

実験的僧帽弁閉鎖不全症に対する 下空静脈結紮術の効果について

岡山大学医学部砂田外科教室（主任：砂田輝武教授）

副 手 寺 本 滋

〔昭和33年12月27日受付〕

目 次

第1章 緒 言	
第2章 実験方法	
第3章 実験成績（そのⅠ）	
死亡率より見たる下空静脈結紮術の実験的 僧帽弁閉鎖不全症に対する効果の検討	
第4章 実験成績（そのⅡ）	
血行力学的検討	

第5章 実験成績（そのⅢ）	
心電図学的考察	
第6章 実験成績（そのⅣ）	
レ線学的研究	
第7章 総括及び考按	
第8章 結 論	

第1章 緒 言

近年心臓大血管外科の発達は著しく、先天性、後天性何れの心疾患においても、あるいは非直視的あるいは直視的に根治手術が可能となり、現今ではこれら各種心疾患々々に対する根治手術手技の再検討と共に患者に対する外科的療法の適応が問題になりつつある。たとえば問題を僧帽弁々膜症に限定してみても、現今問題になるのは重症例に対する外科的療法、ことにこれら重症例を術前或る程度の外科的侵襲に耐えうる状態に招来し、さらに根治手術を行つてその永久予後を良好ならしめることが問題になつている。著者はかかる近年の心臓大血管外科の動向にかんがみ、僧帽弁々膜症とくに閉鎖不全症における本問題を研究した。

さて僧帽弁々膜症ことに僧帽弁狭窄症に対する外科的療法は、Bailey¹⁾らが1948年最初の交連部切開術を施行して以来多くの心臓外科医によつてその病態形態学的あるいは、生理学的研究が行われ手術成績も劃期的に向上し^{2) 3) 4)} Baileyらの2000例、柳原らの400例等を含めて恐らく数千に及ぶ手術例を見るに至っている。したがつて、各種の改良された手術手技と共にすでに交連切開術は確立された手術方法であるといえる。之に反して僧帽弁閉鎖不全症は後に述べるような色々な手術手技が考案されたにも拘らず確立された外科的療法は未だ見出されていない。これは僧帽弁閉鎖不全症の病理形態学的な複雑性と共に色々な型の閉鎖不全症をすべて根治的に手術する方法の困難性

によるのであると思われる¹⁵⁾。また一方、僧帽弁閉鎖不全症は病態生理学的にみて重症なものが多く初に述べたような外科的適応の問題がその進歩を阻んでいることも否みえない。

1906年 Mac Collum⁵⁾が犬において実験的僧帽弁閉鎖不全症を作製して以来各研究者において種々なる方法^{6) ~10)}にて実験的あるいは臨床的研究がなされてその外科的療法の完成に向つて研究されて来た。その結果としてきわめて多種多様の手術方法が発表されているのであるが^{11) ~15)}。そのうち現今ある程度各研究者により臨床成績の良好なるものをあげると先ず第1に非直視下的には Glover¹⁶⁾らの僧帽弁輪扼窄手術がありまた本手術を人工心肺使用下に直視的に行う方法が考案されている。さらに根治的なものとしては人工弁の移植があり、たとえば Lillehei の Ivalon¹⁷⁾を応用したものはそれらのうち最も成功度が高いようである。したがつて概説的にみて、僧帽弁閉鎖不全症の外科的療法が完成される日も近いものと期待されるのである。しかしながらこれら非直視的あるいは直視的何れの方法にしても重症者を成功裡に治療するものとは考えられない。すなわちこれらの根治手術による侵襲は軽症もしくは中等症にとつては耐えうるものではあるが頑固な浮腫、強い右心不全を伴うような症例に対しては適応とは考えられず、また一方術前の処置として重症者を少くとも中等症程度に改善することが重要であろう。

さて僧帽弁閉鎖不全の病態生理を考察するに狭窄症、閉鎖不全症の何れを問わず弁の病態機転によって肺静脈の血液還流が障碍され、さらに肺鬱血、遂には肺高血圧症を来すのが通則である¹⁸⁾。またこれに心不全の状態が加わると破綻的な末梢血液還流の障碍が成立して来る。すなわち一種の肺性心が成立するのがこれら弁閉鎖不全を病態生理的にみて第一義的なものであると考えられる。このように肺性心より末梢循環不全に移行するのが通則であるからこれを改善するためには心室の機能を薬物学的に回復せしめるかあるいは右室よりの血液流出を減じて肺鬱血を軽減して左室の負担を除く方法が考えうる所である。前者の薬物学的療法は今問題にしているような重症例に対しては効果は期待出来ないで主として後者について考察をすすめる。

肺鬱血を軽減させるような方法は主として手術的方法であるが、現今までに報告されているのは次のような3種類のものに大別出来る。まず第1に肺静脈系より全身血行の1部に血液を放流せしめる目的でSweet & Bland¹⁹⁾の行つた右下肺静脈の上区域枝を右縦隔静脈に吻合する方法を考案している。この方法は比較的簡単な方法であるが開胸術という大きな侵襲を重症例に加えるという意味であり良い方法であるとは思われない。

第2はCossio²⁰⁾が経頸静脈的に三尖弁切開を行い弁口逆流を図つて右室の血液流出を減弱せしめ肺鬱血を軽減せしめようとしたのであるが比較的顕著な症状を表わさないとされている三尖弁閉鎖不全症であるが修復不能な弁病態を作ることとは好ましいとは思われない。

第3にJarotzky²¹⁾がLutenbacher's Syndromeに着目して心房中隔に欠損孔をつくりこれによつて左房血を右房に短絡せしめ上昇した左房圧の低下を図つて²²⁾、⁴⁵⁾のであるが第1のものと同様に侵襲度が大きくまた手術操作も複雑である。

1949年Cossio & Perianes²⁰⁾が鬱血性心不全の治療として腎静脈分岐部下にて下空静脈を結紮してその良好な成績を発表して以来多くの追試によつてその良効果が確認されてきている²⁴⁾～²⁸⁾。その作用機転は右心への血液還流減少にあると考えられるので、著者はこの点に着目し僧帽弁閉鎖不全症にも応用の可能性を考え実験的に作製した僧帽弁閉鎖不全に対して下空静脈結紮術を施行し主として心血液動態を目標に批判検討を行つた。

本法の2, 3の理念について述べると第1に著者が目標にしている僧帽弁閉鎖不全の重症例では外科的侵

襲がきわめて少いことが第1条件である。腎静脈分岐部以下での下空静脈結紮はすでに欧米においては肺栓塞症の予防あるいは治療法としてかなり広く臨床に実施されており²²⁾、²⁸⁾、またこれに対する多くの実験的臨床的研究にて本結紮術の侵襲はきわめて軽度なものであり生命の危険が少いことが明らかにされている⁴⁸⁾のでこの条件には理想的な方法といえる。

第2には静脈血還流減少による心機能の改善であるが本論にて述べる如く充分満足出来るものであると思われる。以上のような理由からCournand²⁹⁾の提唱した心静脈カテーテル法を応用して実験的僧帽弁閉鎖不全症に対する下空静脈結紮術の血行力学的意義を検討すべく、またこれに合せて心電図学的あるいはレ線学的考察を行い、いささか知見を得たのでここに報告する。

第2章 実験方法

実験動物は主として10～15kgの健康成犬50余頭を用いた。実験犬は慢性実験群、急性実験群及び対照実験群に三大別し次のような実験操作を加えた。Pentobarbital Soda 25mg/kgで静注麻酔し、気管内チューブを挿入し、閉鎖循環式麻酔器に接続し、人工呼吸の下に前胸部左側第4肋間にて開胸し、心嚢を左横隔膜神経の内側約1cmの所にほぼこれに平行に切開して心臓を露出し、左心耳に小切開を加え屈曲部鋭利とした小鉤を挿入して左心室内に達せしめ主として僧帽弁後尖付著の腱索を広範に切断する。この時閉鎖不全の成立と同時に左房ことに左心耳は拡張を来し振顫を触れるようになり、心房内に挿入せる指尖には収縮期逆流によるjetを触れる。また左房圧は上昇すると共に異常特異な逆流波所見たるV波を見るようになる。以下述べる各種検査の後、心嚢腔、胸腔にはペニシリン20万単位を撒布し、心嚢、胸壁を縫合閉鎖し、とくに排気排液を充分ならしめるためにゴムドレーンを挿入し術後出来る限りこれらの排除につとめた。術後感染を防ぐため2, 3日間ペニシリン30万宛投与し、出血量に相当する輸液を行つた。

慢性実験群は僧帽弁閉鎖不全作製後あるいは下空静脈結紮前後には侵襲の過大を避けるため、心静脈カテーテル法は施行せずただ手術操作の前後において直接穿刺により左房、左室、肺動脈、股動脈の圧を測定して術前後を通じて比較対照し、さらに経過を追つて約1ヶ月後まで心静脈カテーテル法及び左房、室穿刺によつて追求した。

閉鎖不全作製後に行なう下空静脈の結紮は下腹部正中切開により後腹膜に至り下空静脈を露出し腎静脈分

岐部より約1cm下部において結紮する。結紮と同時に中樞側は細小となるに対して末梢側は拡張充満するのを見ることが出来る。

対照実験群として僧帽弁閉鎖不全群、あるいは下空静脈結紮群を作製して夫々術後2～3週より1～2月にわたり心静脈カテーテル検査をなした。なおこの他に僧帽弁閉鎖不全作製術またこれに対する下空静脈結紮前後の比較的短時間における精細な血行力学的変化を知る目的で実験犬の長期生存を無視して急性実験を行つた。すなわち急性実験群として僧帽弁閉鎖不全及び下空静脈結紮を行いその前後にわたって心静脈カテーテル法及び直接穿刺により心各所の圧測定をなした。

心静脈カテーテル検査は次のようにして行つた。
Pentobarbital Soda 25mg/kg の静注麻酔をなし

その深度を一定ならしめ気管内チューブを挿入して犬を背位に固定し外頸静脈より心カテーテルを挿入してレ線透視の下に末梢静脈、上下空静脈、右房、右室、肺動脈、肺毛細管に順次挿入し各所の圧測定をなすと共に採血し同時に酸素消費量の測定を行つた。この後左房、左室の圧を直接穿刺により測定記録した。圧曲線の記録には Sanborn 製電気血圧計を用いた。此際圧に対する零点の位置は背位固定犬の胸背面のほぼ中点を撰んだ。採取血液の酸素含有量及び飽和度の測定には Van Slyke & Neil の法及び Universal Oximeter を使用した。酸素消費量の測定は Knipping 氏あるいは福田式肺機能測定器を用いた。心搏出量は Fick の原理により、血管抵抗、心臓の対圧仕事量は夫々 Poiseuille 及び Cournand の式に従つた。

すなわち

$$\text{右心搏出量 (cc/min)} = \frac{\text{O}_2 \text{ 摂取量 (cc/min.)} \times 100}{\text{肺静脈血 O}_2 \text{ 含量 (vol. \%)} - \text{肺動脈血 O}_2 \text{ 含量 (vol. \%)}}$$

$$\text{左心搏出量 (cc/min.)} = \frac{\text{O}_2 \text{ 消費量 (cc/min.)} \times 100}{\text{股動脈血 O}_2 \text{ 含量 (vol. \%)} - \text{混合静脈血 O}_2 \text{ 含量 (vol. \%)}}$$

(通例右心搏出量 = 左心搏出量)

$$\text{肺小動脈抵抗 (dynes/sec/cm}^{-5}\text{)} = \frac{\text{肺動脈平均圧 (mmHg)} - \text{肺毛細管平均圧 (mmHg)} \times 1332}{\text{心搏出量 (cc/sec)}}$$

$$\text{全肺血管抵抗 (dynes/sec/cm}^{-5}\text{)} = \frac{\text{肺動脈平均圧 (mmHg)} \times 1332}{\text{心搏出量 (cc/sec)}}$$

$$\text{末梢血管抵抗 (dynes/sec/cm}^{-5}\text{)} = \frac{\text{股動脈平均圧 (mmHg)} - \text{右房平均圧 (mmHg)} \times 1332}{\text{心搏出量 (cc/sec)}}$$

$$\text{全末梢血管抵抗 (dynes/sec/cm}^{-5}\text{)} = \frac{\text{股動脈平均圧 (mmHg)} \times 1332}{\text{心搏出量 (cc/sec)}}$$

$$\text{左心仕事量 (joules/min)} = \text{股動脈平均圧 (mmHg)} \times \text{心搏出量 (l/min)} \times 0.1332$$

$$\text{右心仕事量 (joules/min)} = \text{肺動脈平均圧 (mmHg)} \times \text{心搏出量 (l/min)} \times 0.1332$$

なおこの実験の根底をなす閉鎖不全の確認方法として、腱索切断後の左房、左心耳の振顫膨隆、左房内挿入指により収縮期 jet の触知、さらには左房圧逆流波の出現、圧上昇により決定し、実験的経験よりこれらの変化が生存可能な限り最も強いように閉鎖不全を作製すべくつとめた。

第3章 実験成績

(そのI) 死亡率より見たる下空静脈結紮術の実験的僧帽弁閉鎖不全症に対する効果の検討

僧帽弁閉鎖不全を作製した後、下空静脈結紮を施行するか、またはせずに心静脈カテーテル法で追求したのは術後2～3週及び1～2ヶ月であつたので生存率の基準は術後のカテーテル検査までの期間生存したものを以て生存の判定をなした。

僧帽弁閉鎖不全群、これに下空静脈結紮を行つた慢性実験群及び急性実験群43頭について術後2週を基準

とした死亡率を表(1)に一括して示した。すなわちこれによると僧帽弁閉鎖不全のみを作製したものにおいては50%の生存率であるが、さらに下空静脈結紮を行つた慢性群では明らかに生存率が高い。しかも前者では11例中5例が24時間以内に死亡したのに対し、後者では4例中1例が死亡したにすぎない。かくの如く術直後に死亡するものが前者には多かつた。なお前者では生存した犬でも比較的軽度の侵襲に対して抵抗力少なく、この事実を物語るものとしてたとえ2週以上生存したものにおいても心静脈カテーテル検査中死亡した2例を含む事故死がかなり高率に見られている。以上の如く死亡率のみを見ると明らかに下空静脈結紮の効果はあるものと考えられる。

なお急性実験群はきわめて高い死亡率を示しているが、これは直接下空静脈結紮の効果がなかつたのではなく、開胸心内操作を加えたうえ直ちに心静脈カテーテル法を3回反復して行い、開胸時間も長時間に及ん

だのでむしろ侵襲過大が原因と思われる。なおこれを裏書する事実としてこれらの急性実験群においても後述のように僧帽弁閉鎖不全作製によって一旦上昇した左房圧が下空静脈結紮によって明らかに下降を示すのであるから、結紮術の効果は血行力学的には明瞭であると考えられる。さらにこれら3群の死亡原因を表(2)に一括して示した。これらのうち最も多いのは肺水腫様症状で死亡するもので、その他急性心不全、血胸等が死因となつている。何れの群に特有な死亡原因が存するか明らかではないが、僧帽弁閉鎖不全群にて肺水腫が11例中4例見られたに反して、之に結紮を加えた群に肺水腫が見られないのは1つの特徴を表はしたもののといえる。さらに左房圧の変動よりこれを総括すると表(2)の如く、僧帽弁閉鎖不全は平均 3.6mmHg より 8.2 mmHg の上昇すなわち127%の増加に対し、さらに下空静脈結紮を施したものでは平均 6mmHg→51mmHg となつた高度のものを別として平均 3.8 mmHg より 9.5mmHg と150%の増加を示しており両者の間に僧帽弁閉鎖不全の程度はむしろ下空静脈結紮を施した群の方が強いと考えられるので両群の間の死亡率の差異は僧帽弁閉鎖不全の程度によるものではなく、したがって下空静脈結紮が心不全に対して有効に働き死亡率が低いものと解釈される。

なお下空静脈結紮のみを施した対照群では死亡皆無でありこのことよりしても下空静脈結紮の危険はないものと思われる。

表1 各実験群における死亡率の比較

僧帽弁閉鎖不全群	計	22例	%
2週以上生存せるもの	11	50	
{術後諸検査を実施したもの	8	36.3	
{事故死(心カテ中死亡を含む)	3	13.6	
2週以内に死亡したもの	11	50	
{24時間内死亡	5	22.7	
{ " 以上生存	6	27.3	
僧帽弁閉鎖不全+下空静脈結紮群	14例	%	
2週間以上生存したもの	10	71.4	
{術後検査実施したもの	9	64.3	
{事故死	1	7.1	
2週以内に死亡したもの	4	28.6	
{24時間以内死亡	1	7.1	
{ " 以上生存	3	21.3	
急性実験群(僧閉+下空結紮)	7例	%	
2週間以上生存したもの	1	14.3	
2週以内に死亡したもの	6	85.8	
{24時間以内死亡	3	42.9	
{ " 以上生存	3	42.9	

表2 死亡原因及び左房圧の変動
僧帽弁閉鎖不全群

No.	生存期間	損傷部	左房圧変動(平均 mmHg)	備 考
1	5時間	後尖腱索	3—5	血 胸
2	2 日	"	4—6	肺 水 腫
4	1時間	後尖腱索及前尖1部	2.5—27	急性心不全
5	3時間	後尖腱索及弁膜1部	3—4.5	急性心不全
7	16時間	前尖腱索及後尖腱索	3—9	肺 水 腫
8	20時間	後尖腱索	9—10	フィラリア多数
9	5 日	後尖腱索及弁膜1部	4—7	肺 水 腫
11	10 日	後尖腱索	0—3	肺 炎
12	7 日	後尖腱索	3—6.5	肺 水 腫
13	3 日	後尖腱索及心筋損傷	4—5	心 筋 傷 害
16	8 日	後尖腱索	4.5—7	フィラリア多数
平 均			3.6—8.2	

僧帽弁閉鎖不全+下空静脈結紮群

No.	生存期間	損傷部	左房圧変動(平均 mmHg)	備 考
※3	10時間	後尖腱索前尖1部	6—51—35	急性心不全, 血胸
6	5 日	後尖腱索後尖1部	2.5—7—6.5	肺 炎
10	7 日	後尖腱索	7.0—17.0—11.0	フィラリア
14	2 日	後 尖	1.5—4.0—2.5	アテレクトーゼ
平 均			3.8—9.5—6.7	※印計算より除外

第4章 実験成績

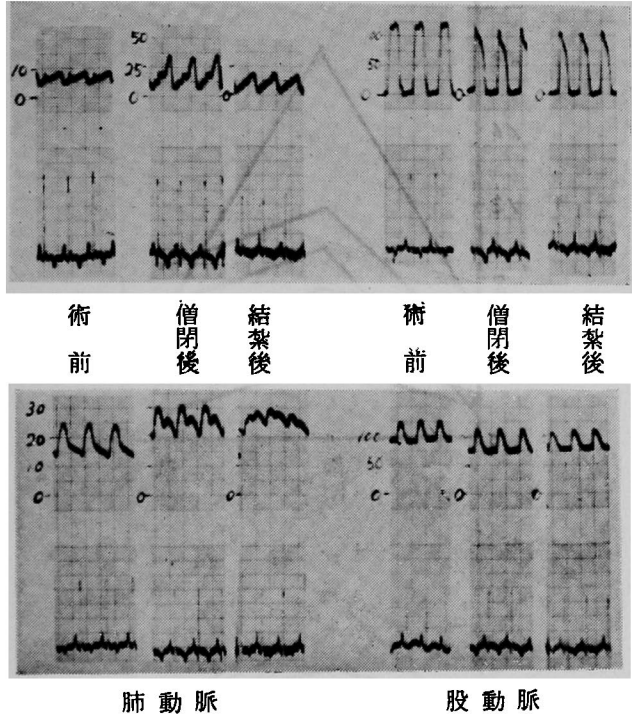
(そのII) 血行力学的検討

心静脈カテーテル検査は僧帽弁閉鎖不全群及びこれに下空静脈結紮を加えた群については術後2～3週及び1～2ヶ月の間に行つた。また下空静脈結紮のみを行つた群も術後2～3週にカテーテル検査を行つた。ただし急性実験群では特殊な例を除き術後の心静脈カテーテル法は行はなかつた。

i) 実験的僧帽弁閉鎖不全症における各所圧及び圧曲線の変動

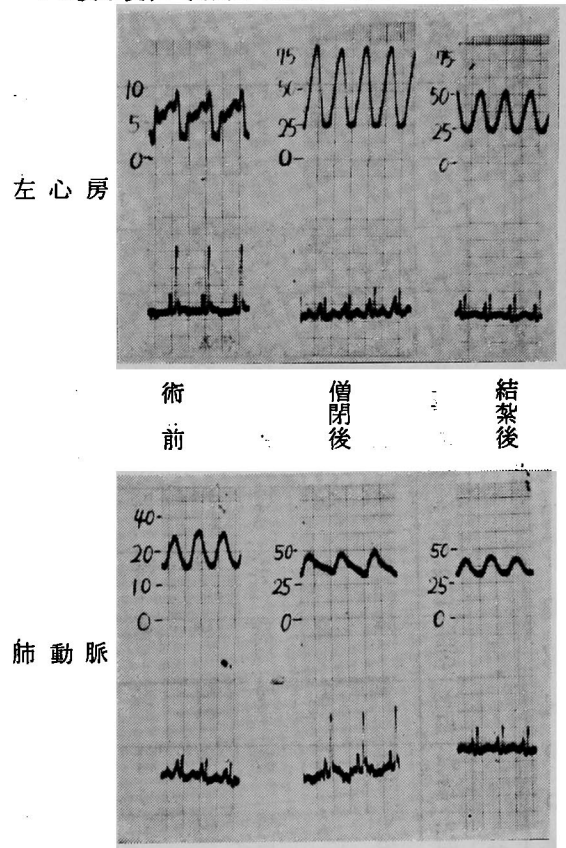
単に僧帽弁閉鎖不全のみを作つた場合各所とくに左房圧及びその曲線がいかに変動するかを例示すること

図1 犬No.10の僧帽弁閉鎖不全前後及び下空静脈結紮後の圧曲線の変動(mmHg)と心電図
左心房 左心室



は次に述べる血行力学的検索の結果を批判するに必要なことと考えられる。僧帽弁閉鎖不全作製後左房圧は収縮期圧、拡張期圧及び平均圧の3者ともに上昇するが特有な所見として左房圧曲線に高いPeakを示す逆流V波を見ることがである(図1)。⁴²⁾ またこの他特有な所見として拡張期圧が比較的低いことがあげうる。これらの所見は僧帽弁狭窄症との明らかな鑑別点となりうるものである。図1に見られるように一般に逆流V波はE.C.G.のT波後期に一致して表われる。ただしこのV波の形は図の如く鮮明なPeakを示すこともあり、また場合によつては分裂したような形をとる場合もある。前に述べた如くこの逆流V波はE.C.G.のTimingより見ても左心室の収縮期に最高を示すものでなく、左室より大動脈に血液駆出が開始されてのち出現するものであつてまた文献的にも逆流波の出現機序はこれとよく一致するものである^{42) 44)}。次に極端に閉鎖不全に程度が強い場合の左房圧曲線を図2に例示する。この場合T波後期に一致する単純なる1つの高いPeak状の波形が見られるが、これはこの曲線全体が逆流波とみなされた例である。しかもこの場合V波の最高は83mmHgであり平均圧51mmHgという高度なものである。このような左房圧の特異な変動に伴つて左室圧は、収縮期圧が低下した多少とも拡張期圧が上昇する。同時に股動脈圧も降下を来

図2 犬No.3の高度逆流波形成及び心電図P波の変化(増巾、結節)(単位mmHg)



しこれらに反して肺動脈圧は左房圧の上昇にほぼ比例して収縮期圧、拡張期圧、平均圧とも上昇する。以上が僧帽弁閉鎖不全作製後における血行力学的変化の一般的な傾向であつて何れにしても僧帽弁閉鎖不全による心負担が血行力学的に証明されるのである。

ii) 急性実験群における血行力学的検討

急性実験群においては僧帽弁閉鎖不全作製について下空静脈結紮を行いこれら手術操作の前後に心静脈カテーテル法及び直接穿刺法により心臓及び大血管各所の圧測定を施行した。表3及び図3にはこれら急性実験群における圧変動を一括して示した。この結果左房圧、肺毛細管圧、肺動脈圧は僧帽弁閉鎖不全作製後一旦上昇しさらに下空静脈結紮により著明な降下を示している。ただし肺動脈圧は前2者に比し時には僧帽弁閉鎖不全後比較的圧変動が顕著でないものも多い。右室圧は僧帽弁閉鎖不全作製後変動のみられなかつたものの1例、下空静脈結紮によつて低下を示さなかつたものの1例が見られたけれども平均して僧帽弁閉鎖不全後上昇し下空静脈結紮により下降の傾向を示している。右房圧は一般に下空静脈結紮後顕著な降下を示す例がみられたが、僧帽弁閉鎖不全により上昇3例、下降2例、

表 3 急性実験群における圧変動 (平均 mmHg)

	15			17			18			19			20			21			22			平			均
	術前	閉閉	結果	術前	閉閉	結果	術前	閉閉	結果	術前	閉閉	結果	術前	閉閉	結果	術前	閉閉	結果	術前	閉閉	結果	術前	閉閉	結果	
左房圧 (平均mmHg)	2.5	22	15	6.5	10	7	4.5	10	6.5	3	6.5	3.5	4	7	5	2.5	27	11	2.5	8	5.0	3.6	12.9	7.6	
左室圧 (平均mmHg)	75	50	45	55	40	40	50	45	30	60	65	60	90	70	60	50	40	35	40	35	25	60	49.3	42.1	
股動脈 (平均mmHg)	115	120	115	130	125	110	140	120	105	110	100	75	145	120	115	145	125	115	115	105	100	125.7	116.4	105	
肺毛細管 (平均mmHg)	6.2	20	7.0	4	12	9	6	8	4.0	3.5	6	4.0	2.0	5	3	1	10	7	1.5	4	1.2	3.5	9.3	5.0	
肺動脈 (平均mmHg)	10.3	38	13	17	17	14	12	15	13	18	19	15	15	18	16	15	30	22	8	13	6	13.6	21.4	14.1	
右室 (平均mmHg)	7.5	8.0	7.0	9	11	8	9	10	8	10	10	7	7	11	6	7	7.5	7.5	7.5	9.0	8.0	8.1	9.5	8.8	
右房 (平均mmHg)	2.5	3.5	2.0	3.0	2.5	2.0	-1	1	1.5	2	3	2.5	2.5	2.5	-1.0	1.5	0	0	1.5	0	0.5	1.7	1.8	1.1	

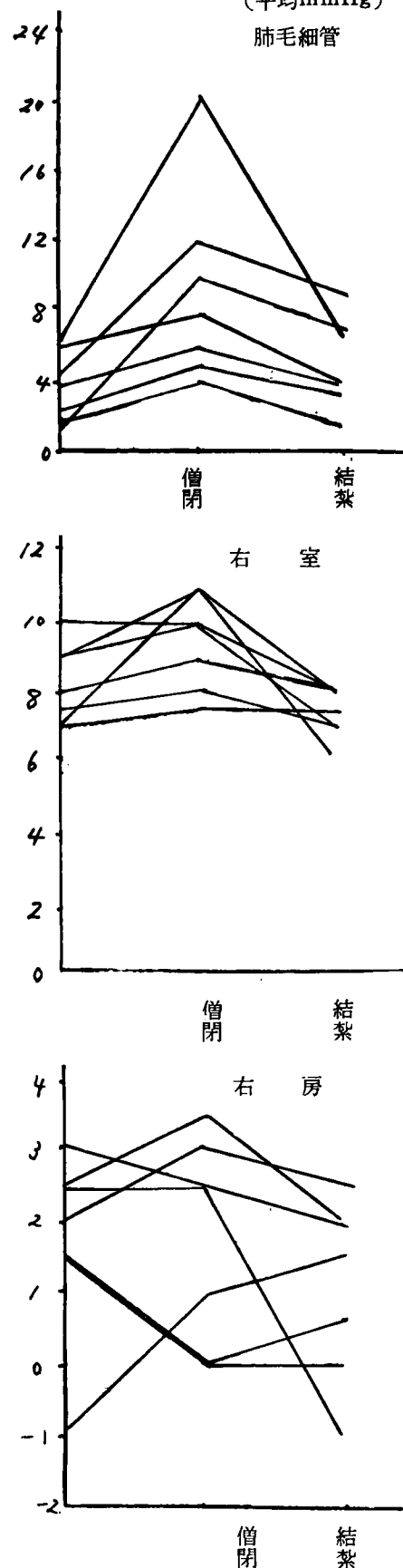
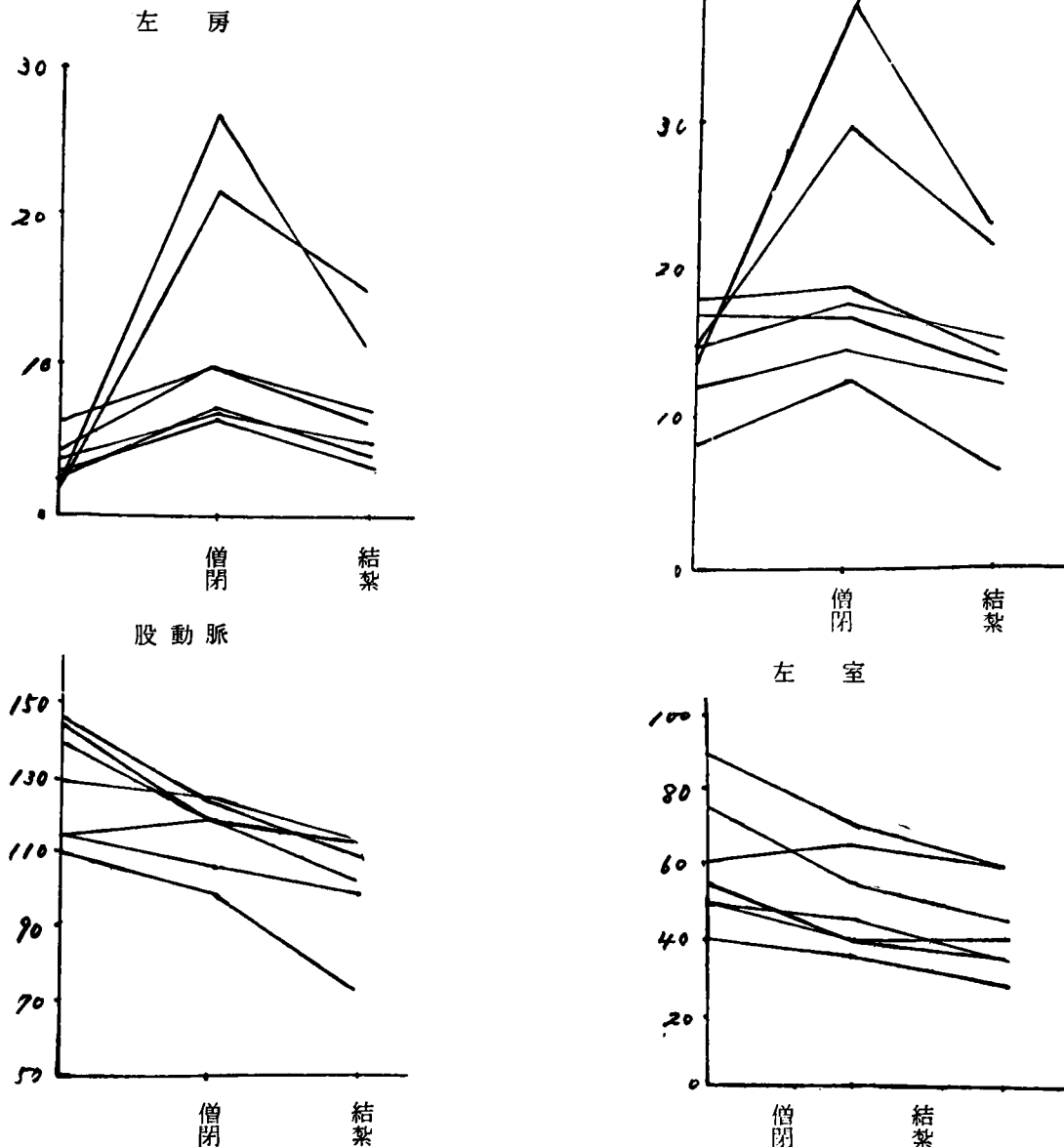
図 3 急性実験群における圧変動 (其の1)
(平均mmHg)

図3 急性実験群における圧変動（其の2）
（平均mmHg）



不変1例，下空静脈結紮により下降4例，不変2例上昇1例の如くかなりの個体的変動が見られている。左心室圧は僧帽弁閉鎖不全作製後軽度の上昇を示した1例を除いて一般に僧帽弁閉鎖不全後下降しさらに下空静脈結紮により下降を示している。これと同様に股動脈圧も1例を除いてすべて僧帽弁閉鎖不全により下降し下空静脈結紮によりさらに下降を示している。

以上の変化を実際に圧曲線により例示すると図1のようであつて基本的な曲線型の変化は見られないが，下空静脈結紮により左房圧及び肺動脈圧は特に前者において著明に下降を示している。また図2の症例も同様であり，左房圧の著明な低下にも拘はらず逆流波形

そのものの変化は見られていない。

以上のような著明な圧変動が見られるのであるが低下上昇何れにしても主として収縮期圧が拡張期圧よりも著明に変動し平均圧がこれに伴つて変動を示しているのである。以上僧帽弁閉鎖不全作製によつて左房，肺毛細管，肺動脈，右室，右房の如き左房以下の右心系の圧は上昇しこれらに反して左室，股動脈の左心系は下降を示し心不全への過程が見られるのであるが，下空静脈結紮の場合には心負担の軽減とくに左房以下の右心系の圧降下によつて示される右心系の負担軽減が著明に見られるものである。

iii) 慢性実験群における血行力学的検討

表 4 僧帽弁閉鎖不全症術後 2 週

No.	左房壓 (平均 mmHg)	左室壓 (平均 mmHg)	股動脈壓 (平均 mmHg)	肺動脈壓 (平均 mmHg)	肺毛細管 壓 (平均 mmHg)	O ₂ 消費 量 (cc/ min.)	O ₂ 飽和 度 (%)	血液 O ₂ 含量 (vol%)		心搏出量 (l/min.)	血管抵抗 dynes/sec/cm ⁻⁵			仕事量 joules/min.	
								動脈	混合 靜脈		肺小動脈	全肺血管	末梢血管	左室	右室
23	7.5	65	110	18.5	7.5	80	76	15.5	11.5	2.0	439	739	4337	29.3	4.9
25	9.5	85	117	22.0	9.9	69	84	13.0	7.7	1.3	743	1352	7045	20.3	3.8
27	10.1	55	120	20.5	8.1	75	89	12.6	9.5	2.4	412	632	3990	38.3	6.5
28	9.3	45	105	16.0	9.0	72	87	12.9	8.7	1.7	543	758	3171	23.8	3.6

表 5 僧帽弁閉鎖不全十下空靜脈結紮術後 2 週

No.	左房壓 (平均 mmHg)	左室壓 (平均 mmHg)	股動脈壓 (平均 mmHg)	肺動脈壓 (平均 mmHg)	肺毛細管 壓 (平均 mmHg)	O ₂ 消費 量 (cc/ min.)	O ₂ 飽和 度 (%)	血液 O ₂ 含量 (vol%)		心搏出量 (l/min.)	血管抵抗 dynes/sec/cm ⁻⁵			仕事量 joules/min.	
								動脈	混合 靜脈		肺小動脈	全肺血管	末梢血管	左室	右室
24	8.2	65	118	23	8.5	85	77	14.2	9.2	1.7	681	1081	5620	26.7	5.2
26	7.5	70	110	18	8.1	65	88	9.5	5.0	1.4	570	706	5994	20.5	3.4
29	8.4	45	130	15.2	6.2	72	87	12.9	8.1	1.5	479	799	6802	25.9	3.0
30	9.5	50	107	20.5	10	85	88	13.2	9.1	2.1	399	7801	3977	29.9	5.7
31	9.1	45	120	18	7.5	78	78	12.5	8.2	1.8	466	7991	5261	28.8	4.3

表 6 僧帽弁閉鎖不全症術後 1 月

No.	左房壓 (平均 mmHg)	左室壓 (平均 mmHg)	股動脈壓 (平均 mmHg)	肺動脈壓 (平均 mmHg)	肺毛細管 壓 (平均 mmHg)	O ₂ 消費 量 (cc/ min.)	O ₂ 飽和 度 (%)	血液 O ₂ 含量 (vol%)		心搏出量 (l/min.)	血管抵抗 dynes/sec/cm ⁻⁵			仕事量 joules/min.	
								動脈	混合 靜脈		肺小動脈	全肺血管	末梢血管	左室	右室
33	13.0	50	124	25.5	9.5	78	71	14.1	10	1.9	673	1073	5068	31.4	6.5
36	8.5	70	155	17.2	7.2	65	89	11.3	6.9	1.5	799	916	8125	30.2	3.4
37	11.5	60	93	20	11.0	67	80	12.1	8.3	2.0	359	799	3656	24.8	5.3
38	10.9	58	125	20.8	9.1	70	78	12.4	8.2	1.7	431	977	5763	28.3	5.2

表 7 僧帽弁閉鎖不全＋下空静脈結紮術後 1 月

No.	左房压 (平均 mm Hg)	左室压 (平均 mm Hg)	股动脉压 (平均 mm Hg)	肺动脉压 (平均 mm Hg)	肺毛细管 压 (平均 mm Hg)	肺动脉压 (平均 mm Hg)	右室压 (平均 mm Hg)	右房压 (平均 mm Hg)	O ₂ 消费 量 (cc/ min.)	O ₂ 飽和 度 (%)	血液O ₂ 含量 (vol.%)		心搏出量 (l/min.)	血管抵抗 dynes/sec/cm ⁻⁵			仕事量 joules/min.		
											动脉	混合 静脉		肺小动脉	全肺血管	末梢血管	全末梢 血管	左室	右室
35	11.5	83	119	11.2	20.3	10.2	2.0	66	82	11.6	9.3	1.8	404	901	5194	5263	28.5	4.9	
39	10.5	45	140	10.5	20.5	14.0	0	80	90	13.5	9.7	2.1	366	780	5328	5328	39.1	5.7	
41	7.0	40	100	6.1	16.5	10.0	2	70	79	10.3	6.2	1.7	489	776	4607	4701	22.6	4.4	
42	9	60	125	9.5	17.5	11.0	4	76	81	11.6	5.2	1.4	457	998	6907	7135	23.2	3.3	

表 8 慢性実験群に於ける血行動態の術後変動(平均値)

	左房压 (平均 mm Hg)	左室压 (平均 mm Hg)	股动脉压 (平均 mm Hg)	肺毛细管		肺动脉压 (平均 mm Hg)	右室压 (平均 mm Hg)	右房压 (平均 mm Hg)	O ₂ 消費 量 (cc/ min.)	O ₂ 飽和 度 (%)	血液O ₂ 含量 (vol.%)		心搏出量 (l/min.)	血管抵抗 dynes/sec/cm ⁻⁵				仕事量 joules/min.	
				（平均 mm Hg)	（平均 mm Hg)						动脉	混合 静脉		肺小 动脉	全肺 血管	末梢 血管	全末梢 血管	左室	右室
健 常 犬 二 僧 閉 週 結 一 僧 閉 月 結	3.7	63	129	3.6	14.0	9.3	1.6	82	91	14.8	10.8	2.2	390	501	4688	4913	37.8	4.1	
	9.1	62	113	8.6	19.2	11.5	1.7	77	84	13.5	9.4	1.85	534	883	4616	4812	27.1	4.7	
	8.6	55	117	8.1	18.9	10.9	1.5	80	84	12.5	7.9	1.7	519	833	5531	5801	26.4	4.3	
	11.0	60	124	9.2	20.9	12.5	2.5	70	80	12.5	8.4	1.77	565	941	5653	5752	28.6	5.1	
	9.5	57	121	9.3	18.7	11.3	2.0	71	83	11.5	7.3	1.75	429	864	5509	5607	28.4	4.6	

実験の項に述べたごとく先項の急性実験は侵襲が大きくしたがつて死亡率が高いので術後長期にわたる経過を観察するのは不適當なので本慢性実験を行つた。すなわち急性実験において立証された下空静脈結紮術の僧帽弁閉鎖不全症に対する血行力学的改善動態をさらに手術後経時的に観察したのである。ここに慢性実験とは各手術操作の前後に行う心静脈カテーテル検査3回を省略し僧帽弁閉鎖不全を作つた後、下空静脈を結紮し、それぞれ各操作前後には直接穿刺により左房、左室、肺動脈、股動脈圧を測定し手術後観察の対照とし、術後2～3週及び1～2ヶ月の間に心静脈カテーテル法及び直接穿刺により経時的循環動態を検討した。なお対照群としては僧帽弁閉鎖不全を作製した後、同様術後経時的に心静脈カテーテル法を以つて測定した群を用いた。

まず対照健常犬の循環動態の各値を正常状態時の13例について測定しその平均値を表8に示した。次に僧帽弁閉鎖不全及びこれに下空静脈結紮を加えたこれら2群の2週目の循環動態は表4、5のようであつてこれらの平均値を同じく表8に示した。さてこれらの3群における循環動態の平均値を比較検討してみると左房圧は何れの群においても健常犬群よりも遙かに高い値を示し健常犬 3.7mmHg に比し僧帽弁閉鎖不全及びこれに下空静脈結紮を行つた群は夫々9.1, 8.6mmHg となつておりとくに後者において僅かに低値の傾向がある。次に肺毛細管圧でも健常犬 3.6mmHg に比して両群は夫々8.6, 8.1mmHg で同様下空静脈結紮を加えた群の方が僅かに低い傾向にある。但し左房圧よりも肺毛細管圧の方が一般に低値を示しているが、これは測定時カテーテルの楔入程度によるものであり技術的な問題を一定にするため、充分楔入を行うようにしたので低値を示したわけである^{40) 41)}。肺動脈圧では矢張健常犬に比して両者とも高値を示しているけれども僧帽弁閉鎖不全+下空静脈結紮群の方が僅かに低い傾向にある。右房圧は健常犬 1.6mmHg, 僧帽弁閉鎖不全群 1.7mmHg, 僧帽弁閉鎖不全+下空静脈結紮群 1.5mmHg の如くその間に上述と同様の傾向はあるけれども相互の差はごく軽微である。右室圧では同じく対照群に比して両者とも高値を示しているが僅かに下空静脈結紮を行つた群の方が低値を示している。これら各所の圧に比して左室圧、股動脈圧は健常犬群が最高値を示し他の2群は一定の傾向はないが健常犬群よりも明らかに低値を示している。したがつてまた血液の酸素含量にも同様傾向が見られる。分時心搏出量を比較すると健常対照群>僧帽弁閉鎖不全群

>僧帽弁閉鎖不全+下空静脈結紮群の順にかなり著明な低下が見られる。これは僧帽弁閉鎖不全により心負担が増大し心搏出量が低下し更に下空静脈結紮によつて静脈還流を制限するため搏出量が低下すると考えられる。逆説的にいえば下空静脈結紮の目的たる静脈還流の減少が少くとも術後この程度の時日までは継続していることを示すものと思われる。次に血管抵抗であるが肺小動脈抵抗及び全肺血管抵抗は明らかに健常群よりも高値を示し夫々390, 534, 519 dynes/sec/cm⁻⁵の如く144~129 dynes/sec/cm⁻⁵の亢進が見られる。また僧帽弁閉鎖不全よりもこれに下空静脈結紮を行つた方がやや低値を示している。これと反対に末梢血管抵抗では僧帽弁閉鎖不全群よりも下空静脈結紮を加えた方が高い値を示しているのが特徴的である。ただし僧帽弁閉鎖不全群と健常対照群との間にはほとんど差異が見出されない。最後に心臓の対圧仕事量であるが、左心の仕事量が健常対照群>僧帽弁閉鎖不全群≥僧帽弁閉鎖不全+下空静脈結紮群の如く健常群よりも低値を示す他、右心仕事量は僅かながら僧帽弁閉鎖不全症>僧帽弁閉鎖不全+下空静脈結紮群>健常群と変化が見られている。

次に1ヶ月以上経過した後の循環動態の成績を各群について示すと表6、7のようでありこれを平均して比較すると表8のようになる。すなわち左房圧は手術後1ヶ月以上経過した場合は何れの群においても経時的に2週間後のものよりも上昇し、僧帽弁閉鎖不全群 11.0mmHg, 僧帽弁閉鎖不全+下空静脈結紮群 9.5mmHg と前者の方がやや高い値を示している。肺毛細管圧はそれぞれ9.2及び9.3mmHg の如く下空静脈結紮の如何を問わず大差はないが、何れも対照群よりも高く2週後よりも上昇の傾向にある。また肺動脈圧は僧帽弁閉鎖不全の方が高く且つ2週後よりも上昇が見られる。右室圧では同様僧帽弁閉鎖不全のみの群がやや高い傾向にある。右房圧はこれらよりも著明な上昇を示し2.5mmHg 及び2.0mmHg と各2週後よりも上昇がみられる。左室圧は経時的には1定の傾向を明確しえなかつた。酸素飽和度、酸素消費量、血液酸素含有量は何れにおいても健常対照群よりも2週後、さらに1ヶ月後と減少の傾向を示している。すなわち手術後の経過と共に何れの群においても低酸素飽和度、低酸素血症の傾向が見られるわけである。また心搏出量も低下の傾向を示しとくに僧帽弁閉鎖不全群にこの傾向がつよい。血管抵抗では僧帽弁閉鎖不全群において何れも上昇の傾向が、またこれに下空静脈を結紮した群では低下の傾向が見られた。すなわち肺

小動脈抵抗では僧帽弁閉鎖不全群において平均 3.1 dynes/sec/cm⁻⁵ の上昇が認められたに反し、これに下空静脈結紮を加えた群では 90 dynes/sec/cm⁻⁵ の低下が認められる。同様に全肺血管抵抗では前者では 57 dynes/sec/cm⁻⁵ の上昇に反して後者では 37/dynes/sec/cm⁻⁵ の上昇が見られたにすぎない。末梢血管抵抗では下空静脈結紮群には殆んど変化がない。か、わずかの傾向が見られるに反し、僧帽弁閉鎖不全では 1040 dynes/sec/cm⁻⁵ の顕著な上昇が見られる。全末梢血管抵抗はこれに反し、下空静脈結紮群では 124 dynes/sec/cm⁻⁵ の低下が見られたが、僧帽

弁閉鎖不全群では末梢血管抵抗と同様に 940 dynes/sec/cm⁻⁵ の顕著な上昇が認められている。最後に心臓仕事量では左心及び右心何れにおいても 2 週後よりも僅かの増加が認められ、且つ僧帽弁閉鎖不全群においてやや著しい傾向がある。

以上は概説的に血行動態の変化を記述したのであるが、さらに僧帽弁々膜症の病態生理を最もよく反映していると思われる左房圧、肺動脈圧とまたこれらの検討に必要と考えられる股動脈圧について詳細に述べることにする。但し術後 2 週間及び 1 ヶ月において測定したのは術後胸腔内癒着等の手術的困難から同一犬を

表9 慢性実験群における左房圧、肺動脈圧、股動脈圧の変動（術後 2 週）（平均mmHg）

左 房					肺 動 脈					股 動 脈				
No.	術前	僧閉	2 週		No.	術前	僧閉	2 週		No.	術前	僧閉	2 週	
23	2.8	5.1	7.5		23	14	17.0	18.5		23	142	120	110	
25	3.3	7.5	9.5		25	16.5	19.0	22		25	133	124	117	
27	6.0	10.0	10.1		27	13.5	15.3	20.5		27	130	125	120	
28	3.0	7.5	9.3		28	11.5	13.5	16		28	115	100	105	
平均	3.8	7.5	9.1		平均	13.9	16.2	19.2		平均	130	118	113	

No.	術前	僧閉	結紮	2 週	No.	術前	僧閉	結紮	2 週	No.	術前	僧閉	結紮	2 週
24	4.5	7.0	6.5	8.2	24	17	21.5	20	23	24	130	130	115	118
26	2.5	6.2	5.5	7.5	26	15.5	17.0	12.5	18	26	125	115	110	110
29	5.0	7.5	7.5	8.4	29	7	15.0	10.1	15.2	29	145	140	130	130
30	3.1	6.5	6.0	9.5	30	16.5	17.0	12.0	20.5	30	130	119	110	107
31	6.0	7.6	7.0	9.1	31	14.5	17.5	15.0	18.0	31	125	125	120	120
平均	4.0	8.7	8.1	8.5	平均	14.1	17.6	13.9	18.9	平均	131	126	117	117

表10 慢性実験群における左房圧、肺動脈圧、股動脈圧の変動（術後 1 月）（平均mmHg）

左 房					肺 動 脈					股 動 脈				
No.	術前	僧閉	1 月		No.	術前	僧閉	1 月		No.	術前	僧閉	1 月	
33	5.0	9.3	9.40		33	17.5	19.5	25.5		33	145	135	124	
36	2.2	6.2	8.5		36	12.5	15.5	17.2		36	165	160	155	
37	4.5	9.0	11.5		37	14.0	16.5	20		37	110	99	93	
38	4.5	10	10.9		38	15.5	18.0	19.5		38	135	120	125	
平均	4.1	8.6	10.1		平均	14.9	17.4	20.5		平均	139	128	124	

No.	術前	僧閉	結紮	1 月	No.	術前	僧閉	結紮	1 月	No.	術前	僧閉	結紮	1 月
35	5.2	9.8	9.0	11.5	35	17.0	18.5	17.0	20.3	35	135	125	115	119
39	4.1	8.7	7.5	10.5	39	15.0	18.5	15.0	20.5	39	160	150	135	140
41	3.0	6.3	3.5	7.0	41	10.5	14.0	10.5	16.5	41	105.0	100	95	100
42	2.5	7.8	6.5	9.0	42	13.0	16.0	12.5	17.5	42	145	140	130	125
平均	3.7	8.2	6.6	9.5	平均	13.9	16.7	13.7	18.4	平均	136	129	119	121

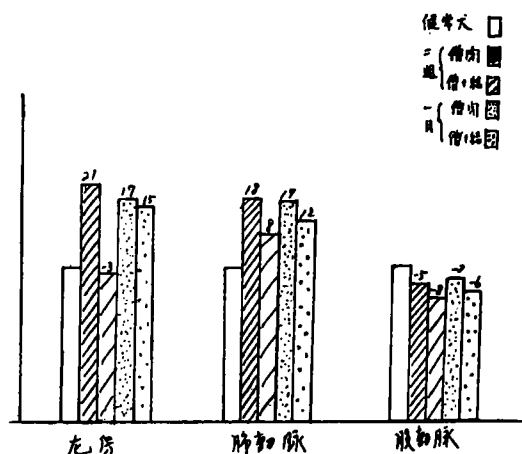
表11 慢性実験群の左房，肺動脈，股動脈圧の変動（平均 mmHg）とその増加率

		左 房					
		術前	僧閉	結紮	2 週	1 月	増加率 (%)
二週	僧閉	3.8	7.5	—	9.1	—	21
	僧閉+結	4.0	8.7	8.1	8.5	—	-3
一月	僧閉	4.1	8.6	—	—	10.1	17.0
	僧閉+結	3.7	8.2	6.6	—	9.5	15
		肺 動 脈					
		術前	僧閉	結紮	2 週	1 月	増加率 (%)
二週	僧閉	13.9	16.2	—	19.2	—	18
	僧閉+結	14.1	17.6	13.9	18.9	—	8
一月	僧閉	14.9	17.4	—	—	20.5	17
	僧閉+結	13.9	16.7	13.7	—	18.7	12
		股 動 脈					
		術前	僧閉	結紮	2 週	1 月	増加率 (%)
二週	僧閉	130	118	—	113	—	-5
	僧閉+結	131	126	117	117	—	-8
一月	僧閉	139	128	—	—	124	-3
	僧閉+結	136	129	119	—	121	-6

経時的に2回直接穿刺で追求するのは不可能の場合が多かつたので，特別な例を除き2週後に検査した群と1ヶ月後に検査した群とに分つて実験を行った。

表9，10は一貫した検索によつて得た僧帽弁閉鎖不全群及びこれに下空静脈結紮を加えた群の術前より術後経時的に測定した実際の値である。これらの成績によると左房圧，肺動脈圧は両群共に術後2週さらに1ヶ月間は上昇の傾向を示しているが，これに反して股動脈圧は下降の傾向にある。一般的にいつて，術後1

図4 慢性実験群における左房，肺動脈，股動脈圧の増加率 (%)



ヶ月の経過の後においても下空静脈結紮を行つた群の方が左房圧，肺動脈圧の下降度は大きい傾向にある。しかしこれらは，個々の症例においてかなりの程度の差が見られるので，さらにこれらの平均値をとつて図示したのが表11及び図4であつて，左房圧は僧帽弁閉鎖不全群及びこれに下空静脈結紮を加えた群が2週間後で夫々+21%，及び-3%の増加率であり，1ヶ月後には夫々+17%及び+15%となつており術後2週では明らかに低下が認められるに反し，1ヶ月では殆んど差異が認められない。肺動脈圧は同様に2週後は夫々18%，8%，1ヶ月後は夫々17%，12%の如く左房圧よりも術後長期にわたつて圧の降下が見られている。股動脈圧では2週後，-5%，-8%，1ヶ月後で夫々-3%，-6%となり何れにおいても低下しているが著明な経時的变化は見られない。以上より判定すると一旦下降していた圧が次第に上昇して来る結果，ほとんど結紮の効果が判然としなくなつてくるが肺動脈圧は依然1ヶ月後にもかなりの降下が見られる。以上の如く慢性実験群においては，少くとも術後2週間また1ヶ月後においても肺動脈圧の低下が見られ，その効果が期待されるのである。図5に急性実験に堪え得た1例の術後2週間まで追求した1連の各所の圧曲線の変動を示した。ここに明らかに見られるように左房圧，肺毛細管圧，肺動脈圧は僧帽弁閉鎖不全後著明に上昇しさらにこれに結紮を加えると低下し，術後2週ではこれが徐々に上昇の傾向を示している。これらの変化は主として収縮期圧の上昇降下が主役を演じていることは本例によつても明らかである。また右室，右房では前者程著明な変化は見られない。これらに反して左室，股動脈圧は何れにしても経時的に低下し，そ

図5 犬No.22の各所圧変動(単位mmHg)

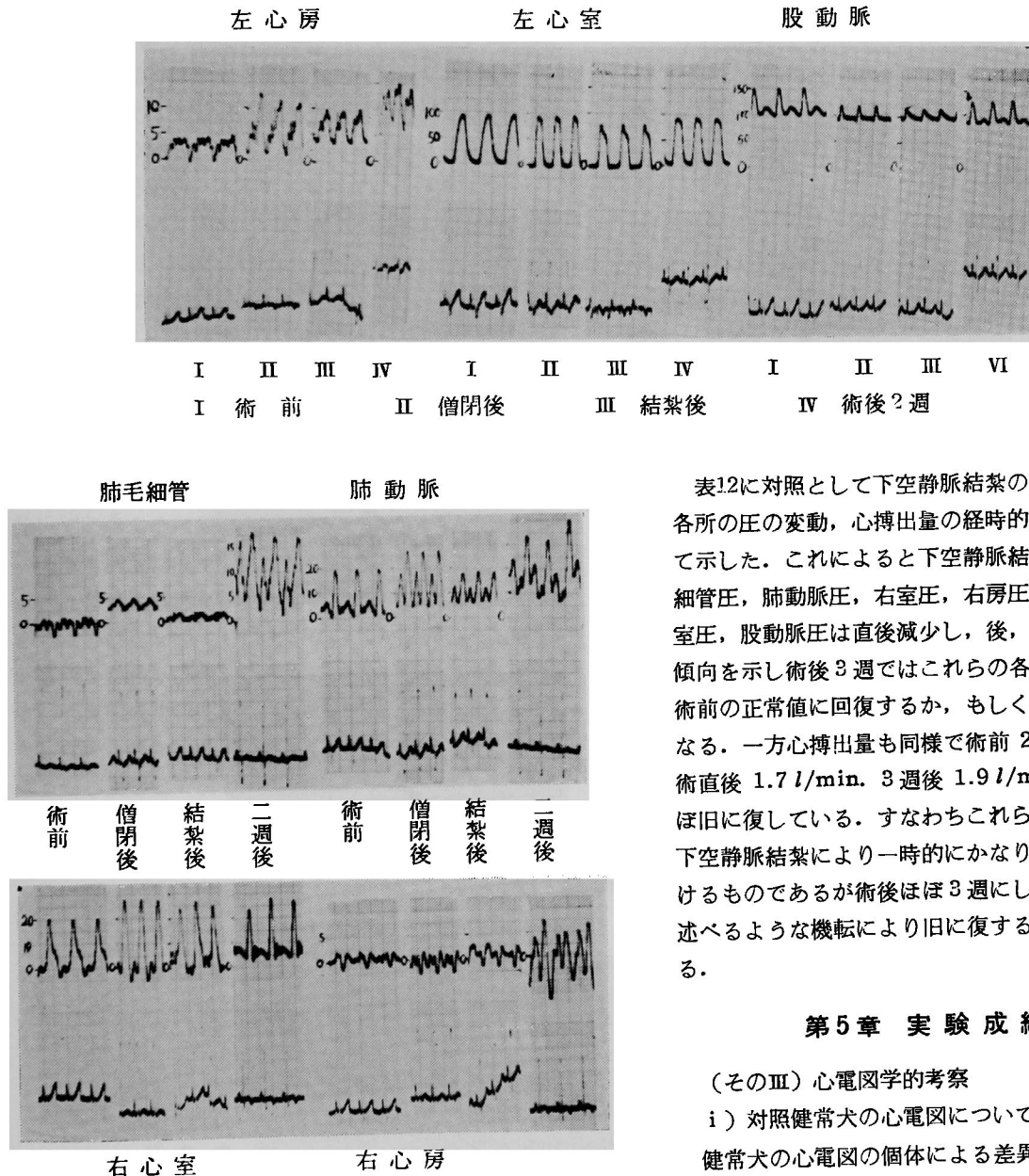


表12に对照として下空静脈結紮のみ行つた群の各所の圧の変動, 心搏出量の経時的变化を平均して示した。これによると下空静脈結紮により肺毛細管圧, 肺動脈圧, 右室圧, 右房圧, 左房圧, 左室圧, 股動脈圧は直後減少し, 後, 次第に上昇の傾向を示し術後3週ではこれらの各所圧の多くは術前の正常値に回復するか, もしくはそれに近くなる。一方心搏出量も同様に術前 2.0 l/min. が術直後 1.7 l/min. 3週後 1.9 l/min. となりほぼ旧に復している。すなわちこれらの血行動態は下空静脈結紮により一時的にかなり強い変動をうけるものであるが術後ほぼ3週にして考察の項に述べるような機転により旧に復するものと思われる。

第5章 実験成績

(そのⅢ) 心電図学的考察

i) 对照健常犬の心電図について

健常犬の心電図の個体による差異あるいはその誘導法等についてはきわめて問題が多い所である。したがつてその成績の判定には色々の解釈の可能性があり結論を正確に吟味することが困難な場合も多い。ここに本研究においては我々の教室における種々なる実験的心電図学的研究の経験より判定して, 最も我々が妥当と考える方法論にしたがつて研究をすすめたのである。すなわち, まず心電図は標準肢誘導を主としこれに単極肢誘導あるいは胸壁誘導による測定を加味して検討を加えた。なお胸壁誘導でその誘導法について色々の方法が行われているが著者は Wilson³⁰⁾ の方法に準拠した。第Ⅱ誘導は aV_F あるいは $V_{5.6}$ に

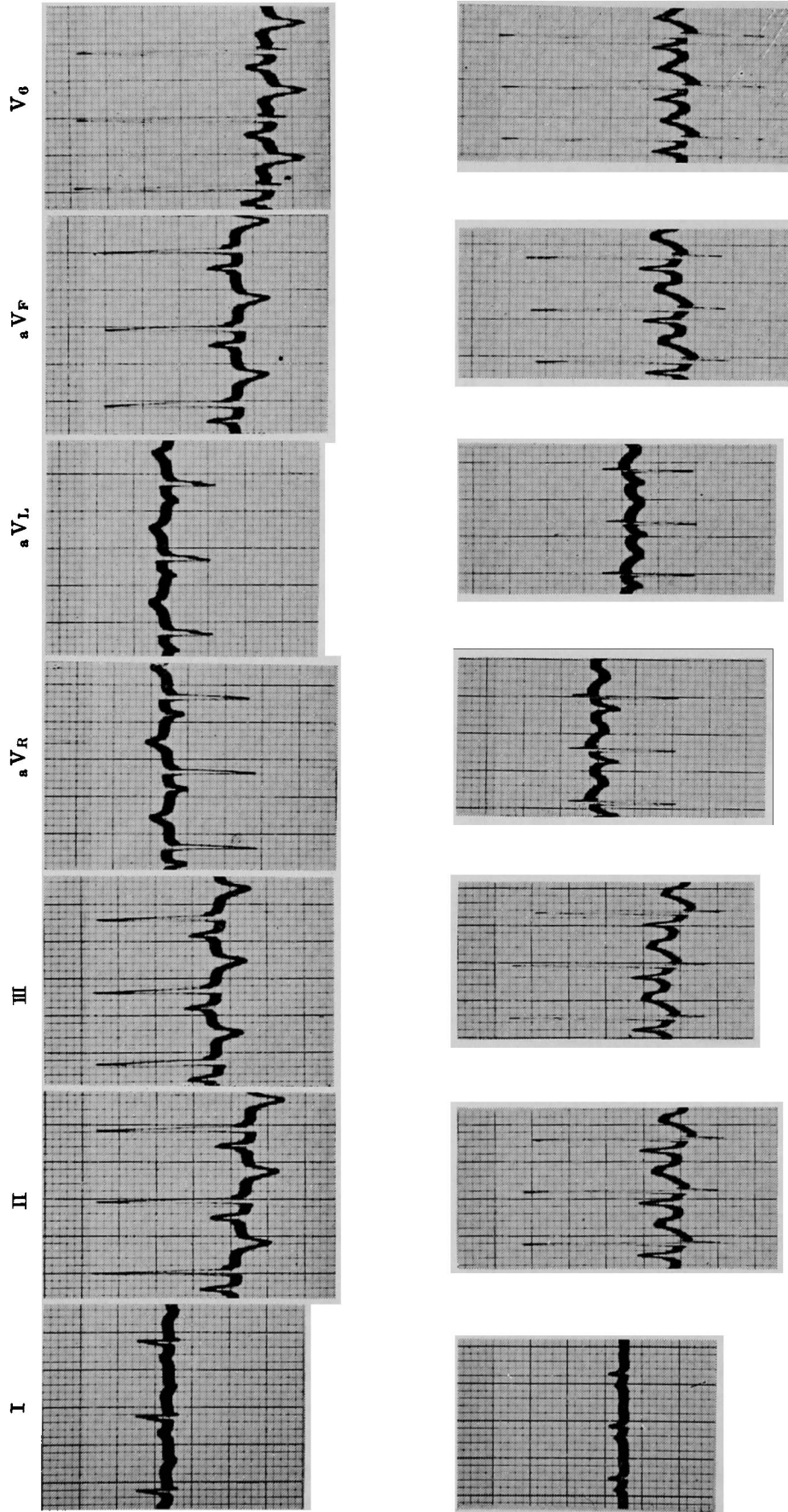
表12 下空静脈結紮後3週(平均mmHg)

	肺毛細管	肺動脈	右室	右房	左房	左室	股動脈	心搏出量 (l/min)
術前	3.4	15.5	13	1.0	3.8	55	140	2.0
結紮後	1.5	12	9	0.5	2.2	45	120	1.7
術後3週	3.0	15.0	11	1.0	3.9	60	135	1.9

れが術後2週ではやや回復の徴がみとめられる。

iv) 下空静脈結紮群における血行力学的検討

図 6 対 照 犬 の 心 電 図



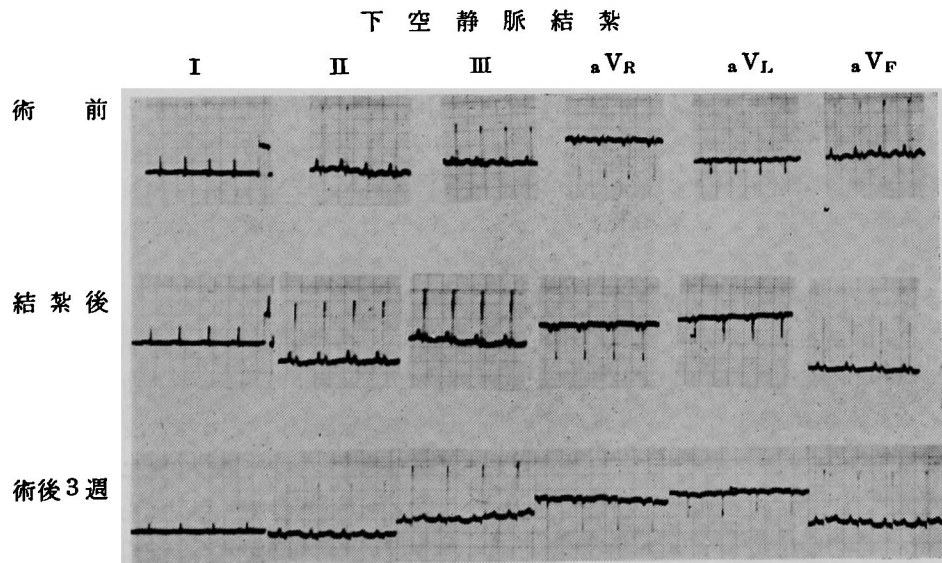
波形が近似し本実験に使った犬の大部分においても第Ⅱ誘導, aV_F , $V_{5,6}$ は左室心外膜誘導の波形を呈していたので, 第Ⅱ誘導は左室の状態の表現乃至は $V_{5,6}$ の状態と近似的であると解釈してもよいものと信ぜられる。たとえば図6に示した対照犬の第Ⅱ, aV_F 並びに $V_{5,6}$ の波形は殆んど全く同一であることによつても明らかである。本実験に限らずこの事実は我々が現今まで教室にて行つた多数の犬の心電図学的検索中⁸¹⁾ 第Ⅱ誘導と $V_{5,6}$ 等を同一犬について併記した場合両者はほぼ類似の波形を呈していることによつても明らかである。すなわち詳細に見ると ST , $T_{V_{5,6}}$ の上昇乃至は反対に下降が見られる場合 ST , T_{II} にも上昇乃至下降がみられまた心軸の回転により $V_{5,6}$ に右室心外膜曲線を見るときは第Ⅱ誘導でも右室心外膜誘導に類似した波形が見られ特別の, 2—3の例外を除いてこのような傾向が必発であつた。しかしながら一方第Ⅰ誘導は右室の状態を反映するときと, しないときとあり第Ⅱ誘導におけるように一定の傾向は認められない。したがつて以上のような対照犬の心電図学的事実から本実験の正確なる結論を得るために著者は, 心電図変化の記載に際してその変化の意義が判然としないような, たとえば $R-ST$ の如き変化の記載は省略し主として或る一定の変化が上記のような対照

犬における経験から, 如何なる状態の表現であるかを推定出来るような場合にのみ限定して記載を行つた。次に各心電図学的要素の検討に当つて, QT 商, $RS-T$, $R-R$ interval と季節の関係, すなわち体温の影響を考慮に入れた。夏季において鬱熱状態の強いと解釈された犬において QT 商は著明に延長し $RS-T_{II}$ は容易に上昇乃至下降し, また高度の洞性頻脈を伴うのを自験しているからである。

ii) 下空静脈結紮群について

僧帽弁閉鎖不全作製後, 腎静脈の直下で下空静脈を結紮したのちの心電図変化を検討するためには, 対照犬に下空静脈結紮を施した対照実験群の心電図学的追求を必要としこれを行つた。対照実験における心電図変化は結紮直後においては $R-R$ interval の軽度延長, T_{II} 陽性群においては通常 T_{II} の軽度逆転乃至2相性化を見る傾向にあり, T_{II} 陰性群においては T_{II} reversion, 稀に ST_{II} の軽度下降を見るが両群共に10—14日後の心電図学的検索において T_{II} は上昇しているのが通則である。 QT 商は結紮直後変化なきか短縮する。すなわちたとえば図7にその例を示したが本例においては特に T_{II} , T_{aV_F} が術前陽性であつたものが結紮直後では逆転しさらに3週後では術前と同様, 陽性に恢復しているのが見られる。

図 7 No.46下空静脈結紮術のみを行つた犬の心電図の経時的変化



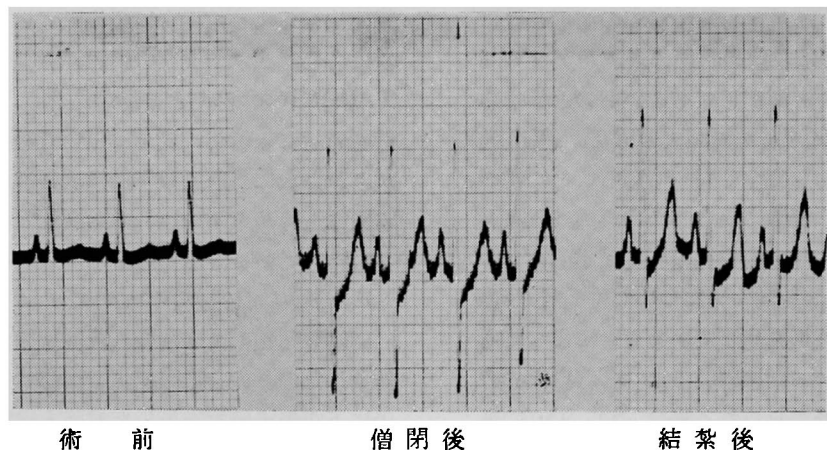
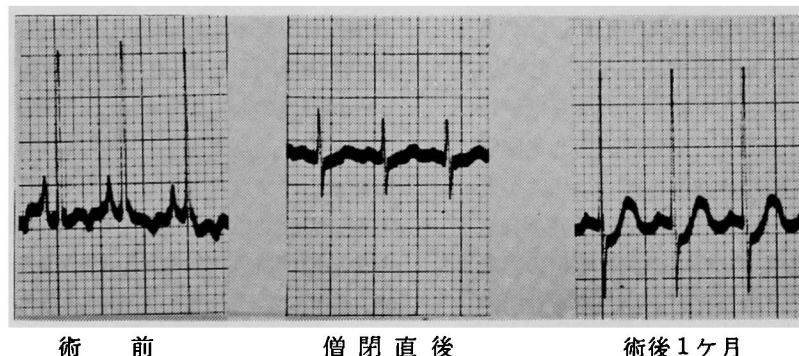
iii) 急性及び慢性実験群について

次に主実験の心電図学的変化について述べるが, 本実験における変化は大別して2群に分け, 僧帽弁閉鎖不全作製後の左房平均圧 10mmHg を境界線としてこれ以上を便宜上高圧群, 以下を低圧群として記載す

る。これを左房圧の高低によつて以下に述べるように心電図学的の変化に差異が認められるので両群を一応分ける方が便利と思われるからである。

〔A〕高圧群

左房平均圧 10mmHg 以上上昇を来さしめた例で

図 8 (A) No.48QT商の変化及び右室負荷像 (V_6)(B) 僧帽弁閉鎖不全犬No.50における ST_{V_2} depression
心静脈カテーテル中死亡

は術後生存例が比較的少なく、慢性実験の成績を検討出来ぬ術後長期の追求は不可能であつたので主として急性実験のみについての成績を述べる。

(1) P の変化： P の変化は通常僧帽弁閉鎖不全作製及び下空静脈結紮に際しても通常見られないが、全例中 1 例において P_{II} の巾が広くなり結節形成を見、下空静脈結紮後 P_{II} の巾は殆んど復元したがかかる例はきわめて頻度少なくまた実際に急性の心房拡張によつてこのような変化が起りうるかどうか、さらに下空静脈結紮によつて急性に心房拡張が回復して P 波が正常に復元するかどうか疑問があると考え。図(2)に示した心電図は此の例である。

(2) QT 商の変化³⁰⁾： 左房平均圧 10mmHg 以上の群において殆んど全例に見られるものであつて高圧群にてはかなり著明な QT 商の延長がみとめられ低圧群との間に明らかな差異がありさらにかかる QT 商の延長した例に下空静脈結紮を施すと QT 商は短縮し正常に近くなる (図 8)。

(3) QRS-complex の変化： 僧帽弁閉鎖不全作製後少数例にて R_I の増高を見るもの、すなわち軽度

の左型化を示すものがあり下空静脈結紮によつてもこの増高した R_I には変化を認めなかつた。

(4) RS-T segment の変化： 僧帽弁閉鎖不全作製後急性の左室負荷の出現の可能性が考えられるので $RS-T_{II}$, V_5 , V_6 について検討を加えたが僧帽弁閉鎖不全作製後左室負荷を指示するような有意の変化は認められずまたこれに結紮を加えた場合上述のような対照群に結紮を加えた場合のような変化が見られたに過ぎない。なお V_6 に右室曲線の出現を見、 ST_{V_6} の下降を認めた例すなわち右室負荷像を認めた例においては下空静脈結紮により S_{V_6} は浅くなり $RS-T_{V_6}$ の降下度も減少したが一過性的変化であつた (図 8)。

(5) R-R interval の変化： 僧帽弁閉鎖不全作製後短縮し下空静脈結紮によつても変化を見ないかあるいは漸次短縮する傾向にある。

〔B〕低圧群

左房平均圧上昇が 10mmHg 以下の群においては長期の追求が可能であるので本群をさらに急性実験群として術直後の変化を追求した群とさらに経時的に心電図の変化を追求した慢性実験群とに分けてそれらの

心電図の変化を述べる。

〔I〕急性実験群

(1) QT商：僧帽弁閉鎖不全作製後延長をみるもの、著変をみないものがあり約3：1の比に見られるが前者は下空静脈結紮によつて短縮する。但しQT商の延長を見るものでも高圧群に比し程度は少い。

(2) QRS-complexes：僧帽弁閉鎖不全作製。下空静脈結紮によつても著変を見ない。

(3) RS-T segment：僧帽弁閉鎖不全作製後ST_{II}, V₆は軽度の下降を示すものが多いが変化のないものもある。T_{II}は2相性をなすもの、陰性化するものがあり、下空静脈結紮による変化は略々対照実験

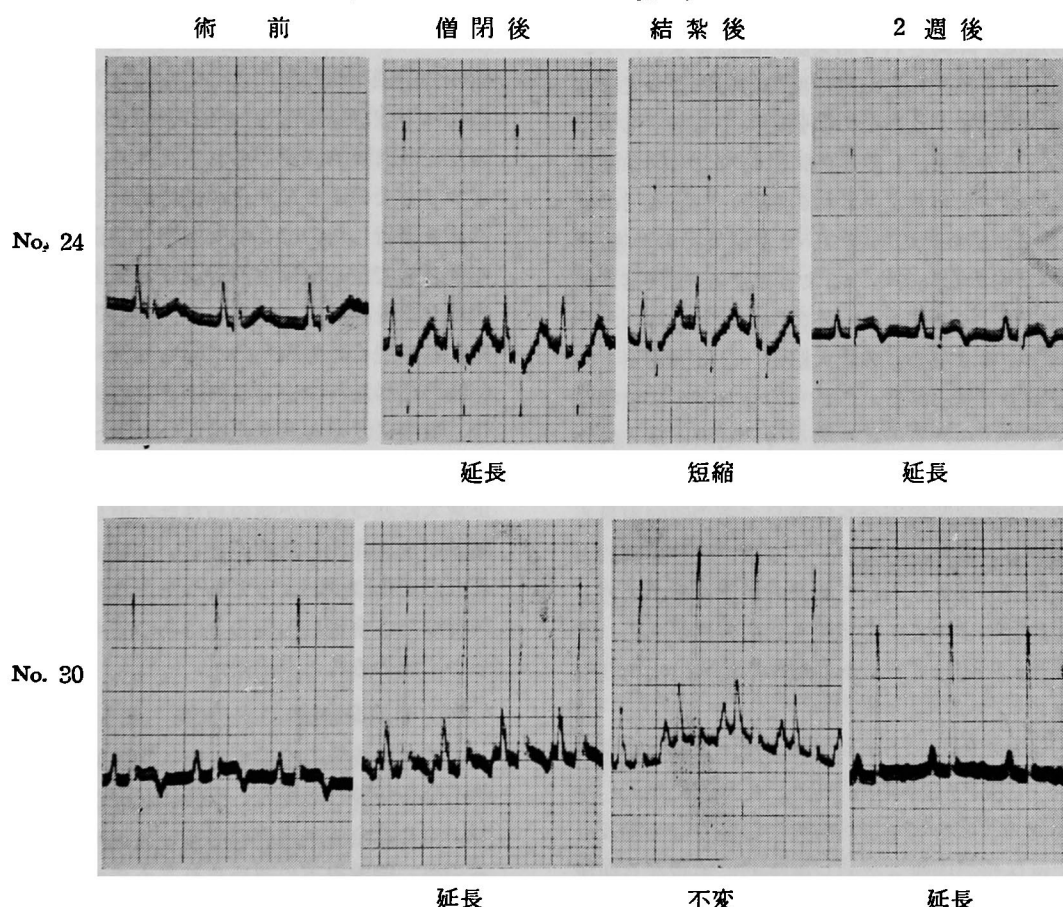
に準ずる。

〔II〕慢性実験群

(1) Pの変化：僧帽弁閉鎖不全作製後下空静脈結紮を施し20～30日後の変化を調べてみると、Pの変化が見られぬもの、P_{II,III}とくにP_{III}が目立つて増高するものがある⁴⁶⁾。術後変化については僧帽弁閉鎖不全作製群のみの場合との間に特に差異がなく、下空静脈結紮を行つても長期になると著変はなくなる。

(2) QT商の変化：大部分において延長例を見下空静脈結紮によつて短縮するが、結紮後3週前後の検査では延長するもの、変化のないものがあり一定の傾向を示さない。(図9)

図 9 QT の 変 化



(3) QRS-complexes：術後1ヶ月前後の検査において左室心外膜誘導曲線を呈するV_F乃至V_{5,6}のRの高さについて、また標準肢誘導にてQRSの巾の変化について調べたがその結果には著変を認めなかつた。

(4) RS-T segment：ST_{II}の変化について追求してみたがST_Iの逆転、2相性乃至平坦化が見られた。ST_Iの軽度下降を見たものもある。またST_{II,III}

の上昇の見られた例もある⁴⁶⁾。かく下空静脈結紮の影響はほぼ対照実験と同傾向であるがST_I下降例において結紮により下降度の一時的軽減を見たのがある。なお2例において心軸の著明な時計方向の回転を見た。一般にT_Iは僧帽弁閉鎖不全作製後陰性化し下空静脈結紮により陽性となることが多い。

以上心電図学上の変化を指標として下空静脈結紮の効果を推定するに急性実験群中高圧群においてはその

効果はごく一時的でありQT商は延長し、右室負荷像が加わり臨床的には肺水腫様状態で死亡する。低圧群においては下空静脈結紮による効果は少くとも追求した1ヶ月後には、ある程度心電図学上の好転を見る所であるが、慢性実験群では一定した傾向が認められない。右室負荷像のみられたものにおいては一時的の好転は認められるがまた徐々に悪化し臨床上前述の如き肺水腫状態で死亡するのがみられた。

第6章 実験成績

(そのIV) レ線学的研究

一般に僧帽弁閉鎖不全においては左房の拡張がありさらに左室の拡張肥大を来した左房への血液逆流により左房拡大によつて示されるように、肺静脈血の左房への還流が障碍される結果肺の鬱血を来し、ついで肺高血圧症を招来した重症度の如何によつては右室、右房への病変が及びその拡張肥大をも来すものである。これらの結果、レ線学的には特有な僧帽弁閉鎖不全レ線陰影すなわち左第3弓の膨隆、左第4弓の延長拡大、さらに肺紋理の増強ついで左第2弓の膨隆、また右第1, 2弓の膨隆をもみるようになる。また第1斜位においてもHolzknecht腔の狭小が見られる。第2斜位においては左心室の肥大拡張、また横隔膜との交叉角の縮小が見られる。これらのうちとくに独特な所見としてあげられるのは左第4弓の延長と第2斜位における左心室の肥大の状況である。このような変化は実験的に僧帽弁閉鎖不全を作製してその傾向を見ることが出来る。また左心カテーテル法、直接穿刺によつて左室に造影剤を注入して心房内逆流を確かめるとか、左房造影によつてその拡張を知る方法がある。著者が本実験に関連して行つたレ線学的検索は次の3つであつた。

すなわち第1に左心カテーテル方法によつて左室内に造影剤(70%Pyraceton 10cc)を急速に注入し左房への逆流の程度を判定したが犬においては心動及び体位の正位保持が困難なためレ線学的に美麗なる逆流像を造影することはかなり困難であつた。第2の方法は直接左房にカテーテルを挿入し、同様70% Pyraceton 10ccを以て左房を造影する方法であつた。第3は単純撮影によつて僧帽弁閉鎖不全作製前後およびさらにこれに下空静脈結紮を加えた場合の心臓陰影の拡張、縮小を直接追求する方法であつた。以上の3つの方法により本実験のレ線学的追求を行つたのであつて以下各項目について記述する。

i) 経左心室の逆流造影法^{87) 88)}

本検索の目的は左房への逆流を判定しこれによつて下空静脈結紮を行つた場合にこれが影響を受けるかどうかを判定するにあつた。撮影は第1斜位にて行つた。本法は5例について検討したがまず僧帽弁閉鎖不全作製後本法を行うと左房圧上昇度がきわめて高く平均圧約10mmHg以上に及んだ例では比較的容易に逆流陰影を認めることが出来たが低圧群では困難な場合が多かつた。さらにこれに下空静脈結紮を加えた場合、次の項に述べるように左房は縮小するがこれに対して逆流陰影は有意義的に減少しているようには思われなかつた。したがつて下空静脈結紮は僧帽弁閉鎖不全による逆流には影響を与えないものと思われる。

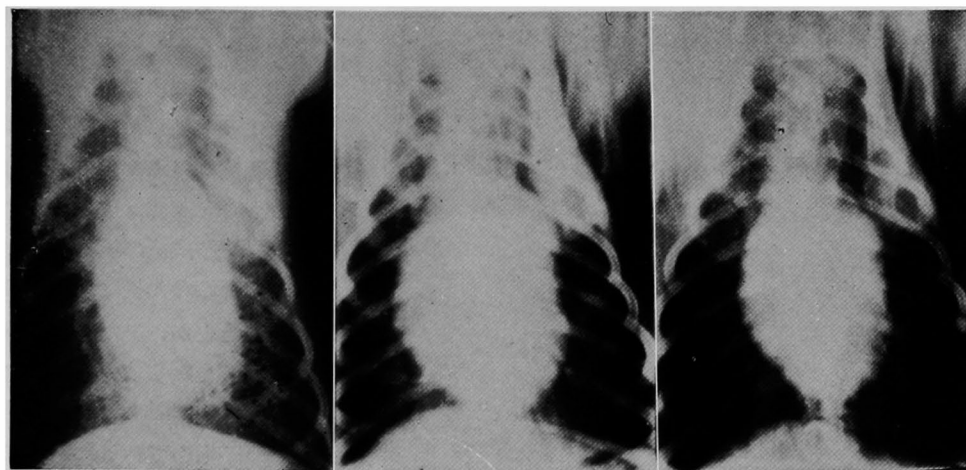
ii) 左心房造影法

本造影は前者と同様第1斜位において施行し使用したカテーテルNo.10の比較的太いものであつた。実際僧帽弁閉鎖不全作製によつて左房は著明に拡大したこれに下空静脈結紮を加えると明らかに縮小するがこの変化が肉眼的に認められるだけでなく左房造影法によつてもそのような変化が期待出来るところである。本法を施行したのは5例で僧帽弁閉鎖不全作製によつて主として左心房は左前方及び右後方に向つてやや不規則なる長楕円形を呈して拡大するのが認められさらにこれに注ぐ肺静脈系の本幹も健常時より拡大するのが認められた。ついでこれに下空静脈結紮を施した場合、直後には殆んど変化はないが4~5分後にて左房造影を行うと肺静脈本幹は勿論、左房そのものもほぼ正常大に近づくのが認められた。但しきわめて高度の閉鎖不全を作製した例、あるいは軽度のものではこのような変化は少いようであつた。本法は上述の如く5例行つたが全例、程度の差はあつても上述の変化は明らかに認めることが出来た。

iii) 単純撮影法

これは前後像にて追求した。実験的に犬に僧帽弁閉鎖不全を作製した場合、直後に左房が膨隆拡大し、つづいて心臓全体が急速にあるいは比較的徐々に拡大するのがレ線透視下に認められるものである。このような変化は勿論左房圧の上昇程度の如何、ひいては作製した閉鎖不全の程度の如何により異なる。さらに下空静脈結紮を行うと拡大していた心臓陰影は全体として徐々に、平均して約5分後に縮小を来し、また心搏動も緩徐強大になつてくるのがレ線透視下に見られる。したがつてこれに単純撮影を行う場合はこのような急性の心臓の拡大縮小の状態を明瞭にすることが出来る。本実験では毎常レ線透視下に心臓陰影を描写しその程度を判定したのであるが、その結果は閉鎖不全がきわ

図 10 犬 No.52 の胸部単純レ線像
A B C



めて高度で極端に心臓陰影の拡大した例で心搏動も次第に微弱となるような例を除いて全例において漸次的な縮小が認められた。ここにその1例を写真により呈示する(図10)。僧帽弁閉鎖不全作製によつて左房平均圧が30mmHgという高度の上昇を示したもので、その(A)は正常時でさらに僧帽弁閉鎖不全作製後(B)の如く極めて著明に拡大しとくに左第2弓及び右第1, 2弓の拡大が高度でまた心尖部は下降し横隔膜陰影中に及んでいたのであるが、さらに下空静脈結紮を行つたところ(C)の如く急速に心臓陰影の縮小が見られほぼ正常時の大きさに回復した。

以上3つのレ線学的追求によつても明らかなように下空静脈結紮術は右心への血液還流を減少せしめ一時的にしろ右心負担を除き心臓の肥大拡張を正常へ回復せしめる傾向にあることを明確にし得たものと思われる。

第7章 総括及び考按

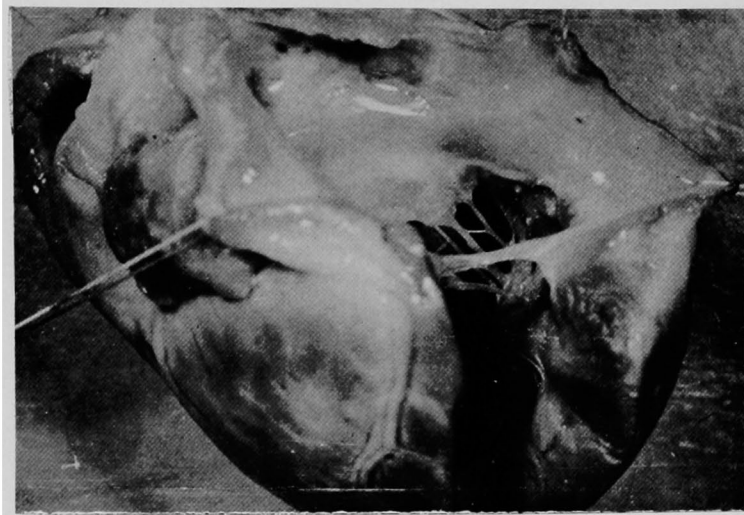
著者は僧帽弁閉鎖不全症のうち重症例に対してその **poor risk** 状態を改善させこれを弁侵襲による根治手術の対象となし得るような状態に回復せしめるといふ目的をもつて実験的に作製した僧帽弁閉鎖不全に対して下空静脈結紮の効果を死亡率の検討、血行力学的検索、心電図学的追求及びレ線学的研究の各方面より追求したのである。それらの結果は本文中に詳しく記述した所である。以下それらの成績を基準に下空静脈結紮術の治療学的意義を批判検討する。

まず第1に僧帽弁閉鎖不全症の病態生理学的な事項より考察を行つてみる。僧帽弁は前尖及び後尖よりなり各第1, 2, 3序列の腱索と癒着してその支持をなしており、前尖は後尖に比し面積も大きく心室収縮期

に最も大なる心室内圧をうけ左房への逆流を防ぎ、心室流出口へ血液を流出せしめるのにきわめて大きな役割を果しているのである^{32), 33)}。したがつてもしこの前尖に手術により器質的障害を起さしめるときにはきわめて高度の逆流を招き生存不可能となるような侵襲を来すものであるのに対して後尖ではその付著腱索を広範に切断することによつてのみ高度の逆流を生ぜしめることが出来、したがつて或程度の器質的障害によつても生存率は大である³⁴⁾。また実際に患者の場合においても後尖が器質的病変を呈することが多く、Burchall & Edwards³⁵⁾ のいう如く後尖乃至後尖付著腱索の短縮、変形、石灰化等重要な病変を呈しているものである。

また僧帽弁閉鎖不全の作製には各種の方法が考案され、たとえば左心耳より入つて弁尖乃至腱索を切断する方法、あるいは左心室より入つて同じく腱索を切断したり^{6), 7), 9), 10)}、または腱索の短縮を来さしめるために経心室的にこれを絹糸で心室壁に固定する方法⁸⁾、またその他に前尖のみを切開する方法等があるがこのうち弁尖を切断する方法³⁶⁾は術後長時間の後に癒合機転が働き、したがつて次第に逆流が減少して来るといふ欠点がある。これらのうち著者は術後生存率が比較的高くまた病変が或程度進行性であるという意味で実験方法の項で述べたように後尖付著の腱索を切断する方法をとつたのである。かくして作製した僧帽弁閉鎖不全は写真1に例示した如く左房の拡大、僧帽弁輪の拡大とくに後尖部における弁尖の短縮が見られるようになる。勿論機械的に腱索を切断することによつて作製したこのような実験的閉鎖不全症はリウマチ性変化に起因する僧帽弁閉鎖不全症の臨床例とは病理学的にみて明らかに異なる所であるが、その循環動態は実験

写真1 犬No.30術後3週 後尖腱索の切断短縮、
房室輪の拡大を見る



成績の項で詳述した如く全く類似した様相を呈するものである。進行せる僧帽弁閉鎖不全の臨床的循環動態については多くの研究が発表されているが^{18) 22) 33) 34)}。これらを要するに左心室の収縮時逆流により左房圧が上昇しついで左房が拡大したこれらの両機転により血液の貯溜を来し肺静脈血の還流障害を来す。したがって肺循環系の鬱血、ついで肺高血圧症等の病態生理が成立してくるのである。すなわちこれらの僧帽弁閉鎖不全の病態生理に一貫している基本的事実は、静脈血の還流障害であり、とくに重症例ではこの傾向がつよく症状を支配しているものであると考えられる。かくの如く静脈血の還流障害がその本質的病態であるのでもしここに静脈血の還流を或程度減少せしめるならば、肺鬱血、肺高血圧症等を軽減せしめたがつて右心の負担を軽減せしめうるものが考えられるのである。このような機転から本研究の下空静脈結紮は症状を好転せしめ、重症例をして根治手術可能な状態に招来しうるものが考えられるのである。ところでこの場合下空静脈結紮術の効果は一種の対症的療法の意義を有するものであるから、次のような2つの項目の検討が最も問題となりうるものとする。すなわち第1に血行力学的に見て作製した僧帽弁閉鎖不全の循環動態が直接どの程度の改善をもたらすものであるかを知る必要がある。第2に下空静脈結紮は経時的には側副血行の発生により次第にその効果を減弱せしめて行く傾向にあることは当然であるので、したがってその効果が術後いかなる期間持続するものであるかを知る必要がある。著者が前者に対して行つた研究は急性実験により血行力学的研究、心電図学的研究、

さらにレ線学的追求であつた。これらの結果を総括してみると下空静脈結紮はその直後において極めて有効な血行力学的改善をもたらすものであることは明らかである。すなわち僧帽弁閉鎖不全作製により上昇した左房圧、肺毛細管圧、肺動脈圧及び右室圧は下空静脈結紮によつてかなり著明な下降を示すものであることは実験成績の項に述べた如くである。またこの効果はたとえば逆流を減少せしめるとか、また肺循環系の血管抵抗の変化をもたらすものではなく単に下空静脈よりの静脈血還流を減少せしめることによるものである。さらに心電図学的にも左房平均圧が10mmHg以上に及ぶ高圧群でも、また10mmHg以下の低圧

群にても、たとえばQT商の短縮とか、またP_{II}の巾が復元の傾向を示すとか等の如き好転の徴候が証明されるのであるが勿論このような傾向は僧帽弁閉鎖不全の程度が高い高圧群では低圧群よりも効果が低い。さらにレ線学的形態学的追求では拡大せる左心房腔あるいは肺静脈系が下空静脈結紮により僧帽弁閉鎖不全作製前の状態に復元する傾向があり、また心臓全体の陰影も著明に縮小の傾向を示してをり明らかに心機能の改善が証明せられたのであつたが、血行力学的研究と同様経左心室の逆流造影法によつては逆流を減少せしめるような機転で心機能が改善されたものでないことが明示し得たのである。

このように下空静脈結紮が急性に僧帽弁閉鎖不全の循環動態を改善させるのであるがさらに経時的にいか程の期間改善が持続するものであるかを血行力学的、心電図学的に追求した。すなわち実験成績の項で述べた慢性実験群がこれに相当するのである。その結果を総括してみると少くとも術後1ヶ月間の追求では僧帽弁閉鎖不全群及びこれに下空静脈結紮を加えた群の両者に左房圧、肺毛細管圧、肺動脈圧等右室系の圧上昇を見ておりその程度を比較した場合下空静脈結紮の方が低値を示し、上昇度が少い結果を示している。したがつて下空静脈結紮によつて改善せられた循環動態は術後2週、ついで1ヶ月の間に次第に悪変の傾向を迎るけれども下空静脈結紮を施さなかつた群よりも程度が軽く、その結紮の効果が持続的であることがいえると思われる。また心電図学的追求によつても例えば一旦延長したQT商が改善の傾向を示し心電図学的改善もこの程度の期間は持続するものと考えられる。

以上検索を行つた種々の面で下空静脈結紮の効果は証明せられたわけであるが、結紮後次第に効果が減弱する傾向を示すという事実について考案してみる。

対照実験として行つた下空静脈結紮のみを行つた群において変化した循環動態は2～3週後において術前とほぼ同様の様相を呈してくることは上述したようである。この機転に関しては次のような2つが考えられる。すなわち結紮後2～3週で結紮部の上下をつなぐ側副血行が完成されてくると、また結紮部の直接の疎通が時に見られることがあるという2つの機転によるものである。このような機転については、Dale³⁵⁾、本吉³⁶⁾等の実験によつても証明されているのである。結紮の効果は静脈血還流の減少によるのであるからこのように一旦減少した静脈還流が次第に増加してくる結果、血行力学的にも心電図学的にも効果の漸次的減弱がみられるわけである。

さて結論的にいつて少くとも実験的僧帽弁閉鎖不全症に対しては下空静脈結紮は循環動態の改善をもたらすものであることは以上の記述によつて明らかになした所であるが、実際臨床例における施行の可能性についてさらに検討を加える。

体外循環等、弁の根治手術に使用する方法が発達した今日、僧帽弁閉鎖不全症でもその臨床進行度の第3度以下の群においては根治手術が安全に施行出来ることは、すでにこの方面の研究者達によつて明らかにされている所である。したがつて第4度すなわち薬物学的治療によつて循環動態の改善を期待しえないような患者には現今まで外科的治療の対象として適応外であると考えられたのである。このような重症群の病態生理は心機能が堪え得ない程度の静脈還流が主としてその病態生理を修飾しているのであるから下空静脈結紮によつてこれを取り除くとき薬物学的治療によつてもたらし得ない改善が見られるであろうことは上述の実験成績によつても明らかである。したがつて著者の本研究の目的であつた重症例に対する術前の治療法としては、臨床的施行の価値は充分期待しうるものであると結論出来る。

第8章 結 論

僧帽弁閉鎖不全症例の Poor risk 状態を改善し根治手術の対称とする臨床的な要望に対して著者は実験的に作製した僧帽弁閉鎖不全に下空静脈結紮を施行しその効果を犬50余頭を使用して血行力学的、心電図学的及びレ線学的に追求し以下述べる如き知見を得た。

1. 実験的僧帽弁閉鎖不全は後尖腱索切断によりかなり臨床例に類似した血行動態をなす病変をつくりう

る。

2. 死亡率より見ると僧帽弁閉鎖不全群が50%であつたに反し下空静脈結紮を加えた群では29.6%と著明な減少をもたらすことが出来た。また下空静脈結紮を施すと術後急性期に死亡する例、あるいは肺水腫発生の頻度を減少せしめることが出来た。

3. 実験的僧帽弁閉鎖不全に対して下空静脈結紮を行つた直後の血行力学的改善はきわめて著明で一旦上昇した左房圧、肺毛細管圧、肺動脈圧等は下降しとくに静脈還流の減少によつて右室系の負担軽減が著明にみられた。

4. 下空静脈結紮の効果を経時的に検討したところ、上記のような血行力学的改善に加えて、肺小動脈抵抗、全肺血管抵抗な著明な低下が見られ、このような改善は次第に増悪の傾向を迎るとはいいながら術後1ヶ月の間は持続するようであるとの結論が得られた。

5. 実験的僧帽弁閉鎖不全に対する下空静脈結紮の効果を心電図学的に検討した所、左房圧上昇が10mm Hg 以上に及ぶ高圧群では効果は1時的でQT間が延長することが見られたが低圧群ではPn, mの増高したものが復元するとか、延長したQT間が短縮するとかの如き心電図学上の好転がみられこの効果は術後1ヶ月においても認められた。

6. 経左心室の逆流造影法、左心房造影法、単純撮影法の3法を以て、レ線学的に心負担の改善状態を調べた所、逆流の程度を減少せしめ拡張せる左心房腔の縮小をもたらした心臓全体の拡張せる陰影を正常へ復元せしめる傾向にあり、下空静脈結紮の効果はレ線学的にも明らかであつた。

以上の実験的事実から下空静脈結紮は僧帽弁閉鎖不全症例に対する術前の治療法としては臨床使用の価値を充分期待出来る結論に達した。

本論文の要旨は日本胸部外科学会第1回関西地方会にて発表した。

稿を終るに臨み御指導御校閲を賜つた恩師砂田教授に深甚なる感謝の意を捧げるとともに、終始御教示を戴いた田口講師、絶えざる御協力を戴いた心臓研究班員諸士に対して深謝する。

文

- 1) Bailey, C. P. : Surgical Treatment of Mitral Stenosis, Dis. of Chest, 15, 377, 1949.
- 2) Bailey, C. P. : The Surgery of Mitral Stenosis, J. of Thoracic Surg., 19, 16, 1950.
- 3) Brock, R. C. : Discussion on the Surgery of the Heart and Great Vessels, Proceeding of the Regal Society of Medicine., 44, 995, 1951.
- 4) Harken, D. E. et al. : The Surgical Treatment of Mitral Stenosis. New England J. Med., 239, 801, 1948.
- 5) MacCollum, W. G. and McClure, R. D. : On the Teaching of Pathological Physiology. Bull. Johns Hopkins Hosp., 17, 251, 1906. On the Mechanical Effects of Experimental Mitral Stenosis and Insufficiency. Bull. Johns. Hopkins Hosp., 17, 260, 1906.
- 6) Hurwiff, E. S. et al. : The experimental Production and Correction of Mitral Insufficiency, Surg., 37, 15, 1955.
- 7) Shaw, M. M. et al. : Experimental Production of Insufficiency and Stenosis of the Heart Valves in Dogs. J. of Thoracic Surg., 12, 322, 1943.
- 8) Kuykendall, S. J. et al. : Experimental Creature of Chronic Mitral Insufficiency. Ann. of Surg., 47, 98, 1958.
- 9) Haller, J. A., Morrow, A. G. : Experimental Mitral Insufficiency. An operative Method with Chronic Survival, Ann. of Surg. 142, 37, 1955.
- 10) Morais, D. J. : The Production of Chronic Experimental Mitral Insufficiency, Ann. of Surg., 145, 236, 1957.
- 11) Bailey, C. P. et al. : Surgical Repair of Mitral Insuff. Dis. of Chest., 19, 125, 1951.
- 12) Davila, J. C. et al : A Method for the Surg. Correction of Mitral Insufficiency, Surg. Gynec. & Obst., 98, 407, 1954.
- 13) Henderson, A. R., Law, C. L. : Surgical Treatment of Mitral Insuff. Surg., 33, 858, 1953.
- 14) William, W. L., Glenn, et al : The Surgical Treatment of Mitral Insufficiency with

献

- Particular Reference to the Application of a Vertically Suspended Graft. Surg., 40, 59, 1956.
- 15) 榊原 仟 : 僧帽弁閉鎖不全, : 日本外科全書 17 卷 195 頁.
- 16) Robert, P. Glover and Julioc, Davila : The Treatment of Mitral Insufficiency by the Purse String Suture. J. Thoracic Surg., 33, 75, 1957.
- 17) C. W. Lillehei : Personal Communication.
- 18) 曲直部寿夫他 : 僧帽弁閉鎖症の肺動脈高血圧の病態生理 : 呼吸と循環 4 卷 321 頁, 1956.
- 19) Sweet, R. H., Bland, E. F. : The Surgical Relief of Congestion in the Pulmonary Circulation in Case of Severe Mitral Stenosis. Ann. of Surg., 130, 284, 1949.
- 20) Cossio, P. et al. : Surgical Treatment of the Cardiac Lung. Ligation of the Inferior Vena Cava and for Tricuspidal Valvulotomy. J.A.M.A., 140, 9, 1949.
- 21) Jarotzky, A. : Zur. Frage der Operation in Inneren des Herzens bei Stenosis Mitralis. Zbl. f. Chir., 3, 140, 1926.
- 22) Dale, W. A. : Ligation of the Inferior Vena Cava for Thromboembolism. Surg., 43, 24, 1953.
- 23) Collins, C. G. et al. : Suppurative pelvic Thrombosis, A Study of 70 Patients Treated by Ligation of the Inferior Vena Cava & Ovarian Vessels : Surg., 30, 298, 1951.
- 24) Cossio, P. : Ligation of Vena Cava in Heart Failure, Am. Heart J., 43, 97, 1952.
- 25) Cossio, P. : Ligation of the Inf. Vena Cava in Cardiac Decompensation. J.A.M.A., 149, 1021, 1952.
- 26) Cossio, P. : Ligation of Inferior Vena Cava in Cardiac Decompensation, 149, 1169, 1952.
- 27) Nieder, F. F. : Über die Unterbindung der Vena Cava Inf. zur Behandlung der Herzinsuffizienz, Dtsch. Med. Wschr., 78, 1163, 1953.
- 28) Hoffmann, Th. : Die Chirurg. Behandlung dekompensierter Herzleiden durch Unter-

- bindung der Vena Cava Inf. Dtsch. med. Wschr., 76, 1624, 1951.
- 29) Cournand, A., Motley, H. L., Himmelstein, A., & Dresdale, D. Recording of Blood Pressure from the left Auricle and the Pulmonary Veins in Human Subjects with Interauricular Septal Defect. Am. Physiol., 150, 269, 1947.
- 30) Wilson, F. N. et al.: The Praecordial Electrocardiogram. Am. Heart J. 27, 19, 1944.
- 31) 池田容昂：撰挾的脳冷下冠灌流法に於ける心電図学的考察：第1回直視下心内手術研究会演説。
- 32) Chiechi, M. A., et al.: Functional Anatomy of the normal Mitral Valve. J. of Thoracic Surg., 32, 378, 1956.
- 33) 奥信夫：僧帽弁外科に関する基礎的研究—僧帽弁閉鎖不全症の逆流実験とその解剖学的考察：胸外誌 3 : 535, 1955.
- 34) Haller, J. A.: Experimental Mitral Insufficiency, An Operative Method with Chronic Survival, Ann. of Surgery, 142, 37, 1955.
- 35) Burchell, H. B., and J. E. Edwards: Rheumatic Mitral Insufficiency, Circulation, 7, 747, 1953.
- 36) 富田恵一：実験的僧帽弁閉鎖不全に対する心房隔壁欠損術の血行力学的研究：胸外誌, 5 : 530, 1957.
- 37) Wigger, C. J.: The Cardio-Dynamics of Mitral Insufficiency, Heart, 9, 149, 1922.
- 38) Richard, Gorlin et al.: Studies of the Circulatory Dynamics at Rest in Mitral Valvular Regurgitation with and without Stenosis: Am. Heart J., 43, 359, 1952.
- 34) Richard, Gorlin: Hydranlic Formula for the Calculation of the Cross-Sectional area the Mitral Valve during Regurgitation, Am. Heart. J., 43, 188, 1952.
- 35) Dale, W. A.: Ligation of the Inferior Vena Cava for Thromboembolism, Surg, 43, 24, 1958.
- 36) 本吉正晴：下空静脈結紮術に関する研究：岡山医学会雑誌：印刷中。
- 37) Wilder, R. J.: Roentgen Contrast Diagnosis of Experimental Mitral and Aortic Insufficiency in Dogs by Transventricular Injection and Retrograde Catheterization, J. of Thoracic Surg., 33, 147, 1957.
- 38) Björk Nordenström: Selective Roentgenographic Contrast Examination and Electrokymography of the Left Heart in Experimental Mitral Insufficiency, Circulation, 15, 682, 1957.
- 39) 河西正充：心臓外科と心電図：岡医誌69 ; 1957.
- 40) 藤本淳：僧帽弁弁膜症における肺動脈楔入圧と左心房圧との関係，呼吸と循環，3 : 305, 1955.
- 41) Ankeney, J. L.: Interrelations of Pulmonary Arterial, "Capillary" and Left Atrial Pressures Under Experimental Conditions, Am. J. Physiolog, 169, 40, 1952.
- 42) 藤本淳：左心房圧曲線による僧帽弁弁膜症の分類，呼吸と循環，3 : 259, 1955.
- 43) 竹内正登：下空静脈結紮の生存限界と副血行路形成に関する実験的研究：日外誌, 57 : 457, 1956.
- 44) 藤本淳：左心房における循環動態に関する研究：呼吸と循環，4 : 785, 1956.
- 45) 星田嘉明：実験的僧帽弁弁膜症に対する心房隔壁欠損作製：日外誌, 57 : 47, 1956.
- 46) 曲直部寿夫：実験的僧帽弁閉鎖不全症におけるE.C.Gについて，日外誌, 53 : 289, 1952.
-

Effects of Ligature of Inferior Vena Cava Upon Experimental Mitral Insufficiency.

Shigeru Teramoto, M. D.

Department of Surgery Okayama University Medical School
Okayama, Japan.

(Director : Prof. Dr. Terutake Sunada)

A thorough understanding of the present concept of corrective surgery for mitral insufficiency substantiates the author's belief that it is an urgent technical challenge to secure the patients with advanced mitral insufficiency by balancing the increasing hazard of operative risk against the decreased and improved poor risk state as exists preoperatively. For this purpose, the author studied the effect of ligature of inferior vena cava upon experimental mitral insufficiency in dogs by means of hemodynamical, electrocardiographical and radiologic methods. Fifty dogs have been used in this experimental study. The following technical and patho-physiological innovations have been clarified :

1. The experimentally created mitral insufficiency utilizing the technique to cut the papillary tendons of posterior cusps relative widely revealed very similar hemodynamical patho-physiological patterns to human patients.

2. Marked improvement in decreasing the mortality has been found as follows : the mortality of dogs created experimental mitral insufficiency was 50% and, in contrast to this, the mortality of dogs treated by ligature of inferior vena cava at the lower level of branching portion of renal veins was only 29.6%. On the other hand, this ligature technique has been very effective to prevent the dog from immediate postoperative death or occurrence of acute and chronic pulmonary edema.

3. The hemodynamical pattern immediately after the ligature of vena cava upon experimental mitral insufficiency showed a marked improvement to restore more physiologic hemodynamics. Left atrial, pulmonary capillary and pulmonary arterial pressures increased by the creation of mitral insufficiency decreased markedly immediately after the ligature. This improved pattern is likely to be a precise reflection of decreased overloading of right ventricular system due to the decreased venous return into the heart.

4. The long durated postoperative observation on the same research also demonstrated the similar hemodynamical improvement as mentioned in item 3. Moreover, the decreased pulmonary resistance seen in the postoperative observation indicated a marked hemodynamical improvement. These improved patterns durated at least one month latter after ligature.

5. In the electrocardiographic study, it has been thought to be most feasible to divide into two major diverse types of the experimental mitral insufficiency as follows : the first is high pressure group in which the left atrial pressure increased over 10 mmHg in mean pressure. The second diverse group is low pressure group with increased left atrial pressure lower than former. The temporary electrocardiographic improvement has been found in high pressure group showing the temporal shortening of the prolonged QT-ratio by ligature of inferior vena cava. Dogs with right ventricular strain used to fail to recover in long term observation. On the other hand, the low pressure group revealed the more definite electrocardiographic improvement durated about one month latter after ligature. The improved pattern has been, for examples, that increased P_{II} and P_{III} waves showed tendency to lower and

prolonged QT-ratio showed tendency to shorten.

6. In the radiologic study, the author applied the left ventriculography to demonstrate mitral regurgitation, the left atriography and the simple radiography of the heart in anterior-posterior position. Results indicated that ligature of inferior vena cava has the reducing effect of the size of atrial chamber and heart in general. However, this has no influence on the degree of mitral regurgitation. Thus, it has been very clear that the ligature of vena cava improves the cardiac function definitely.

7. In view of the fact that these improved patterns demonstrated in above items and since it is a clear-cut fact that the patients with advanced mitral insufficiency uniformly require the clinical improvement of their clinical signs preoperatively, it would therefore seem to be very necessary to restore the patients utilizing the ligature of inferior vena cava by which improvements in hemodynamical and cardiac functional patterns have been demonstrated clearly in experimental mitral insufficiency.
