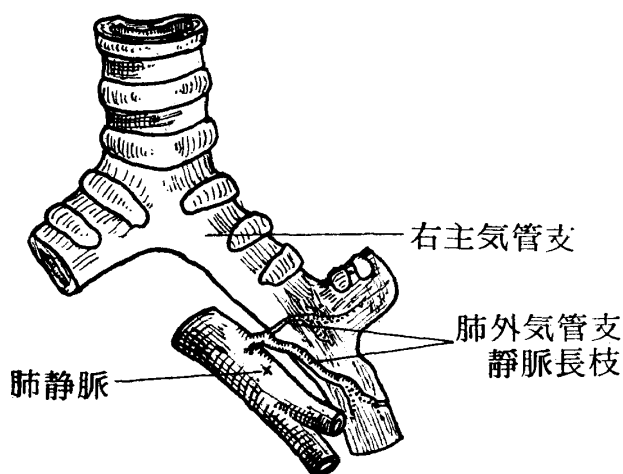
既に述べたように肺外気管支動脈は気管から第2次気管支起始部附近まで気管、気管支壁に分布しているが、肺外気管支静脈は第2次気管支起始部から中枢側の気管支及び気管下半部の血液を集めて、奇静脈及び半奇静脈に注いでいる。

第2項 肺内気管支静脈

肺内気管支静脈を検索する目的で肺血管の灌流に引続き、気管支動脈内に色素加ゼラチンを注入した標本によつて観察すると、56例中2例において、第2次気管支起始部附近から起つた気管支静脈が、肺静脈へ注ぐのを認めている。

第5図は、その写生図で、人の場合の肺内気管支静脈長枝に相当しており、分布並びに走向を詳細にみると、この肺内気管支静脈長枝は、気管支壁上を肺内気管支動脈に隣接し、平行に走行しており、前述のように第2次気管支起始部附近から肺門部の肺静脈に連なるものである。

以上のような肺内気管支静脈が、少数例ながら認められたということは、この点では山羊よりも人の場合に近いといえることができる。その



第5図 肺内気管支静脈長枝

他の部分、即ち、気管支壁や、肺静脈壁においては、犬、山羊及び人の場合と同様に肺内気管支静脈短枝が広汎に分布するのが認められる。この血管は比較的短い経路の後に、分布部位の近くの肺静脈小枝の中に注いでいる。

第3節 気管支動脈と気管支静脈との相互関係

気管支動脈は肺外気管支動脈と肺内気管支動脈とに分れ、肺外気管支動脈は縦隔諸器官や、傍気管、気管支リンパ節に分布し、夫々の部位で毛細血管に岐れる。

この毛細血管は肺外気管支静脈となり、肋間静脈や奇静脈又は半奇静脈を経て右心に注いでいる。尚肺外気管支動脈に由来する毛細血管は、以上の肺外気管支静脈と連なる外、縦隔に分布する大循環系の静脈と連なるものもある。この場合でも、結局肋間静脈や奇静脈又は半奇静脈を経て右心に注ぐので、途中に連なる静脈性血管が違つてはいても、要するに肺外気管支動脈内に流れる血液が右心に注ぐという点では変りがないわけである。

肺内気管支動脈内を流れる血液は、肺内で毛細血管に岐れたのち、肺門部の一部では肺内気管支静脈長枝、肺門部の大部分及び凡ての肺内のは肺内気管支静脈短枝を経て、何れも肺静脈に注ぎ、更に左心に連なっている。

以上でもわかるように肺内の気管支動脈は凡ての分布部位で、毛細血管を経て気管支静脈に連なるもので、毛細血管を介さぬものやその他の交通路は認められない。

第4節 気管支動静脈と肺動静脈との相互関係

この関係を述べるに当つて、肺動静脈の肺内における分布や走向について先ず述べることにする。

第1項 肺動脈と肺静脈との相互関係

家兎の肺動脈は、気管支に隣接して平行に走行し、肺の末梢部に向う。その間順次分岐して口径は細くなり、最後には肺胞に達し、その部

で半籠状の毛細血管となり肺静脈に移行する。

以上の関係は、犬、山羊及び人の場合と全く同様な所見となっており、毛細血管を経ずに直接肺静脈や気管支動脈と交通するものは1例も認められない。

第3項 気管支静脈と肺動脈との相互関係

肺動脈からする血流は、前述のように肺動静脈間毛細血管を経て肺静脈に注いでおり、又気管支動脈からする血流は所属毛細血管網を経て、大部分、即ち、肺内では肺内気管支静脈に、他の一部、即ち、肺外では肺外気管支静脈を経て肋間静脈、奇静脈又は半奇静脈に夫々注いでいる。

以上の関係からみてもわかるように、肺内では、肺動脈と気管支動脈とは夫々別個の経路をとり、気管支動脈と交通する気管支静脈が肺静脈に注いで、所謂、静脈血混合なる現象が起るわけである。これらの関係は犬や人の場合と全く同様になるわけである。

結 論

以上、著者は健常家兎56羽について、第1篇及び第2篇の場合と同様な実験方法を用い、肺動静脈系と気管支動静脈系との相互関係を検討した結果以下の結論を得た。

1) 家兎の気管支動脈は、大多数が左右の内胸動脈から、少数のものは肋間動脈や大動脈から1乃至2本起り、鎖骨下動脈から起るものは認められない。

2) 気管支動脈の起始は4型に分類することが出来、左右の内胸動脈から各1本宛起る第1型が最も多く、57.2%の頻度にみられる。

3) 第2型とは、右内胸動脈から独立した1本の枝として起るもので、33%の頻度にみられる。

4) 第3型とは、右内胸動脈と右第Ⅳ肋間動脈とからナ々1本宛起るもので4.7%の頻度にみられる。

5) 第4型とは、第Ⅳ肋間動脈起始部よりも少々上部の大動脈腹側から直接1本の主幹とし

て起るもので、2.4%の頻度にみられる。

6) 気管支動脈は、肺外気管支動脈と肺内気管支動脈とに分れるが、前者の分布範囲は犬、山羊及び人等の場合よりも広汎に涉っている。

肺内気管支動脈の分布並びに走向は犬、山羊及び人等と略々同様であるが、末梢部における毛細血管の network はそれらに比べて少ない。

7) 肺内気管支静脈長枝は犬や山羊では認められぬが、家兎では人の場合と同様に認められる。

8) 気管支動静脈間は前述の動物の場合と同様に毛細血管を介してのみ交通している。

9) 気管支動静脈と肺動静脈との相互関係をみると、肺動脈からする血液は凡て毛細血管を介して肺静脈に交通し右心に注いでおり、又肺内気管支動脈からする血液は毛細血管を介して肺内気管支静脈に交通し、これから更に肺静脈を経て左心に注いでいる。肺外気管支動脈の血液は毛細血管を介して気管支静脈に交通し、これから更に、肋間静脈、半奇静脈又は奇静脈を経て右心に注いでいる。

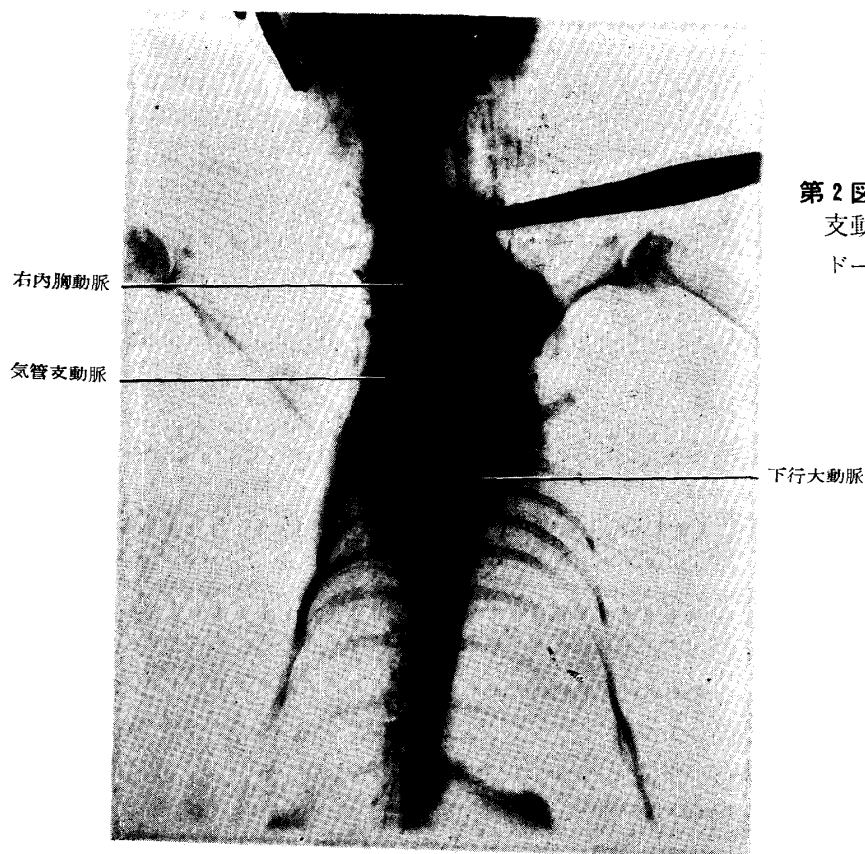
以上の諸成績でもわかるように家兎の場合には肺内気管支静脈長枝が認められる点では人の場合と同様であるが、気管支動静脈の分布は山羊や人の場合よりもはるかに少ない。従つてこれらの諸成績は家兎における肺循環の生理並びに病態生理学的諸問題の解明に当つて、多くの示唆を提示するものであると思われる。

稿を終るに臨み、懇篤なる指導と校閲を賜つた恩師長石忠三教授に深甚なる謝意を表すると共に、熱心なる援助を蒙つた京都厚生園長簗和田博士、同副園長長沢博士、並びに有益なる助言と教示を戴いた同医務部長山下博士に満腔の謝意を表する。尚種々協力を惜しまれなかつた京都大学結核研究所及び京都厚生園関係各位にも茲に厚く御礼申上げる。

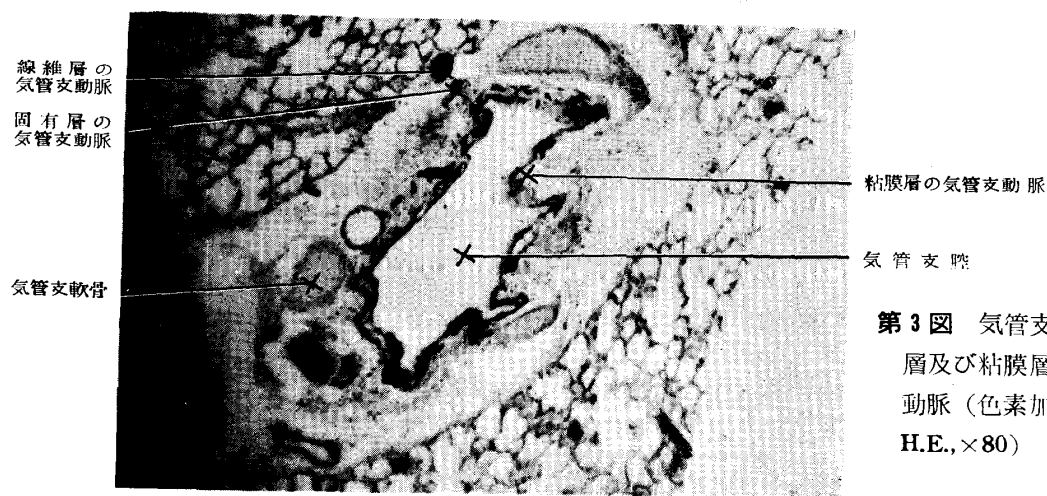
文 献

- 1) 青木貞章：肺結核治療機転の病理学的研究，日病会誌，43：1，1954
- 2) Berry, J.L., Brailsford, J.F., Daly, B: The Bronchial Vascular System in the Dog, Proc. Roy. Soc., 109 (B), 214, 1932
- 3) Cauldwell, E.W., Siekert, R.G., Lininger, R.

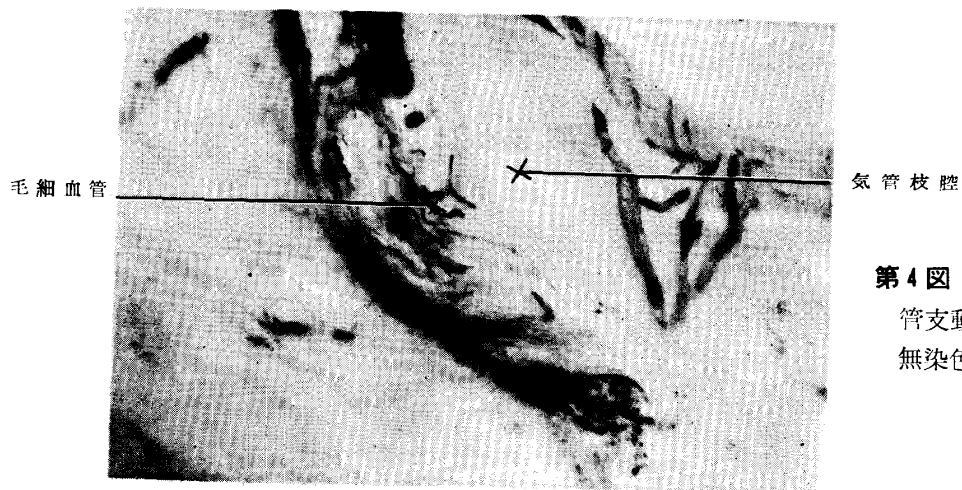
- E, Anson, B.J. : The bronchial arteries ; an anatomic study of 150 human cadavers, Surg. Gynec. & Obst. 86 : 395, 1948
- 4) Courmand, A., Riley, R.L., Breed, E.S., Baldwin, E de F., Richards, D.W. : Measurement of cardiac output in man using the technique of catheterization of the right auricle or ventricle, J. Clin. Invest. 24 : 106, 1945
- 5) Küttner, Beitr. zur Kenntniss der Kreislaufsverhältnisse der Säugethierlunge, Virch. Arch. 73 : 476, 1878
- 6) Lapp, H. : Ueber die Sperrarterien der Lunge und die Anastomosen zwischen A. bronchialis und A. pulmonalis, über ihre Bedeutungen, ins besondere für die Entstehung des hämorrhagischen Infarktes, Frankf. Zschr. Path. 26 : 537, 1951
- 7) Liebow, A. A., Hales, M. R., Lindskog, G. E., : Enlargement of the bronchial arteries, and their anastomoses with the pulmonary arteries in bronchiectasis, Am. J. Path. 25 : 211, 1949
- 8) Liebow, A. A., Hales, M. R., Bloomer, W. E., Harrison, W., Lindskog, G. E. : Studies on the lung after ligation of the pulmonary artery II. Anatomical Changes, Am. J. Path. 26 : 177, 1950
- 9) Marchand P., Gilroy, J. C., Wilson, V. H. : An anatomical study of the bronchial vascular system and its variation in disease, Thorax, 5 : 207, 1950
- 10) Miller, W. S. : The arrangement of the bronchial blood-vessels. Anat. Anz., 28 : 432, 1906
- 11) Miller, W. S. : The lung, 2 Ed. 1950 Springfield. I : 11, 1947.
- 12) 長石忠三 : 肺循環, 所謂静脈血混合を中心として, 第19回日本循環器学会総会宿題報告, 綜合医学, 12 : 7, 1950
- 13) 長石忠三, 長沢直幸 : 気管支肺胞系の構造, 特にその末梢機構を中心として, 第9回日本気管食道科学会総会宿題報告, 1956
- 14) 長石忠三, 長沢直幸, 山下政行, 岡田慶夫, 稲葉宣雄 : 肺その構造 上, 医学書院, 東京, 1957
- 15) 長沢直幸, 山下政行 : 合成樹脂注入法による健常肺及び結核肺の立体的並びに顕微鏡的観察, 結核研究, 8 : 54, 1952
- 16) 中村隆 : 珥肺症に於ける肺循環, 第19回日本循環器学会総会特別講演, 綜合医学, 12 : 469, 1955
- 17) 中村隆, 滝沢敬夫, 香取瞭 : 気管支血管系の研究, 医学書院, 東京, 1957
- 18) Ruysch, F. : Observation anatomicae, Observatio 15, Amsterdame, 1732
- 19) 田中光雄 : 気管支動脈に関する研究(第1報) 正常犬の肺外に於ける気管支動脈の局所解剖, 広島医学, 6 : 245, 1953
- 20) Verloop, M. C. : On the arteria bronchiales and their Anastomosing with the arteria pulmonalis in some rodents ; a microanatomical study, Acta Anat., 7 : 1, 1949
- 21) 山下政行 : 気管支動静脈の研究, 特に肺動静脈との相互関係について, 肺, 1 : 458, 1954



第2図 右内胸動脈から起る気管支動脈（家兎の大動脈にモルヨドールを注入してレ線撮影）



第3図 気管支壁の線維層，固有層及び粘膜層を走行する気管支動脈（色素加ゼラチン注入標本 H.E., ×80）



第4図 気管枝末梢部における気管支動脈（色素加ゼラチン注入無染色標本，×640）