

冠不全の外科的療法に関する実験的研究 —心筋の血行改善を企図する諸術式の効果の比較検討—

大阪医科大学外科学教室（指導：麻田栄教授）

鈴 木 昭 二

〔原稿受付 昭和35年 2月15日〕

AN EXPERIMENTAL STUDY OF SURGICAL TREATMENT OF CORONARY INSUFFICIENCY

by

SHOJI SUZUKI

From the Surgical Division, Osaka Medical College
(Director : Prof. Dr. SAKAE ASADA)

INTRODUCTION

In regard to the surgical treatment of coronary insufficiency, a number of authors have already reported variable operative methods and results.

ASADA, in 1956, published a new method termed modified cardiopneumonopexy utilizing the congestive lingula.

It is aimed in the present experiment to study and compare the result of ASADA's method with that of other representative operations, such as cardiopericardiopexy, Beck I operation, cardioomentopexy, BIMAL (bilateral internal mammary artery ligation), Vineberg's operation, Lezius's cardiopneumonopexy, Harken's cardiopneumonopexy, and Carter's cardiopneumonopexy.

METHOD

Healthy adult dogs, totaling 115, were used in the present experiment. Each of the dogs underwent a preliminary operation of variable methods and, one month later, they were again thoracotomized, the anterior descending branch of the left coronary artery being ligated and the changes in electrocardiogram recorded with photography.

The dogs succumbed to that ligation were grouped as "A", and those which withstood the ligation and killed several days after as "B". In the group "C" were included those dogs which were killed still 30 days after when infarction of the heart muscle had enough time to be organized to become scar tissue.

In all the dogs sacrificed of different groups were injected Indian ink through the sources of the blood supply, i. e. the internal mammary, pulmonary and coeliac arteries.

Having grossly observed whether the ink did actually reach the heart muscle or not, new formation of collateral vessels in and around the adhesion and changes of the myocardium, the blood supply of which is derived from the vessel ligated, were microscopically studied. In the group C, in particular, the degrees of the infarction were evaluated in three dimensions and compared with each other on the base of the Goldman's infarct ratio as well as the extension of the infarct in the 3rd dimension (author's classification) (Figs. 1, 2).

RESULTS

1. Unprotected Operation: In all the dogs, remarkable changes of myocardial infarction were evidenced electrocardiographically and histologically (Figs. 3-5; Table 1).

2. Simple Pericardiotomy (Sham Operation): Pronounced infarction was noticed as in the former case (Table 2).

3. Cardiopericardiopexy: In the part of adhesion between the pericardium and the heart were seen innumerable vessels newly formed, 10-150 microns in diameter, and myocardial infarction occurred in a few cases, showing a good result (Figs. 6 and 7; Table 3).

4. Beck I Operation: There were a few cases in which postoperative plasma stasis was uncovered in the vessels of the heart muscle (Fig. 27).

In the part of adhesion, de-epicardialization and new formation of abundant vessels were found, myocardial infarct rarely appeared, demonstrating a good result (Figs. 8-10; Table 4).

5. Cardioomentopexy: Postoperative prolapsus in the thoracic cavity of the digestive tract and separation of the major omentum from the surface of the heart were occasionally observed.

Only few vessels were seen to have been formed in the part of adhesion. Anterior wall infarction of the myocardium was present in all cases (Fig. 11; Table 5).

6. BIMAL: Anterior wall infarction was evidenced without exception (Fig. 12; Table 6), although this method has an advantage in that the operative attack is comparative small, since the operation can be performed without thoracotomy.

7. Vineberg's Operation: Rupture of the heart might occur postoperatively as result of major operative attack which in fact is a great drawback.

The intima of the implanted internal mammary artery was obviously thickened, narrowing its lumen, in some cases, even to 35 microns in diameter. In the myocardium, furthermore, extensive anterior wall infarction was discovered (Figs. 13-15; Table 7).

8. Lezius's Cardiopneumonopexy: Anterior wall infarction was seen in all the cases and so pronounced as was disclosed in the control group (Fig. 16; Table 8).

9. Harken's Cardiopneumonopexy: Pyothorax due to stimulation of phenol was not infrequently observed. Contrary to the expectation, de-epicardialization was not apparent (Fig. 28).

In the E. C. G., however, ST was found to be elevated (Fig. 17). There were

some cases which revealed, in the part of adhesion, granuloma formation, which compressed the myocardium, resulting in its degeneration (Fig. 18).

Anterior wall infarction was evidenced in all the cases (Fig. 19; Table 9).

10. Carter's Cardiopneumonopexy: No noteworthy complication followed the operation. Anterior wall infarction was found in all the cases, although new formed vessels were visible in the part of adhesion (Figs. 20 and 21; Table 10).

11. Modified Cardiopneumonopexy utilizing the Congestive Lingula (Asada): In some cases transient coughing was noted, which, however, disappeared in a course of two weeks.

At the time of the ligation, electrocardiographic abnormality was not recorded in any of the cases. The Indian ink introduced into the pulmonary artery was found to have largely passed into the heart muscle.

In the remarkable adhesion between the heart and lung were abundantly found new formed vessels of 10-150 microns thick (Figs. 22 and 23), but infarction never occurred in the myocardium (Figs. 24 and 25) in which dilatation presumably of intercoronary collaterals was seen (Fig. 26).

SUMMARY AND CONCLUSIONS

On the base of GOLDMAN's infarct ratio and the extension of infarct in the 3rd dimension, the degrees of the anterior wall infarction ensued from variable methods of operation may be summarized in the Tables 13 and 14. It seems quite apparent that modified Cardiopneumonopexy utilizing the Congestive Lingula may be the operative method of choice, and Beck I Operation and Cardiopericardiopexy are next superior as compared with other methods, so far as the capacity of preventing myocardial infarction resulting from ligation of the anterior descending branch of the left coronary artery is concerned (Tables 13 and 14).

The percentage of appearance of electrocardiographic abnormality at the time of the ligation was 0% in the group received ASADA's operation; the fact which indicates the superiority of the method. Beck I operation and Cardiopericardiopexy showed the next superior percentage (Table 15). In other words, the percentage was in direct proportion with that of occurrence of the infarction.

So far as the study of injection of Indian ink is concerned, extracoronary collaterals were found to have most effectively developed in the case of ASADA's operation and more so in that of Beck I operation and Cardiopericardiopexy, in the order given. That is to say, the more the development of the extracoronary collateral vessels, the more the capacity of preventing the changes ensuing from ligation of the anterior descending coronary artery.

In Tables 17 and 18 are listed the differences in operative attack and difficulties in various kinds of operative method. They may be of value and should sufficiently be taken into consideration at the time of clinical avail.

目

次

緒 言

実験方法

実験成績

〔Ⅰ〕 対照群

(a) 予め手術を行わず、左冠動脈前下行枝結紮を施行した群 Unprotected Operation.

(b) 心膜単切開群 Simple Pericardiotomy.

〔Ⅱ〕 心・心膜癒着術群 Cardiopericardiopexy.

〔Ⅲ〕 Beck I手術群

〔Ⅳ〕 心・大網癒着術群 Cardioomentopexy.

〔Ⅴ〕 両側内胸動脈結紮術群 BIMAL

〔Ⅵ〕 内胸動脈心筋内移植術群 (Vineberg)

〔Ⅶ〕 心・肺癒着術群 (Lezius)

〔Ⅷ〕 心・肺癒着術群 (Harken)

〔Ⅸ〕 心・肺癒着術群 (Carter)

〔Ⅹ〕 心・鬱血肺癒着術群 (麻田)

総括並びに考按

結 論

文 献

緒 言

冠不全に対する外科的療方は既に20世紀の初め頃から試みられ、現在までに凡そ次の如き多数の術式が発表された。

即ち、(A)開胸の上、心臓に直接操作を加える術式として、(1)種々の臓器や組織、例えば心膜^{(1)~(3)}、大網⁽⁴⁾⁽⁵⁾、肺葉^{(6)~(13)}、皮膚⁽¹⁴⁾、胃⁽¹⁵⁾、空腸⁽¹⁶⁾、縦隔⁽¹⁷⁾、大胸筋⁽¹⁸⁾、遊離内胸動脈⁽¹⁹⁾等を心表面に癒着させる方法、(2)冠静脈洞乃至大心静脈を結紮する方法^{(20)~(22)}、(3)心・心膜癒着術に冠静脈洞の狭窄作成を組合わせる方法(Beck I手術)⁽²³⁾、(4)冠静脈洞の動脈化手術(Beck II手術)⁽²⁴⁾、(5)内胸動脈、鎖骨下動脈又は橈骨動脈を心筋内に移植する方法^{(25)~(28)}、(6)体循環系を冠動脈に直接吻合する方法⁽²⁹⁾、(7)心室内血液を心筋内に導入する方法⁽³⁰⁾、(8)冠動脈内膜搔爬乃至内膜切除術⁽³¹⁾、(9)心筋梗塞部の切除等があり⁽³²⁾、

(B)心臓には直接操作を加えない術式として、(1)交感神経切除術⁽³³⁾、(2)甲状腺切除術⁽³³⁾、(3)両側内胸動脈結紮術(BIMAL)等が発表された⁽³⁵⁾⁽³⁶⁾。

かくの如く非常に多数の術式が見られるが、その効果に関しては報告者により必ずしも成績が一定していないのであつて、そこでOkubo⁽¹⁷⁾、Duchasne⁽³⁷⁾、Nakano⁽³⁸⁾、西村⁽²⁸⁾等の比較実験が試みられたが、なお明瞭な結論は得られていないのである。

かかる情勢に於いて、麻田は肺から心筋へ血液を積極的に導入しようとの意図の下に、左肺舌状部区域静脈を結紮して鬱血を生ぜしめた肺区域を、Asbestos Poudrageにより心臓に癒着せしめる心・鬱血肺癒着術を創案し⁽³⁹⁾⁽⁴⁰⁾、引きつづいて武内は本術式が優秀な成績を示すことを明らかにした⁽⁴¹⁾。

ここに於いて著者は、本術式が他の諸術式に比し果

してどの程度の優秀性を示すかを検討する目的を以つて、本研究を行なつたのである。即ち、現今一般に認められている次の諸術式一心・心膜癒着術、Beck I手術、心・大網癒着術、両側内胸動脈結紮術(BIMAL)、内胸動脈心筋内移植術(Vineberg)、心・肺癒着術(Lezius, Harken, Carter)等と、本術式の効果との比較検討を試みた次第である。

実 験 方 法

実験には8~15kgの健康な成犬115頭を使用した。

麻酔には Thiopental Sodium の静脈内注射を用い、気管内挿管を行なつて、手術中は室内空気による加圧呼吸を実施した。

犬に対して、上述の各種術式を実施し、術後、手術の侵襲による影響、合併症等を観察しつつ飼育した。

約1ヵ月後に開胸、左冠動脈前下行枝をその起始部より0.5cm末梢部位に於いて結紮した。この結紮は前回の手術時前下行枝の下をまわして通しておいた糸を縛るか、かかる前処置を行わなかつた犬では前下行枝を心筋壁より遊離して二重に結紮するか、又は前下行枝が心筋内深く埋没してその剝離が困難な犬では糸針を用いる集束結紮を実施し、果してこの結紮が確実に行われたか否かは剖検時に再検し、もし誤つて結紮が実施されていなかったり、中隔枝が共に結紮されていた犬はすべて実験例から除くこととした。

この前下行枝結紮の直前、結紮時及び結紮の30分後に夫々心電図撮影(I, II, III, aVR, aVL, aVF)を行ない、予め実施された各種手術の効果の有無を調べた。

次に結紮後12時間以内に、他に認むべき原因なく死亡した犬は、直接結紮に基因した死亡と見做し、これをA群として各種術式毎の死亡率を求めた。

次にこの結紮に耐えて生存した犬の中、結紮数日後

に屠殺した例をB群とし、病理組織学的検索を行なった。しかし、このB群は前下行枝結紮によつてその配下の心筋に生じ得る癒痕組織が未だ完成されない時期に属しているため、その所見から各種術式の効果を比較することはやや困難であつた。

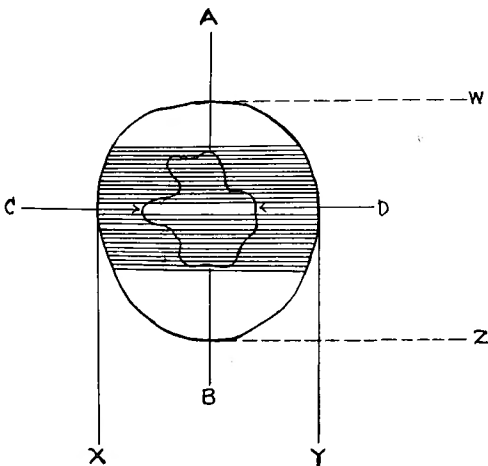
依つて、結紮によつて生じる癒痕組織が完成するのを待つため、結紮後30日以上生存せしめた後に、犬を屠殺してこれをC群とし、このC群に重点をおいて、前下行枝結紮によつて生じる癒痕組織の程度を各種術式毎に比較検討したのである。

A, B, C群とも屠殺後、心臓への副血行路の源泉と考えられる内胸動脈、肺動脈或いは腹腔動脈等から墨汁を100mmHgの圧で100~200cc注入し、墨汁が外部臓器から果して心筋内へ移行するかどうかを観察した。

次いで心臓を胸腔より取り出して10% Formalin 液で固定後、Paraffin 切片を作成、Hematoxylin-eosin, Heidenhain, Weigert 等の染色を実施して、外部臓器との癒着の状態、殊に新生副血行路の有無、及び結紮配下の心筋に於ける変化等を病理組織学的に検索した。

特にC群に対しては、前下行枝結紮によつて発生した心筋梗塞（癒痕組織）の程度を立体的に且つ簡明に

Fig. 1 Goldman's infarct ratio.



A-B=Longitudinal extent of infarct
C-D=Transverse extent of infarct
W-Z=Longitudinal dimension of heart
X-Y=Transverse dimension of heart
Heart is cut in serial sections of 2-3mm thickness.

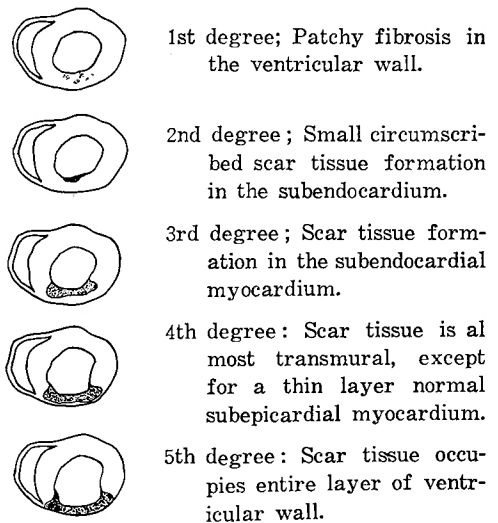
$$I.R. = \frac{(A-B) \times (C-D)}{(W-Z) \times (X-Y)} \times 100$$

比較せんがため、次の方法に拠つた。

即ち、(1) Goldman に従つて (Fig. 1), 左心室壁を前下行枝に垂直の平面で2~3mmの厚さに連続的に多数の切片に切ることにより、梗塞（癒痕組織）の最大縦横径を測定し、両者の相乗積の心臓の縦横径の相乗積に対する比率、即ち Goldman の所謂 Infarct Ratio (以下 I. R. と省略す) を算出することにより、第1, 第2 Dimension に於ける梗塞の拡がりを判定した。

(2) 一方、著者は心臓の縦軸に直角な割面、即ち、第3 Dimension に於ける梗塞癒痕組織の拡がりを肉眼的並びに Heidenhain 染色を施した組織標本の観察から次の如くに分類した (Fig. 2)。

Fig. 2 Author's classification of the degree of myocardial infarction of the transverse cut surface of the anterior ventricular wall.



即ち、肉眼的に癒痕組織は認められないが、組織学的に斑紋状の線維化 Patchy Fibrosis が認められるものを第1度、心内膜下に限局性癒痕組織が認められるものを第2度、心内膜下の心筋及び一部中層の心筋にまで癒痕組織が認められるものを第3度、癒痕組織は殆んど全層に及んでいるが、組織学的になお一部正常の心筋線維が心外膜下に残存しているものを第4度、肉眼的にも組織学的にも癒痕組織が心室壁全層に亘つて認められるものを第5度として分類した。

以上の2つの判定方法を併用することによつて、各種術式毎に発生した梗塞（癒痕組織）の程度を評価し

たのである。

実験成績

〔I〕 対照群

(a) 予め手術を行わず、左冠動脈前下行枝結紮を施行した群 Unprotected Operation 24例(No. 1～No. 24) (Table 1)。

第4肋間で開胸、心臓を横隔膜神経の前方で約3cm切開し、前下行枝を型の如く結紮した。

24例中8例(No. 1～No. 8)が死亡(A群)、即ち死亡率は33%であつた。

結紮時の心電図は撮影を実施した犬18例(No. 1～No. 18)の全例が陽性の所見を現わし、即ちST_Tの上昇或いは低下、T_Tの増高及び上室性或いは心室性の期外収縮が認められた(Fig. 3)。

結紮後2～5日に屠殺した3例(No. 9～No. 11)(B群)では組織学的に全例に梗塞(癒痕組織)の早期像即ち、間質細胞の増殖及び線維化が証明され、これは著者の分類の第1度に属した(Fig. 4)。

次に結紮に耐えて生存し、30～90日後に屠殺した13例(No. 12～No. 24)(C群)では、全例に肉眼的に広汎な梗塞(癒痕組織)が認められた。

以下組織学的検索を実施した7例(No. 12～No. 18)中、代表的な3例につき詳述する。

No. 12 (12kg, 公)

前下行枝結紮直後に一過性の房室細動を惹起したが生存し、90日後に屠殺した。

肉眼的には、左心室前壁の割面に広汎な梗塞(癒痕組織)が認められ、その部は淡褐色を呈し、粗糙で、弾性硬であつた。前壁中央の厚さは2mmを示し、この梗塞の最大縦横径は40×38mm, Goldman's I. R. は63であつた。

組織学的には、この梗塞は心室全層に亘る癒痕組織から成り、著者の分類の第5度に属した。

No. 13 (11kg, 公)

前下行枝結紮、90日後に屠殺した。

肉眼的には、左心室前壁の割面に広汎な梗塞が認められ、これは健康部心筋から明瞭に境されており、前壁中央の厚さは3mmを示し、この梗塞の最大縦横径は42×25mm, I. R. は42であつた(Fig. 5)。

組織学的には、この梗塞は心室壁全層に亘る癒痕組織から成り、著者の分類の第5度に属した。

No. 14 (10kg, 早)

前下行枝結紮、30日後に屠殺した。

肉眼的には左心室前壁の割面に広汎な梗塞が認められ、これは健康部心筋とは明瞭に境され、前壁中央の厚さは3mmを示し、この梗塞の最大縦横径は50×30mm, I. R. は58であつた。

組織学的には、この梗塞は心室壁全層に亘る癒痕組織から成り、著者の分類の第5度に属した。

他の4例(No. 15～No. 18)も上述の3例と全く相似た所見を呈していたので記載を省略する。

以上、無処置対照犬の成績を小括すると Table 1 の如くである。

(b) 心膜単切開群 Simple Pericardiotomy, Sham Operation——5例(No. 25～No. 29) (Table 2)。

心臓を約3cm切開し、心臓には何ら処置を加えず、そのまま再び心臓を結節縫合によつて閉鎖し、閉胸、更に30日経過後に再び開胸し、型の如く前下行枝を結紮した。この結紮により2例(No. 25, 26)が死亡(A群)、即ち、死亡率は40%であつた。

この結紮に耐えて生存した3例(No. 27, 28, 29)は、更に30日後に屠殺したが(C群)、この3例につき詳述する。

No. 27 (12kg, 早)

心膜単切開、30日後に再び開胸、型の如く前下行枝を結紮、更に30日経過後に屠殺し、内胸動脈より墨汁注入を行なつた。

肉眼的には、左心室前壁の割面に広汎な梗塞が認められ、前壁中央の厚さは3mmを示し、墨汁は心室壁内には全く認められなかつた。

この梗塞の最大縦横径は38×32mm, I. R. は44であつた。

組織学的には、この梗塞は心室壁全層に亘る癒痕組織から成り、心室壁内に墨汁の証明は不能であり、著者の分類の第5度に属した。

No. 28 (10kg, 公)

心膜単切開、30日後に再び開胸、型の如く前下行枝を結紮、更に30日経過後に屠殺した。

肉眼的には、左心室前壁の割面に広汎な梗塞が認められ、前壁中央の厚さは2mmを示し、最大縦横径は40×20mm, I. R. は36であつた。

組織学的には、心室壁全層に亘る癒痕組織から成り、著者の分類の第5度に属した。

No. 29 (13kg, 早)

心膜単切開、30日後に再び開胸、型の如く前下行枝を結紮、更に30日経過後に屠殺した。

肉眼的には、左心室前壁の割面に広汎な梗塞が認め

Table 1. Results of Unprotected Operation.

Electrocardiographic Findings.								Pathological Findings			
Group & Number of Dogs		ST		T		Extrasystole					
		Elevated	Depressed	Taller	Flat-tened	Supra-ventricular	Ventricular				
A	1	—	—	+	—	—	+	Myocardical Infarction Proliferation of Interstitial Cells and Fibrosis Author's Classification			
	2	—	—	+	—	—	—				
	3	—	—	+	—	—	—				
	4	—	—	—	—	—	+				
	5	+	—	+	—	—	—				
	6	+	—	+	—	+	—				
	7	+	—	—	—	—	—				
	8	+	—	+	—	—	—				
B	9	+	—	+	—	—	—	+	1st Degree		
	10	—	—	+	—	—	—	+	1st Degree		
	11	—	—	—	—	—	+	+	1st Degree		
C								Gross Scar Tissue			
								Pre- sence	Thick- ness	I. R.	
	12	+	—	—	—	—	—	+	2 mm	63	
	13	+	—	+	—	—	+	+	3 mm	42	
	14	+	—	+	—	—	+	+	3 mm	58	
	15	+	—	+	—	—	+	+	3 mm	48	
	16	—	—	—	—	—	+	+	2 mm	54	
	17	—	+	+	—	—	+	+	2 mm	57	
18	—	++	+	—	—	—	+	3 mm	57		

られ、前壁中央の厚さは3mmを示し、最大縦横径は41×22mm、I. R. は46であつた。

組織学的には、心室壁全層に亘る瘢痕組織から成り、著者の分類の第5度に属した。

以上、心膜単切開対照犬(C群)の成績を小括するとTable 2の如くである。

〔II〕心・心膜癒着術群 Cardiopericardiopexy (Thompson, Beck) — 9例 (No. 30~No. 38) (Table 3)。

第4肋間で開胸、心膜を約3cm切開し、左心室前壁上に広汎且つ瀰漫性にAsbestos Poudrage (0.1g)を行なつた後、心膜を結節縫合により粗に閉ぢ、閉胸した。30日後に再び開胸、型の如く前下行枝を結紮した。

結紮直後から12時間以内に死亡したのは2例 (No. 30, 31) (A群)で、即ち、前下行枝結紮による死亡率は22%であつた。

この結紮時の心電図は6例中4例 (No. 30, 31, 32, 35) (57%)が変化を示し、即ち、ST_{II}の上昇及び低下、T_{II}の増高及び平低化等が見られた。

この結紮に耐えた7例中4例 (No. 32~No. 35)を4日~5日後に屠殺し(B)群、左内胸動脈より墨汁を注入して検索した。

肉眼的には、墨汁が心筋へ移行するのが全例に於いて軽度認められた。

組織学的には心・心膜癒着部には直径10~150μの新血管が多数認められ、これらの新血管の壁は一層の内皮細胞から成り、弾性線維は断裂していた (Fig. 6)。ところが、Asbestosが塊を形成した部位では大きいGranulomaが形成され、その中心部は壊死に陥り、かかる場所では上述の新血管の発育が極めて不良であつた。一方、心外膜下には蠟様変性が又、心筋には半数 (No. 32, 35)に於いて間質細胞の増殖及び線維化が認められ、これは著者の分類の第1度に属し

Table 2. Results of Simple Pericardiotomy (Sham Operation).

Group & Number of Dogs		Indian Ink in Heart Muscle	Myocardial Infarction			
			Gross Scar Tissue	Thickness	I. R.	Author's Classification
C	27	—	+	3 mm	44	5th Degree
	28	—	+	2 mm	36	5th Degree
	29	—	+	3 mm	46	5th Degree

た。

次に前下行枝結紮，30～50日後に屠殺した3例 No. 36, 37, 38) (C群) につき詳述する。

No. 36 (10kg, 早)

本術式を行い，28日後に型の如く前下行枝を結紮，更に45日後に屠殺し，左内胸動脈より墨汁を注入した。

肉眼的には，墨汁は心筋の中層にまで移行しており，心室壁は16mmの厚さを示し，色調も全く正常であつた。

組織学的には，心・心膜癒着部には墨汁を容れた直径10～30μの新生血管が見られ，その壁は一層の内皮細胞から成り，心外膜は軽度荒廃し (De-Epicardialization)，心筋には癒痕組織は全く認められなかつた。心筋内の毛細血管内には墨汁が認められ，即ち，冠動脈系と内胸動脈との間の吻合成立が証明された。

No. 37 (18kg, 合)

本術式を行ない，30日後に再び開胸，型の如く前下行枝を結紮，30日後に屠殺し，左内胸動脈より墨汁を注入した。

肉眼的には，墨汁は心筋の中層にまで移行しており，心室壁は18mmの正常の厚さを示し，色調も全く正常であつた。

組織学的には，心・心膜癒着部には墨汁を容れた直径20～30μの新生血管が見られ，その壁は一層の内皮細胞から成り，心外膜は軽度荒廃し，心外膜下層に軽度の蠟様変性が認められ，心筋の外層から中層にかけて60～70μにも拡張した毛細血管が認められた。心内膜下には限局性の小さな癒痕組織が認められ，これは著者の分類の第2度に属した (Fig. 7)。

No. 38 (12kg, 合)

本術式を行ない，28日後に再び開胸，型の如く前下行枝を結紮，45日後に屠殺し，左内胸動脈から墨汁を注入した。

肉眼的には，この例では墨汁は心筋内へは移行せ

ず，左心室前壁の剖面には広汎な梗塞が認められ，前壁中央の厚さは5mmを示し，最大縦横径は33×22mm，I. R. は32であつた。

組織学的には，心・心膜癒着部には厚さ1mmにも達するAsbestos Granulomaが見られ，かかる部では新生血管は全く認められず，Granulomaを形成していない他の部で直径10～20μのものが僅かに認められる程度で，心外膜の荒廃は見られず，心室壁には全層に亘る癒痕組織が認められ，これは著者の分類の第5度に属し，中に直径20～30μの毛細血管が認められた。本例では心筋内には墨汁は組織学的にも認められなかつた。

以上，心・心膜癒着術群の成績を小括するとTable 3の如くである。

〔III〕 Beck I 手術群——11例 (No. 39～No. 49) (Table 4)。

第5肋間で開胸，心膜をT字型に切開し，冠静脈洞を心筋表面より剝離し，これに冠静脈洞の太さの1/3の消息子を添えて両者を共に結紮した後，これを抜くことにより冠静脈洞をその凡そ1/3にまで狭窄せしめた。次に左心室前壁上にAsbestos Poudrage (0.1g)を広汎に行なつた後，心膜を粗に閉ち，閉胸した。

術後，手術侵襲により3例 (No. 39, 40, 41) (27%) が，又腹水滯溜により2例 (No. 42, 43) がそれぞれ死亡した。他の6例の経過は良好で，30日後に再び開胸，型の如く前下行枝を結紮した。

結紮時の心電図所見は3例中2例 (No. 44, 45) (66%) が変化を現わし，即ち，ST_{II}の上昇T_{II}の平低下が認められた (Fig. 8)。

この結紮に耐えた5例中2例 (No. 45, 46) を3～4日後に屠殺し (B群)，左内胸動脈より墨汁を注入して検索した。

肉眼的には墨汁は瀰漫性に少量が心筋内に認められた。

組織学的には心・心膜癒着部には20～80μの新生血

Table 3. Results of Cardiopericardiopexy

Group & Number of Dogs		Electrocardiographic Findings				Pathological Findings						
		ST		T		Extrasystole	Indian Ink in Heart Muscle	Diameter of New Vessels at the Part of Adhesion	Proliferation of Interstitial Cells and Fibrosis			Author's Classification
		Elevated	Depressed	Taller	Flattened							
A	30	+	-	+	-	-						
	31	-	+	+	-	-						
B	32	++	-	-	##	-	+	80-100 μ	++			1st Degree
	33	-	-	-	-	-	+	50- 80 μ	not found			No Infarct
	34	-	-	-	-	-	++	100-150 μ	not found			No Infarct
	35	-	-	-	-	-	+	10- 70 μ	+			1st Degree
									Gross Scar Tissue			
									Presence	Thickness	I. R.	
C	36						+	10- 30 μ	-	16mm	No Infarct	No Infarct
	37						++	20- 30 μ	-	18mm	Not Measurable	2nd Degree
	38						-	20- 20 μ	+	5mm	32	5th Drgree

管が認められ、その壁は何れも一層の内皮細胞から成り、又 Asbestos Granuloma に接する部分では心外膜（結合線維及び弾性線維）の著明な荒廃が見られ（Fig. 9）、心筋には2例中1例（No. 45）に間質細胞の増殖及び線維化が認められ、これは著者の分類の第1度に属した。

次に前下行枝結紮、40～45日後に屠殺した3例（No. 47, 48, 49）（C群）につき詳述する。

No. 47 (15kg, 公)

本術式を行ない、47日後に再び開胸、型の如く前下行枝を結紮、42日後に屠殺し、左内胸動脈より墨汁を注入した。

肉眼的には、墨汁は瀰漫性に心内膜下に認められ、心室壁は18mmで正常の厚さを示し、色調も全く正常であつた。

組織学的には、心・心膜癒着部には墨汁を容れた直径30～100 μ の新生血管が見られ、心外膜も荒廃し、心外膜下層には軽度の蠟様変性が認められた。心室壁には乳頭筋の心内膜下に限局性の小さい癒痕組織が認められ、中に20～30 μ の毛細血管が多数認められ、これは著者の分類の第2度に属した（Fig. 10）。

No. 48 (10kg, 公)

本術式を行ない、40日後に再び開胸、型の如く前下行枝を結紮、45日後に屠殺し、内胸動脈より墨汁を注

入した。

肉眼的には、墨汁は中層にまで認められ、心室壁は15mmの正常の厚さを示し、色調も全く正常であつた。

組織学的には、心・心膜癒着部には墨汁を容れた直径70～100 μ の多数の新生血管が見られ、心外膜は荒廃して殆んど消失し、心室壁には心外膜下層に軽度の蠟様変性が認めたが、癒痕組織は全く認められなかつた。

No. 49 (15kg, 公)

本術式を行ない、33日後に再び開胸、型の如く前下行枝を結紮、40日後に屠殺し、内胸動脈より墨汁を注入した。

肉眼的には、墨汁は心外膜下に認められ、左心室前壁の割面に広汎な梗塞が認められ、前壁中央の厚さは6mmを示し、最大縦横径は30×23mm、I. R. は28であつた。

組織学的には、心・心膜癒着部は新生血管に乏しく、直径10～20 μ のものが僅かに見られる程度で、心外膜の荒廃は見られず、心室壁には心内膜下に癒痕組織が認められ、その一部は楔状に心筋内に侵入しており、これは著者の分類の第3度に属した。

以上、Beck I 群の成績を小括すると Table 4 の如くである。

〔IV〕 心・大網癒着術群 Gardioomentopexy-7 例

Table 4. Results of Beck I Operation

(a) Electrocardiographic Findings							(b) Pathological Findings						
Group & Number of Dogs		ST		T		Extr- asys- tole	Indian Ink in Heart Muscle	Diameter of New formed Vessels at the Part of Adhesion	De- Epic- ardia- lization	Myocardial Infarction			
		Elev- ated	Dep- ressed	Taller	Flat- tened						Author's Classifi- cation		
A	44	+	-	-	卅	-	+	20-30μ	+				
B	45	+	-	-	+	-	+	20-70μ	-	Proliferation of Interstitial Cells and Fibrosis	1st Degree No Infarct		
	46	-	-	-	-	-	+	30-80μ	卅	-			
C	47 48 49									Gross Scar Tissue		2nd Degree No Infarct 3rd Degree	
										Pres- ence	Thick- ness		I. R.
	+	30-100μ	+	+	18mm	Not Measur- able No Infarct 28							
	卅	70-100μ	卅	-	15mm								
	+	10- 20μ	-	+	6mm								

(No. 50~No. 56) (Table 5).

左第6肋間で開胸，心尖に最も近い部分で横隔膜を約6cm切開し，大網の最も長い部分をこの切開口を通じて胸腔内に吊り上げた後，横隔膜切開口を大網を絞扼しない程度に可及的小さく縫縮し，次いで心膜を切開し，左心室前壁に，Asbestos Poudrage (0.1g)を行い，その部に大網をあてがい，数個所で大網と心外膜とを縫着し，更に心膜切開縁をも大網茎部に縫着固定し，閉胸した。

術後1例 (No.50) が手術侵襲により，2例 (No.51, 52) が消化管の胸腔内脱出により死亡した。他の4例の経過は良好で，30日後に再び開胸，型の如く前下行枝を結紮したが，死亡例はなく，4例共30~38日後に屠殺した。この4例 (No.53~No.56) (C群)につき詳述する。

No. 53. (11kg, 早)

本術式を行い，30日後に再び開胸，型の如く前下行枝を結紮，30日後に屠殺し，腹腔動脈より墨汁を注入した。

肉眼的には，墨汁の大部分は胃，十二指腸等に停滞し，大網から心臓への移行は極めて少量であつた。大網は左心室前壁から後壁の方にずれて癒着しており，左心室前壁の割面には梗塞が認められ，前壁中央の厚さは5mm (心尖部は3mm) を示し，最大縦横径は42×20mm, I. R. は28であつた。

組織学的には心・大網癒着部には直径30~50μの新血管が見られ，心外膜は荒廃していたが，心内膜下には癒痕組織が認められ，これは著者の分類の第3度に属した。

No. 54 (11kg, 否)

本術式を行い，29日後に再び開胸，型の如く前下行枝を結紮，30日後に屠殺し，腹腔動脈より墨汁を注入した。

肉眼的には，墨汁は前例と同様心臓には極く少量しか移行しておらず，左心室前壁の割面に広汎な梗塞が認められ，前壁中央の厚さは4mmを示し，最大縦横径は25×22mm, I. R. は33であつた。

組織学的には，心・大網癒着部には極めて少量の墨汁を容れた直径20~30μの新生血管が見られ，心外膜は肥厚し，部分的にはその結合繊維及び弾性線維が荒廃していた。心室壁には全層に互る癒痕組織が認められ，中には40~60μの拡張した毛細血管が見られ，この梗塞は著者の分類の第4度に属した。

No. 55 (10kg, 否)

本術式を行い，30日後に再び開胸，型の如く前下行枝を結紮，36日後に屠殺した。本例では墨汁の注入を行わなかつた。

肉眼的には，左心室の割面に広汎な梗塞が認めら

れ、前壁中央の厚さは4mm(心尖部は2mm)を示し、最縦横径は40×20mm, I. R. は35であつた。

組織学的には、心・大網癒着部に直径20~30μの新生血管が認められたが、心外膜の荒廃は見られず、心室壁には殆んど全層に互る癒痕組織が認められ、これは著者の分類の第4度に属した。

No. 56 (10kg, 早)

本術式を行い、28日後に再び開胸、型の如く前下行枝を結紮、38日後に屠殺し、腹腔動脈より墨汁を注入した。

肉眼的には、墨汁は心筋内に全く認められなかつた。左心室壁の断面に広汎な梗塞が認められ、前壁中央の厚さは3mmの厚さを示し、最大縦横径は30×30mm, I. R. は66であつた。

組織学的には、心・大網癒着部には直径10~20μの新生血管が見られ、心外膜は荒廃していたが、心室壁には全層に互る癒痕組織が認められ、これは著者の分類の第5度に属した(Fig. 11)。

以上、心・大網癒着術(C群)の成績を小括するとTable 5の如くである。

〔V〕 両側内胸動脈結紮術群 BIMAL—3例(No. 57, 58, 59)(Table 6)。

前胸壁で第2又は第3肋間に約7cmの横切開を加え、胸筋、肋間筋群を切離して、肋膜外に於いて両側の内胸動脈を二重に結紮した。

術後、夫々10, 15, 27日目に開胸、型の如く前下行枝を結紮したが、死亡例はなく、3例(No. 57, 58, 59)共30日後に屠殺した(C群)。

この3例につき詳述する

No. 57 (18kg, 否)

本術式を行い、10日後に開胸、型の如く前下行枝を結紮、30日後に屠殺し、両側の内胸動脈より墨汁を注入した。

肉眼的には、冠動脈系と心膜横隔動脈との吻合が存在すると一般にいわれている心底部に於いても、墨汁の心臓への移行は認められず、左心室前壁の断面に広汎な梗塞が認められ、前壁中央の厚さは3mmを示し、最大縦横径は22×20mm, I. R. は32であつた。

組織学的には、心室壁には全層に互る癒痕組織が認められ、中には20~30μの拡張した多数の毛細血管が認められ、著者の分類の第5度に属した(Fig. 12)。

No. 53 (10kg, 否)

本術式を行い、27日後に開胸、型の如く前下行枝を結紮、30日後屠殺し、両側の内胸動脈より墨汁を注入した。

肉眼的には、心底部に於いても墨汁の心臓への移行は認められず、左心室前壁の断面に広汎な梗塞が認められ、前壁中央の厚さは5mmを示し、最大縦横径は20×20mm, I. R. は32であつた。

組織学的には、心室壁には全層に互る癒痕組織が認められ、これは著者の分類の第5度に属した。

No. 59 (8kg, 早)

本術式を行い、15日後に開胸、型の如く前下行枝を結紮、32日後に屠殺し、両側の内胸動脈より墨汁を注入した。

肉眼的には、墨汁は特に心底部に極めて少量認められたが、左心室前壁の断面に梗塞が認められ、前壁中央の厚さは4mmを示し、最大縦横径は20×20mm, I. R. は20であつた。

組織学的には、心内膜下に癒痕組織が認められ、これは著者の分類の第4度に属した。

以上、BIMAL(C群)の成績を小括するとTable 6の如くである。

〔VI〕 内胸動脈心筋内移植術群(Vineberg)—12例(No. 60~No. 71)(Table 7)。

胸骨左縁で第2肋間から第7肋間に及ぶ約15cmの皮

Table 5. Results of Cardioomentopexy

Pathological Findings.								
Group & Number of Dogs		Indian Ink in Heart Muscle	Diameter of New formed vessels at the Part of Adhesion	De-Epica- rdializati- on	Myocardial Infarction			
					Gross Scar Tissue	Thickness	I. R.	Author's Classification
C	53	+	30-50 μ	+	+	5 mm	28	3rd Degree
	54	+	20-30 μ	+	+	4 mm	33	4th Degree
	55	Not in- jected	20-30 μ	—	+	4 mm	35	4th Degree
	56	—	10-20 μ	+	+	3 mm	66	5th Degree

Table 6. Results of BIMAL.

Pathological Findings						
Group & Number of Dogs		Indian Ink in Heart Muscle	Myocardial Infarction			
			Gross Scar Tissue	Thickness	I. R.	Author's Classification
C	57	—	+	3 mm	32	5th Degree
	58	—	+	5 mm	32	5th Degree
	59	+	+	4 mm	20	4th Degree

切を加え、胸筋を切離して肋軟骨を露出し、第3～第6肋軟骨を各々約1cm切除して左内胸動脈に達し、これを周囲の組織から遊離し、第6肋骨の高さで二重結紮を行い切離した。一方第5肋間で開胸、心膜を切開し、左手で心臓を軽く持ち上げつゝ、左心室前壁内に心尖部より Mosquito 鉗子を鈍的に挿入して、深さ約0.7cm、長さ約2cmに互つて心筋内をくゞらしめ、その先端を心室壁外に突き抜いて露出し、この鉗子の先端にて上述の遊離内胸動脈の末端を挟み、同時に内胸動脈の末端から1.0cm 中枢側に側孔をあけてこゝから出血せしめつゝ Mosquito 鉗子を抜去することにより、内胸動脈を心筋内に移植し、その末端を心外膜に縫合固定した。

術後、手術侵襲のため4例 (No. 60～No. 63) (3%) が、又心臓破裂により1例 (No. 64) が死亡したが、このNo. 64の剖検では内胸動脈移植部に心筋欠損が見られ、即ち、鉗子の挿入が、何らかの役割を演じて破裂を来したものと推定された。

他の7例の経過は良好で、21～33日後に再び開胸、型の如く前下行枝を結紮した。

結紮時の心電図所見は撮影を行つた4例 (No. 65～No. 68) の全例に変化を現わし、即ち、ST_Tの上昇及び低下、T_Tの増高等が認められた。

結紮後12時間以内に死亡した例が2例 (No. 65, 66) (A群) あり、即ち、前下行枝結紮による死亡率は28%であつた。

この結紮に耐えた5例中2例 (No. 67, 68) を4日～6日後に屠殺し (B群)、移植内胸動脈から墨汁を注入した。

肉眼的には、このB群の2例では墨汁は左心室前壁内に僅かに認められたのみであつた。

組織学的には、A・B両群の全例に於いて、移植内胸動脈壁の筋線維は全く消失し、全層が結合組織から成り、著明に肥厚して170～300 μ に達し、そのため内径

は最小35 μ (No. 67)、最大250 μ (No. 68) となつて著明に狭小化しており、1例 (No. 67) には血栓が認められた。

一方移植動脈周囲の心筋内には墨汁を容れた5～10 μ の新生血管が認められたが、なおB群では間質細胞の増殖及び線維化がみられ、これは著者の分類の第1度に属した。

次に前下行枝結紮、30日後に屠殺した3例 (No. 69, 70, 71) (C群) につき詳述する。

No. 69 (11kg, 公)

本術式を行い、28日後に再び開胸、型の如く前下行枝を結紮、30日後に屠殺し、移植内胸動脈より墨汁を注入した。

肉眼的には、墨汁は前壁に、一部は後壁にまで移行しており、左心室前壁の断面には広汎な梗塞が認められ、前壁中央の厚さは5mmを示し、最大縦横径は30×19mm、I. R. は23であつた。

組織学的には、移植内胸動脈壁は筋層を全く欠如し、全層が結合組織から成り、内膜は著しく肥厚して内腔は狭小化して直径100 μ となり (Fig. 13)、心室壁には全層に亘る癒痕組織が認められ、これは著者の分類の第5度に属した。

No. 70 (15kg, 公)

本術式を行い、33日後に再び開胸、型の如く前下行枝を結紮、30日後に屠殺し、移植内胸動脈より墨汁を注入した。

肉眼的には、墨汁は前壁に、一部は後壁にも移行していたが、左心室前壁の断面には広汎な梗塞が認められ、前壁中央の厚さは7mm (心尖部は3mm) を示し、最大縦横径は40×24mm、I. R. は32であつた。

組織学的には、移植内胸動脈は僅かに正常な滑平筋線維を有していたが、大部分は結合組織から成り、内膜は著明に肥厚し、内腔は長楕円形に狭小化して70×350 μ となつていた。移植動脈周囲の心筋内には不規則な

Table 8. Results of Lezius's operation

Group & Number of Dogs		Electrocardiographic Findings					Pathological Findings						
		ST		T		Extrasystole							
		Elevated	Depressed	Taller	Flattened		Indian Ink in Heart Muscle	New formed Vessels at the Part of Adhesion	De-Epicardialization	Myocardial Infarction			Author's Classification
A	72	—	+	—	+	+	Gross Presence	Scar Tissue	I. R.				
		—	+	—	+	+		Thick-ness					
C	73						—	—	—	+	5 mm	30	5th Degree
	74						—	10-20μ	—	+	5 mm	57	5th Degree
	83						+	20-30μ	—	+	3 mm	42	4th Degree

結紮時の心電図所見は撮影を行つた1例 (No. 72) では、ST_{II}の低下、T_{II}の平低化及び心室性期外収縮が認められた。

このNo. 72は結紮後5時間で死亡、即ち、前下行枝結紮による死亡率は25%であつた。

次に前下行枝結紮、30~45日後に屠殺した3例 (No. 73, 74, 83) (C群) につき詳述する。

No. 73 (15kg, 早)

左心室前壁を軽く摩擦して本術式を行い、38日後に再び開胸するに、心肺間の癒着は極めて軽度に認められたにすぎなかつた。型の如く前下行枝を結紮、45日後に屠殺し、左肺動脈より墨汁を注入した。

肉眼的には、心筋内に墨汁は全く認められず、又心肺間の癒着も予想に反して極めて貧弱で、左心室前壁の割面には広汎な梗塞が認められ、前壁中央の厚さは5mmを示し、最大縦横径は34×20mm、I. R. は30であつた。

組織学的には、心外膜が軽度に肥厚し、その荒廃は見られず、心室壁には全層に亘る癒痕組織が認められ、これは著者の分類の第5度に属した (Fig. 16)。

No. 74 (13kg, 合)

左心室前壁を軽く摩擦して、本術式を行い、27日後に再び開胸、型の如く前下行枝を結紮、40日後に屠殺し、左肺動脈より墨汁を注入した。

肉眼的には、心筋に墨汁は全く認められず、心肺間には極く軽度の癒着が認められたのみで、左心室前壁の割面には広汎な梗塞が認められ、前壁中央の厚さは5mmを示し、最大縦横径は50×35mm、I. R. は57であつた。

組織学的には、心肺間の癒着は極めて軽度であつて、直径10~20 μ の新生血管が若干認められたのみで

あつた。心室壁には全層に亘る癒痕組織が認められ、これは著者の分類の第5度に属した。

No. 83 (14kg, 合)

Trypaflavineを用いて本術式を行い、30日後に再び開胸、型の如く前下行枝を結紮、30日後に屠殺し、左肺動脈から墨汁を注入した。

肉眼的には、心筋には墨汁は極く少量しか認められず、心肺間には軽度の癒着が見られるのみで、これは指先で容易に剝がすことが可能であつた。左心室前壁の割面には広汎な梗塞が認められ、前壁中央の厚さは3mmを示し、最大縦横径は43×24mm、I. R. は42であつた。

組織学的には、心肺間の癒着は線維素性で極めて軽度であつたが、直径20~30 μ の新生血管が認められ、中には極く少量の墨汁が認められた。心室壁には殆んど全層に亘る癒痕組織が認められ、これは著者の分類の第4度に属した。

以上、Lezius氏心肺癒着術群の成績を小括するとTable 8の如くである。

(b) Harken氏心肺癒着術群—11例 (No.84~No. 94) (Table 9)。

第5肋間で開胸、心膜を切開し、95% Phenolを泌みこませた小綿球を用いて、左心室前壁にPhenolを薄く塗布した (Phenol-De-Epicardialization)。この塗布と同時に心筋表面は白色となり浮腫状を示し、心電図では一般にST_{II}の上昇が認められた (Fig. 17)。次いで左肺舌状部を心膜腔内に挿入してその先端を心尖部の心外膜に縫着して両者が移動するのを防いだ。

術後Phenolの刺激に基づく合併症として、11例中4例が数日後に膿胸を併発、死亡を見たので、残りの

7例に対し25～30日後に型の如く前下行枝結紮を実施した。

結紮時の心電図は4例中3例(No.88, 89, 91)が変化を示し、即ち、ST_{II}の低下、T_{II}の増高及び平低化等が見られた。

結紮直後から12時間以内に死亡したのは2例(No. 88, 89)(A群)で、即ち、前下行枝結紮による死亡率は28.6%であった。

この結紮に耐えた5例中2例(No.90, 91)を4～7日後に屠殺し(B群)、左肺動脈より墨汁を注入した。

肉眼的には、1例(No. 90)は心肺間の癒着が良好で墨汁は中層にまで移行していたが、他の1例(No. 91)では癒着は全く認められず、心筋内に墨汁は認められなかった。

組織学的には、前者(No. 90)では心・肺癒着部に20～40 μ の新生血管が多数認められ、線維芽細胞、単球を主体とする幼若な肉芽組織が心筋内深くまで認められ、一方心筋線維はこの肉芽組織に圧排されて萎縮変性を起している像が見られたが、線維化は全く認められなかった(Fig. 18)。後者(No. 91)では、間質細胞の増殖及び線維化が見られ、これは著者の分類の第1度に属した。

次に前下行枝結紮、23～30日後に屠殺した3例(No. 92, 93, 94)(C群)につき詳述する。

No. 92 (11kg, ♀)

本術式を行い、28日後に再び開胸、型の如く前下行枝を結紮、30日後に屠殺し、左肺動脈より墨汁を注入した。

肉眼的には、肺は心表面によく癒着していたが、極めて少量の墨汁が心臓に移行したのみで、左心室前壁には梗塞が認められ、前壁中央の厚さは7mmを示し、最大縦横径は42×22mm、I. R. は33であった。

組織学的には、心外膜の荒廃(De-Epicardialization)は認められず、癒着部には直径20～30 μ の新生血管が少数見られた。心室壁には殆んど全層に亘る癒痕組織が認められ、これは著者の分類の第4度に属した(Fig. 19)

No. 93 (9kg, ♂)

本術式を行い(但し、Asbestos Poudrageを併用)43)、25日後に再び開胸、型の如く前下行枝を結紮、23日後に屠殺し、肺動脈より墨汁を注入した。

肉眼的には、心肺間に癒着が形成されており、墨汁は左心室壁の中層にまで移行しているのが認められたが、左心室前壁の断面には梗塞が認められ、前壁中央の厚さは5mmを示し、最大縦横径は38×22mm、I. R. は30であった。

組織学的には、心・肺癒着部には直径30～40 μ の新生血管が見られ、心外膜は軽度荒廃し、心室壁には心内膜下に癒痕組織が認められ、これは著者の分類の第3度に属した。

Table 9. Results of Harken's Cardiopneumonopexy

Group & Number of Dogs		Electrocardiographic Findings					Pathological Findings										
		ST		T		Extrasystole	Indian Ink in the Heart Muscle	New formed Vessels at the Part of Adhesion	De-Epicardialization	Proliferation of Interstitial Cells and Fibrosis	Author's Classification						
		Elevated	Depressed	Taller	Flattened												
A	88	—	+	++	—	—											
	89	—	—	—	++	—											
B	90	—	—	—	—	—	+	20-40 μ	—	++	No Infarct 1st Degree						
	91	—	+	++	—	—	—	—	—	—							
C										Gross Scar Tissue							
										Presence	Thickness		I. R.				
	92									+	20-30 μ		—	+	7 mm	33	4th Degree
	93									+	30-40 μ		+	+	5 mm	30	3rd Degree
	94						+	20-30 μ	—	+	5 mm	36	5th Degree				

No. 94 (12kg, 公)

本術式を行い (Asbestos Poudrageを併用), 30日後に再び開胸した。胸腔内の癒着は概して軽度で, 型の如く前下行枝を結紮, 25日後に屠殺し, 肺動脈より墨汁を注入した。

肉眼的には, 墨汁の極めて少量が心筋内へ移行しているのが認められたが, 左心室前壁の断面には広汎な梗塞が認められ, 前壁中央の厚さは5mmを示し, 最大縦横径は $40 \times 23\text{mm}$, I. R. は36であつた。

組織学的には, 心・肺癒着部には直径 $20 \sim 30\mu$ の新生血管が認められた。心外膜の荒廢は見られず, 心室壁には全層に亘る癒痕組織が認められ, これは著者の分類の第5度に属した。

以上, Harken 氏心・肺癒着術群の成績を小括すると Table 9 の如くである。

(c) **Carter 氏心・肺癒着術群**—7例 (No. 95~No. 101) (Table 10)。

第5肋間で開胸, 心膜を切開し, 左心室前壁に Asbestos Poudrage (0.1g) を行い, 舌状部を心膜腔に挿入してその光端を左心室前壁に縫着し, 更に心膜切開縁を舌状部に縫着した。28~30日後に再び開胸, 型の如く前下行枝を結紮した。

結紮時の心電図は4例全例に ST_{II} の低下, T_{II} の増高及び平低化等が見られた。

結紮直後から12時間以内に死亡したのは3例 (No. 95, 96, 97) (A群) で, 即ち, 前下行枝結紮による死亡率は43%であつた。

この結紮に耐えた4例中1例 (No. 98) は10日後に屠殺し (B群), 左肺動脈より墨汁を注入した。

肉眼的には, 墨汁は僅かに心筋に移行するのが認められた。

組織学的には, 心・肺癒着部には $20 \sim 30\mu$ の新生血管が認められ, 心外膜は荒廢して消失し, 心筋は全く正常であつた (Fig. 20)。

次に前下行枝結紮, 30日後に屠殺した3例 (No. 99, 100, 101) (C群) につき詳述する。

No. 99 (10kg, 公)

本術式を行い, 28日後に再び開胸, 型の如く前下行枝を結紮, 30日後に屠殺し, 左肺動脈より墨汁を注入した。

肉眼的には, 墨汁は心筋内に僅かに認められたが, 左心室前壁の断面には広汎な梗塞が認められ, 前壁中央の厚さは6mmを示し, 最大縦横径は $32 \times 28\text{mm}$, I. R. は25であつた。

組織学的には, 肺に異常所見なく, 心・肺癒着部には $10 \sim 20\mu$ の新生血管が認められ, 心外膜の荒廢は見られず, 心内膜下に癒痕組織が認められ, これは著者の分類の第3度に属した (Fig. 21)。

No. 100 (10kg, 早)

本術式を行い, 30日後に再び開胸した処, 舌状部は周囲組織と軽度に癒着していたが容易に剝離出来た。型の如く前下行枝を結紮30日後に屠殺し, 左肺動脈より墨汁を注入した。

肉眼的には, 墨汁は心筋内に全く移行せず, 左心室前壁の断面には梗塞が認められ, 前壁中央の厚さは8mm (心尖部は3mm) を示し, 最大縦横径は $35 \times 20\text{mm}$, I. R. は32であつた。

組織学的には, 心・肺癒着部には新生血管が乏しく, 心外膜の荒廢は見られず, 心室壁には全層に亘る癒痕組織が認められ, 中に $10 \sim 20\mu$ の毛細血管が多数認められ, これは著者の分類の第5度に属した。

No. 101 (11kg, 早)

本術式を行い, 28日後に再び開胸, 型の如く前下行枝を結紮, 30日後に屠殺し, 左肺動脈より墨汁を注入した。

肉眼的には, 墨汁は僅かに心筋に移行していたが, 左心室前壁の断面には広汎な梗塞が認められ, 前壁中央の厚さは5mmを示し, 最大縦横径は $35 \times 20\text{mm}$, I. R. は32であつた。

組織学的には, 心・肺癒着部には直径 $20 \sim 30\mu$ の新生血管が見られ, 心外膜は肥厚していたが荒廢は見られず, 心室壁には殆んど全層に亘る癒痕組織が認められ, これは著者の分類の第4度に属した。

以上, Carter 氏心・肺癒着術群の成績を小括すると Table 10 の如くである。

(d) 心・鬱血肺癒着術群 **Modified Cardiopneumonopexy utilizing the Congestive Lingula (ASADA)**—14例 (No. 102~No. 115) (Table 11)。

本術式については既に詳細に発表されたところであるが, 第4又は第5肋間で開胸, 舌状部の区域静脈を肺門部に結紮して, この肺区域に鬱血を生ぜしめておき, 心膜を切開, 左心室前壁に Asbestos Poudrage (0.1g) を行い, 上述の鬱血肺区域を心膜腔に挿入, これを左心室前壁表面に縫着固定して心肺間の固定を確実にしめるものである。

術後, 約1週間後, 一過性に呼吸を失したが, これは2週間以内に回復し, 28~30日後に再び開胸, 型の如く前下行枝を結紮した。

Table 10. Results of Carter's Cardiopneumonopexy.

Group & Number of Dogs		Electrocardiographic Findings					Pathological Findings						
		ST		T		Extrasy- tole							
		Elev- ated	Depr- essed	Taller	Flat- tened								
A	95	—	+	—	+	+	Indian Ink in Heart Muscle	New formed Ves- sels at the Part of Adhesion	De-Ep- icard- ializa- tion	Proliferation of Interstitial Cells and Fibrosis	Author's Classification		
	96	—	+	+	—	+							
	97	—	+	—	+	—							
B	98	—	—	+	—	+	+	20-30 μ	+	—	No Infarct		
C										Gross Scar Tissue			
										Pres- ence	Thic- kness	I. R.	
	99	+					+	10-20 μ	—	+	6 mm	25	3rd Degree
	100						+	10-20 μ	—	+	8 mm	32	5th Degree
	101						+	20-30 μ	—	+	5 mm	32	4th Degree

結紮時の心電図撮影をなし得た7例 (No. 103~No. 109) では変化を示した例は1例も認められなかつた。

結紮直後から12時間以内に死亡したのは1例も認められず即ち、前下行枝結紮死亡率は0%であつた。

この結紮に耐えた13例中7例 (No. 103~No. 109) を4日~7日後に屠殺し(B群)、左肺動脈より墨汁を注入し検索した。

肉眼的には、心肺間の癒着形成は甚だ顕著であつて、全例とも心筋に墨汁が移行しているが明瞭に認められ、心室壁の断面に於ても墨汁が心筋の全層に亘っているのが明瞭に認められた。

組織学的には、癒着肺(肺区域静脈を結紮してから約40日を経過した舌状部)にはHeart failure cells、一部には無気肺及び軽度の間質結合組織の増殖が認められたが、殆んど正常に近い組織像を示しており、心・肺癒着部には直径50~150 μ の新生血管が多数見られ、その壁は一層の内皮細胞から成つていた (Figs. 22, 23)。

心外膜は荒廢を示す例が多く、これは Asbestos granuloma に接する部に於て著明であつた。このB群の7例では心筋内の間質細胞の増殖及び線維化を示した例は1例も認められなかつた。

次に前下行枝結紮、28~34日後に屠殺した6例 (No. 110~No. 115) (C群) につき詳述する。

No. 110 (13kg, 早)

本術式を行い、30日後に再び開胸するに、舌状部は

血管の怒張を伴つて心臓及び隣接臓器に強く癒着しており、強いて剝離すると著明な出血を見た。

型の如く前下行枝を結紮、30日後に屠殺し、左肺動脈より墨汁を注入した。

肉眼的には、墨汁は心筋全層に著明に移行しており、心室壁は20mmの正常の厚さを示し、色調も全く正常であつた。

組織学的には、舌状部の一部に Heart failure cellsが見られ、心・肺癒着部には墨汁を容れた直径70~150 μ の多数の新生血管が見られた。心筋には癒痕組織は全く認められず (Figs. 24,) 墨汁を容れた50~70 μ の拡張した毛細血管が認められた (Fig. 26)

No. 111 (10kg, 早)

本術式を行い、28日目に再び開胸、型の如く前下行枝を結紮、34日後に屠殺し、肺動脈より墨汁を注入した。

肉眼的には、心肺間の癒着形成は著明で、墨汁は心筋全層に移行しており心室壁は18mmで正常の厚さを示し、色調を全く正常であつた。

組織学的には、心・肺癒着部には直径50~70 μ の新生血管が多数見られ、又心筋には癒痕組織は全く認められなかつた (Fig. 25)

No. 112 (12kg, 合)

本術式を行い、30日後再び開胸、型の如く前下行枝を結紮、28日後に屠殺し、左肺動脈より墨汁を注入し

Table 11. Results of Modified Cardiopneumonopexy utilizing the Congestive Lingula (ASADA).

Pathological Findings								
Group & Number of Dogs		Indian Ink in Heart Muscle	Diameter of New formed Vessels at the Part of Adhesion	De-Epi-cardia-lization	Myocardial Infarction			Author's Classification
B					Proliferation of Interstitial Cells and Fibrosis			
	103	++	40- 60	+	—			No Infarct
	104	++	50-150	+	—			No Infarct
	105	++	10- 20	—	—			No Infarct
	106	++	10- 20	+	—			No Infarct
	107	++	10- 30	+	—			No Infarct
	108	++	20- 40	—	—			No Infarct
	109	++	10- 30	+	—			No Infarct
C					Gross Scar Tissue			
					Presence	Thickness	I. R.	
	110	++	70-150	+	—	20mm	No Infarct	No Infarct
	111	++	50- 70	—	—	18mm	No Infarct	No Infarct
	112	++	50- 80	—	—	16mm	No Infarct	No Infarct
	113	++	20- 70	+	+	17mm	No Measur- able	2nd Degree
	114	+	20- 50	+	+	5mm	20	4th Degree
	115	++	30- 40	+	—	17mm	No Infarct	No Infarct

た。
肉眼的には、心肺間の癒着形成は著明で、墨汁が心筋全層に移行しているのが明瞭に認められ、心室壁は16mmで正常の厚さを示し、色調も全く正常であつた。

組織学的には、心・肺癒着部に墨汁を容れた直径50～80μの新生血管が見られ、心筋には癒痕組織は全く認められなかつた。

No. 113 (12kg, 早)

Table 12. Mortality Rate after the Ligation of the Anterior Descending Branch of the Left Coronary Artery.

Fauteux	93%
Kownacki	90%
Sabiston	70%
Siderys	53%
Thompson	50%
Okubo	32%
Nakano	27%
McEachern	10%

本術式を行い、43日後に再び開胸、型の如く前下行枝を結紮、32日後に屠殺し、肺動脈より墨汁を注入した。

肉眼的には、心肺間の癒着形成は著明で墨汁は明らかに心筋全層に認められ、心外膜は荒廢し、心室壁は17mmで正常の厚さを示し、色調も全く正常であつた。

組織学的には、舌状部に少量の結合織の増殖及び少数の Heart failure cells が認められ、心・肺癒着部には墨汁を容れた20～70μの新生血管が認められた。心外膜は荒廢し、心室壁では心内膜下に限局した小さな癒痕組織が認められ、これは著者の分類の第2度に属した。

No. 114 (11kg, 早)

本術式を行い、32日後に再び開胸するに舌状部は心臓及び隣接臓器に強く癒着していた。型の如く前下行枝を結紮、30日後に屠殺し、左肺動脈より墨汁を注入した。

肉眼的には、墨汁は少量が心筋に到達しているのが認められ、左心室前壁の断面には梗塞が認められ、前壁中央の厚さは5mmを示し、最大縦横径は23×20mm、

I. R. は20であつた。

組織学的には、舌状部には軽度の結合組織の増殖が見られた。心・肺癒着部では Asbestos による癒着形成が貧弱であつた。心外膜は軽度に荒廢し20~50 μ の新生血管が認められたが、心室壁には心内膜下より中層に広がる癒痕組織が認められ、これは著者の分類の第4度に属した。

No. 115 (12kg. ㇿ)

本術式を行い、28日後に再び開胸するに、舌状部は心臓及び隣接臓器に強く癒着していた。型の如く前下行枝を結紮、30日後に屠殺し、左肺動脈より墨汁を注入した。

肉眼的には、墨汁は心筋全層の移行しているのが認められた。心室壁は17mmで正常の厚さを示し、色調も全く正常であつた。

組織学的には、舌状部に軽度の無気肺及び Heart failure cellsが認められたが、心・肺癒着部では心外膜の荒廢が見られ、直径30~40 μ の新生血管が多数認められ、心筋内に癒痕組織は全く認められなかつた。

以上、心・鬱血肺癒着術（麻田）群の成績を小括すると Table 11 の如くである。

総括並びに考按

1 冠不全の外科的療法の効果の判定法としては、予め当該手術を実施しておいた犬の左冠動脈前下行枝を結紮して、その際の死亡率を調べること、即ち、当該手術が前下行枝結紮によつて惹起される死亡を防禦する能力を有するかどうかを検討する方法が、従来より一般に行われているので、著者も先ず一応本法による判定を試みてみた。

而して、この前下行枝結紮に際しては、若しも左冠動脈中隔枝を共に結紮すると死亡率が殆んど100%に近く高率となり⁴⁴⁾、逆に結紮部位が末梢に過ぎると死亡率が減少するといわれているので⁴⁵⁾、著者は結紮部位を常に前下行枝の起始部から0.5cm末梢へ離れた部位に一定し、且つ結紮時には常に室内空気による加圧呼吸を実施することとした。

その結果、無処置対照犬に於て死亡率平均33%という可なり低い値を得たのであるが、予め各種手術を実施しておいた犬の死亡率も既述の如く0~43%を示し、一定の傾向を認めることが不可能であつた。

一方最近の文献によれば、前下行枝結紮による死亡率は Table 12 の如くであつて、報告者により10~93

%という著しい差異が見られ¹³⁾¹⁷⁾²¹⁾²²⁾³⁸⁾⁴⁶⁾⁴⁸⁾⁵⁰⁾、その理由の一部として、内山は死亡率が心臓切開時間の長短に大きく左右されることを述べ⁴⁵⁾、又 Chardackは結紮時の呼吸ガスの酸素含量が100%の際は死亡率9%、室内空気を呼吸した際は16%、9%酸素を呼吸した際は50%に変動したと報じている⁴⁹⁾。

著者も多数の手術経験から、この死亡率は、犬の年齢、栄養状態、手術の気温（寒冷）等により著しい影響を受けるものであることを知り、常に一定の成績を得ることは困難であることを認めたので、ここに於て著者は、前下行枝結紮による死亡率を手術効果の判定基準とする従来の方法には賛意を表わしかねるものである。

2 上述死亡率の成績に反し、前下行枝結紮による配下に於ける心筋梗塞の発生は、無処置対照犬16例の全例100%に常に明瞭に認められ、しかもこの中で長期観察をなし得た13例では何れも左心室壁前壁に極めて広汎且つ高度な心筋梗塞（癒痕組織）が発生した。同様な結果は最近 Siderys²²⁾ Beck⁴⁷⁾ 蔵本⁵¹⁾等によつても報告されているので、著者は前下行枝結紮後の心筋梗塞（癒痕組織）発生の有無及びその程度を比較する方法が、各種手術の効果の判定法として極めて適確な方法と考えるものである。

而してこの際、当然この心筋梗塞の程度を数値を以て表現することが望ましく、これに関し Hahn⁵²⁾、Vineberg⁵³⁾、Gross²⁰⁾、Goldman³⁰⁾、内山⁴⁵⁾、武長⁴⁴⁾等の多数の梗塞程度表現形式が報告されている。著者は、既述の如く、計算が容易でしかも実用的な Goldman's Infarct Ratioを応用するとともに、更に表現の確實を期するため、心室壁の割面、即ち第3 Dimension に於ける梗塞の拡がりを第1度~第5度に分類することを案出して、Goldman's Infarct Ratioと相俟つて梗塞乃至癒痕組織の大きさを立体的に評価したのである。

かかる方法に依つて判定したところ、対照犬を含めた各種手術毎の成績として Table 13, 14 の如き結果を得た。Table 13 では Infarct Ratio 値が大きい程、即ち右の方へ偏する程梗塞面積が広汎なことを示し、Table 14 でも同様に Degreeが高い例程、即ち、右に偏する例程心室壁割面に於ける梗塞の拡がりが大きいことを示している。この二つの Table を併せて考察するに、心・鬱血肺癒着術が最も心筋梗塞を生じ難く、たとえ生じたとしても小範囲であり、次は Beck I 手術及び心・心膜癒着術が比較的優れた成績を示し

Table 13. Goldman's Infarct Ratio on Several Procedures.

		Goldman's Infarct Ratio							
		0	10	20	30	40	50	60	70
Control	Unprotected Operation					*	*	*	*
	Simle Pericardiotomy						*	*	
	Cardiopericardiopexy	*			*		*	*	
	Beck I Operation	*							
	Cardioomentopexy	*			*	*			*
	BIMAL			*	*				
Cardiopne- umonopexy	Vineberg's Operation			*	*	*			
	Lezius's Op.				*		*		
	Harken's Op.				*	*			
	Carter's Op.			*	*				
	Asada's Op.	*	*	*	*				
		*	*						

ていることがわかる。そして他の手術群では、僅かの差を以つて、Carter氏手術、心・大網癒着術、Harken氏手術、BIMAL、Vineberg氏手術、Lezius氏手術の順に成績がよいといえる。

なお、同一術式中で多少効果の差異が認められる例があるが、蓋しこれは、(i) いわゆる冠内副血路Intercoronary Collaterals の解剖学的分布並びにその術後発達程度に個体差があること、(ii) 心表面に撒布された Asbestos 又は Irritant が心膜腔外や心臓の後壁等へ移動し、目的とする左心室前壁上に効果を現わさなかつたか、或いは Asbestos が塊状に集合して、そこでは却つて副血行路の発達が阻止されたと考えられること、等の理由によるものと思われるのである。

なお、心膜単切開 Simple Pericardiotomy を行うのみで、即ち、いわゆる Sham Operation のみによつて、前下行枝結紮に対する防禦効果が生じると唱えている学者があるが³⁸⁾、著者の成績は全くこれに反し、Sham Operation を実施した犬は無処置対照犬と殆んど差を認めぬ程度に著明な梗塞を生じたか、或いはせいぜい梗塞面積が多少狭いという印象を受けたに過ぎなかつたのである (Table 13, 14)。

3 無処置対照犬の前下行枝結紮時には、心電図に ST_T, T_T の変化又は期外収縮等の、心筋の急性乏血乃至虚血を示す明瞭な所見が必ず認められたのに反し、予め手術が実施された犬の前下行枝結紮に際して心電図変化が見られなかつたとすれば、即ち、当該手術の

効果によつて、前下行枝を結紮したとしても心筋に乏血が招来されなかつたということを明らかに示すものと考えて差支えないであろう。

この前下行枝結紮時の心電図を、各種手術毎にまとめたものが Table 15 であつて、心電図陽性所見の出現率は、前項で述べた梗塞の発生率とよく一致するという成績を得た。即ち、心・鬱肺癒着術に於て、結紮による心電図陽性所見出現率は 0 % で最も少なく、次には心・心膜癒着術及び Beck I 手術に於て比較的小さいことが判明した。

この結果から、前下行枝結紮時の心電図陽性所見出現率は、予め実施された手術の効果の有無を、早期に且つ端的に示してくれるものと考えて差支えないと思われる。

尤も、周知の如く心電図は心筋の乏血が未だ新鮮な時期に於てのみよく所見を現わすものである故に、A 群に於ては明瞭な変化を示したが、C 群の如く梗塞が既に陳旧となり癒着化した例ではほぼ正常波型に復帰していた。従つて、心電図は前下行枝結紮直後に撮影を行い、判読すべきであることは論を俟たないのである。

4 次に冠外副血行路 Extracoronary Collaterals 形成の有無を形態学的に証明せんがために、著者は既述の如く心臓への血液供給源と思われる諸臓器組織から墨汁を注入し、それがこの副血行路を経て冠血管系に移行するや否やを検索した。その結果は Table 16 の如くになり、即ち、肉眼的に明瞭に心筋が黒染する

Table 14. Author's Classification of Myocardial Infarction at the Cut Surface on Several Procedures.

		Degree of Myocardial Infarction					
		No Infarct	1st	2nd	3rd	4th	5th
Control	Unprotected Operation						*****
	Simple Pericardiotomy						***
	Cardiopericardiopexy	*		*			*
	Beck I Operation	*		*	*		
	Cardioomentopexy				*	**	*
	BIMAL					*	*
	Vineberg's Operation				*		**
Cardiopne- umonopexy	Lezius's Op.					*	**
	Harken's Op.				*	*	**
	Carter's Op.				*	*	*
	Asada's Op.	****		*		*	

程度に大量の墨汁の心筋への移行が認められたのは心・鬱血肺癒着術のみで、これに次ぐものはBeck I手術及び心・心膜癒着術で、Vineberg氏手術を除けば、以上述べ来たつた梗塞発生及び心電図の成績とよく一致するものであることを知つた。即ち、冠外副血行路の形成が著明である術式程、前下行枝結紮による心筋梗塞の発生を防禦する能力が大きいことが判明したのである。

ところでこのVineberg氏手術であるが、なる程この術式では墨汁が心筋内に可なり多量に認められたのであるけれども、前三者の術式に於ては、注入された墨汁が肺や心臓、横隔膜等可なり広汎な領域に浸潤し

た後に初めて心筋内へ移行していつたのに比し、Vineberg氏手術では注入墨汁は単に移植内胸動脈1本を充盈したのみで、あとは直に心筋内へと移行したものである故に、前三者の場合に比較すると心筋に移行するべく遙かに多量の墨汁注入が行われたこととなり、従つて見かけ上心筋内墨汁の量は多くとも、事實は冠外副血行路の発達著明ではなかつたことも充分に考えられるのである。尤も一方では、本術式の移植内胸動脈は術後当分の間閉鎖状態に陥るけれども、数ヵ月後からRecanalizationが起るとの報告があるので、前下行枝結紮実験の時期を著者が実施したよりも更に遅らせるならば、或いは本術式の成績が更に良好となるかも知れないということも考慮に入れるべきであろう。

次に著者は、この冠外副血行路の形成状態を組織学的に検索したのであるが、Asbestos Poudrageが均等に且つ瀰漫性に実施された場合には、そこに高度な充血と急性異物性増殖性炎症が起り、引きつづき著明な癒着が生じ、その中に冠外副血行路の顕著な発達が起り⁵⁰⁾、最良の場合には直径50~150 μ の新生血管が豊富に発達することを認めた。これ反し、Asbestos Poudrageが瀰漫性に行われず、所々にAsbestosの塊を生じた場合には、そのまわりに大きいAsbestos Granulomaを形成し、癒着の形成、従つて冠外副血行路の発達は概ね不良となることを認めたのである。

而してこの際、結合組織線維及び弾性線維から成つている心外膜は、心肺間の副血行路を遮断する一つのBarrierとなり得ることが考えられるので、当然これ

Table 15. Electrocardiographic Evaluation Immediately after Ligation of the Anterior Descending Branch of the Left Coronary Artery.

Control	Unprotected Operation	100%
	Simple Pericardiotomy	
	Cardiopericardiopexy	57%
	Beck I Operation	66%
	Cardioomentopexy	
	BIMAL	
	Vineberg's Operation	100%
Cardiopne- umonopexy	Lezius's Op.	100%
	Harken's Op.	80%
	Carter's Op.	100%
	Asada's Op.	0%

Table 16. Indain Ink in the Left Ventricular Wall.

Control	{ Unprotected Operation Simple Pericardiotomy	not found not found
	Cardiopericardiopexy Beck I Operation Cardioomentopexy BIMAL Vineberg's Operation	slightly or moderately found slightly or moderately found slightly found slightly found moderately found
Cardiopneumonopexy	{ Lezius's Op. Harken's Op. Carter's Op. Asada's Op.	not or slightly found slightly found slightly found moderately or severely found

は除去 (De-Epicardialization) されることが望ましい⁵⁾⁵⁸⁾。この目的のために Harken は Phenol を、Lezius は Trypaflavine を心外膜に塗布してこれを化学的に荒廢せしめんとし、或る学者達は心外膜を摩擦してその機械的荒廢を企図したのであるが、著者の実験ではこれら心外膜除去のための刺激的操作は、心電図変化や、臍胸や、或いは却つて逆に反応性の癒痕形成を招来し、決して良好な結果をもたらさなかつたのである。むしろ単なる Asbestos Poudrageにより、心外膜が刺激を蒙つてその荒廢が起り、この Barrier が除去されている像が見られた場合が多かつた。依つて、著者は単なる Asbestos Poudrage—瀰漫性に均等に Asbestos の少量を撒布する方法を推奨するものである。

最後に、これら手術の効果の作用機序は、勿論すべて上述の冠外副血行路からの血液供給のみによるものではなく、Beck 等のいわゆる Intercoronary Collaterals の発達ということも大きく関与していることが考えられる。事実、著者の組織標本に於いても Intercoronary Collaterals の発達を認め得た例も多いのであつて、この冠内副血行路の問題については目下合成樹脂鋳型観察等による詳細な研究が当教室において実施されている。

5. 冠不全に対する手術は、本疾患の性質上、手術侵襲が小で、操作が容易なことが、臨床上望まれることは当然である。著者は犬に於ける多数の経験から、各種術式について、手術の難易、合併症等をここに取りまとめ、批判を加えてみたい (Table 17, 18)。

(1) 心・心膜癒着術

本術式は手術操作が容易で、合併症も殆んどなく、

しかも良好な成績を示した。

本手術に用いられる異物は Talc よりも Aabestos が優れており、その少量を薄く心表面に撒布するのがよい。若しも Asbestos の粉末が集合して塊を形成すると、そこに大きい Granulema を生じ、却つて副血行路の形成が不良となる。なお術後、心臓タンポナーデの発生を防ぐために、心膜縫合は粗に行うべきである。

犬では開胸が行われたが、人間の場合は開胸せずに本法を実施し得るので、侵襲は更に小となり、臨床的に充分応用し得る術式と考えられる。

(2) Beck I 手術

本術式は冠静脈洞の剝離操作がやや困難で、開胸時間も長く、手術死亡率が27%という高率を示した。従つてこの手術の適応は可なり制限されるものと思われる。

術後の合併症としては、心筋内出血又は血栓形成を見た例があつたが (Fig. 27)、これは概ね2週間位で消退した。

前下行枝結紮に対しては前述の如く良好な防禦能を示し、Beck の推奨するものも宜なりと思われる。

(3) 心・大網癒着術

本術式はかの Talma の手術からヒントを得て O'-Shaughnessy が創案したものであるが、とも角胸腔と腹腔との両者を同時に開かねばならないという比較的大きい手術侵襲は本法の欠点といえる。

合併症としては術後、消化管が胸腔内へ脱出したり⁵⁴⁾、又は大網が心表面よりずれることがあるといわれており⁵⁵⁾、著者もかかる数例を経験した。横隔膜切開孔は可及的小さく閉鎖し、大網の心筋への縫着は確實

Table 17. Surgical Attack and Technical Difficulty.

	Surgical attack	Difficulty
Cardiopericardiopexy	slightly	easy
Beck I Operation	moderately	rather difficult (preparation of coronary sinus)
Cardioomentopexy	moderately	rather difficult (inducement of omental pedicle graft)
BIMAL	most slightly	easy
Vineberg's Operation	severely	most difficult
Cardiopne- umopexy	Lezius's Op.	slightly
	Harken's Op.	slightly
	Carter's Op.	slightly
	Asada's Op.	slightly

Table 18. Postoperative Complications.

		Complications
Cardiopericardiopexy		In case much asbestos poudrage was used, giant granuloma apt to be formed.
Beck I Operation		Congestion in the heart muscle or plasma stasis formation.
Cardioomentopexy		Rarely omental pedicle graft slides from heart surface or digestive tract prolapses in the chest cavity.
BIMAL		Generally were not found.
Vineberg's Operation		Occlusion of implanted artery or mechanical devastation around heart muscle.
Cardiopneumonopexy	Lezius's Op.	Thoracic empyema (Trypaflavine).
	Harken's Op.	Myocardial degeneration (phenol).
	Carter,s Op.	Generally were not found.
	Asada's Op.	Transient congestive sign in the lung postoperatively.

でなければならない。

(4) 両側内胸動脈結紮術

本法は開胸を行わずに、簡単且つ安全に行い得るので、かなりの重症例にも実施し得る利点がある。しかしその作用機序に関しては多大の疑問があり⁵⁶⁾、著者の実験でも殆んど効果を認めることが出来なかつた。

(5) 内胸動脈心筋内移植術

Vineberg⁵⁷⁾は本法実施後、内胸動脈と冠動脈系との間に50～75%に吻合が成立すると報告しているが、何といつても術式に至難で特殊の技術を必要とし、侵襲が大で危険を伴うことは大きい短所であつて、著者は健康な犬に対して本法を行つても36%という高い死亡率を得たのである。

一方術後、移植内胸動脈の内膜に肥厚を生じ、それがもとの内腔の70%にも及ぶことがあるとされてお

り⁴²⁾⁵⁷⁾、著者の実験犬に於いても移植動脈は全例高度の狭窄を示した。

しかし乍ら、健康な心臓ではなく、心筋が乏血状態にある冠不全心に対して本法を行つた場合の成績も、今後当然検討さるべきであろう。

(6) 各種の心・肺癒着術

一般に心・肺癒着術には左肺舌状部を用いたが、これと心臓とはもともと解剖学的に接近しているため操作は極めて容易で、且つ両者の接着状態はほぼ満足すべきものであつた。

(a) Lezius 氏手術

Trypaflavineを用いる方法は膿胸を併発する例が多く、左心室前壁を摩擦する方法は心・肺癒着の程度が他の心・肺癒着術に比し軽度で、ともに好ましい結果を得なかつた。

しかし乍ら、一般に心臓に乏血状態が存在する際には、心臓と外部組織とは癒着を生じ易く、そこに副血行路が出来易いことが臨床的にも実験的にも認められているので、今後異物を使用しない Lezius氏原法を、Ischemia のある心臓について検討する必要があるのではなからうか。

(b) Harken 氏手術

Harken⁸⁾、和田⁵⁸⁾等は本法に用いられる Phenol の副作用について述べていないが、著者の実験では Phenol 塗布時に心電図に変化が認められ、組織学的にも心表面は浮腫状となり、心外膜下の心筋に変性が認められた (Fig. 28)。しかもこの Phenol 塗布により企図されるいわゆる De-Epicardialization は、予想に反して殆んど成功を収めず、却つてそこに反応性細胞浸潤や、引いては癒着の形成が認められた例があつたことは注目し直さう。

(c) Carter 氏手術

合併症は殆んどなく、効果もかなりの程度認められるので、臨床的に用いて差支えない術式と思われる。

(d) 心・鬱血肺癒着術 (麻田)

区域肺静脈を結紮するとその肺区域は暗赤色となり内部に鬱血乃至出血を生じるが、これが原因となつてこの肺区域は周囲臓器との間に甚だ著明な癒着を生じ、その癒着内に多数の副血行路が形成される。そしてこの副血行路を経て、当該肺区域の鬱血が去り、約1ヵ月を経過するとこの肺区域は殆んど正常構造に復讐するものである。かくて心肺間の癒着形成は本術式に於いて最も著明であり、肺動脈内に注入した墨汁が心筋内へ移行する状態、即ち、冠外副血行路の発達には各種術式中最も顯著であつた。肺に鬱血が存在する時期に於いては、軽度の咳嗽、喀痰を発する犬が見られたが、これは概ね2週間以内に消失した。

本法が、前下行枝結紮によつて生じる障害を防禦する能力は、既述の如く各種術式中最も優秀であつた。かかる優れた防禦能が如何なる機転によるかについては、現在当教室で鋭意研究されているが、癒着組織の中に存在する豊富な冠外副血行路によつて肺から心筋へ向つて血液が補給されることが大きい役割を演じているという事実が、肺心灌流法、放射性同位元素¹³¹Iを用いる循環時間測定等の数々の生理的実験によつて漸次判明しつつある。

結 論

現今、冠不全に対し、心筋の血行改善を企図して実

施される代表的諸術式—心・心膜癒着術、Beck I 手術、心・大網癒着術、内胸動脈結紮術、内胸動脈心筋内移植術、心・肺癒着術 (Lezius, Harken, Carter 等の術式) 及び、当教室で考案された心・鬱血肺癒着術 (麻田) 等の効果の優劣を比較せんがために、左冠動脈前下行枝の結紮実験を行い、以下に述べる如き結論を得た。

1. 左冠動脈前下行枝の結紮は、中隔枝とともに縛ることを避け、しかもなるべく中樞側で実施せんがために、常に前下行枝の起始部から0.5cm末梢の部位を選んで行つたが、その死亡率は予想外に低く、対照犬で33%を示し、しかも犬の年齢、栄養状態、手術時の気温(寒冷)、麻酔の深淺、手術時間等の諸条件により余りにも大きく影響されることを認めた。従つて、この死亡率によつて手術の効果を判定しようとする方法は、従来唱えられている程、意義を有するとは考えられない。

2. これに反し、この前下行枝結紮により配下に発生する心筋梗塞(癒着組織)は、対照犬の全例に広汎で、しかも心室壁全層に亘る高度の梗塞が認められた。従つて、予め犬に各種手術を実施しておき、約1ヵ月後に前下行枝を結紮し、更に1~数ヵ月後に左心室壁に於ける癒着組織発生の有無並にその程度(拡がり)を比較検討する方法は、各種手術の効果の判定に甚だ適していると考えられる。

3. この心筋梗塞(癒着組織)の拡がりを基準とする判定方法に従つて、各種手術の優劣を比較検討したところ、心・鬱血肺癒着術 (麻田) において癒着組織の出現が最も少なく、即ち最も成績がよく、これに次ぐものは Beck I 手術と心・心膜癒着術であることが判明した。

4. 前下行枝結紮時の心電図は、対照犬で明瞭な心筋梗塞の所見を現わし、心・鬱血肺癒着術では全く変化を示さず、Beck I 手術と心・心膜癒着術において心電図陽性処見出現率が他の術式に比し低かつた。即ち、前下行枝結紮時の心電図陽性所見出現率もまた各種手術の効果を早期に且つ端的に現わすものと考えられる。

5. 冠外副血行路証明のため、心臓への血液供給源と考えられる臓器組織から墨汁を注入し、病理組織学的検索を行つた。肉眼的には心・鬱血肺癒着術において墨汁の心筋内移行が断然顯著に認められ、これに次ぐものは Beck I 手術及び心・心膜癒着術であり、組織学的にも、癒着部における新生副血行路はこの三者

とくに心・鬱血肺癒着術において最も豊富に証明された。換言すると、冠外副血行路形成が著明に認められる術式ほど、前下行枝結紮によつて惹起される障害を防禦する能力がすぐれているといえる。

6. 諸術式の手術侵襲の大小、手技の難易、合併症等について検討を加えたが、これらの副作用が最も著しいのは内胸動脈心筋内移植術であり、心・大網癒着術、Beck I 手術、Lezius, Harken氏手術等がこれにつぎ、心・心膜癒着術や内胸動脈結紮術は最も影響が軽いことを認めた。

臨床的応用に際しては、かかる点をも充分に考慮することが必要と思われる。

稿を終るに当り、御指導を賜つた恩師麻田栄教授、本学病理学教室浜本祐二教授並びに御援助をいただいた武内敦郎講師ほか教室の協同研究者各位に対し、衷心より感謝の意を表する。

本論文の要旨は第10回、第11回日本胸部外科学会総会及び第59回日本外科学会総会に於いて発表した。

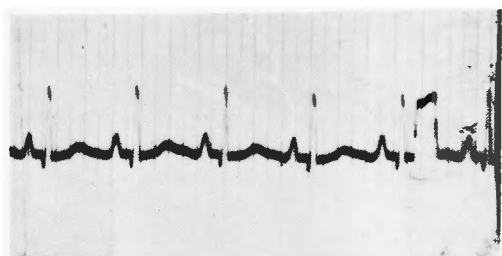
文 献

- 1) Heinbecker, P. & Barton, W. A.: Operation for development of collateral circulation to the heart. *J. Thorac. Surg.*, **9**, 431, 1940.
- 2) Thompson, S. A. & Raisbeck, M. J.: Cardiopericardiopexy; The surgical treatment of coronary artery disease by the establishment of adhesive pericarditis. *Ann. Int. Med.*, **16**, 495, 1942.
- 3) Schildt, P., Stanton, E. & Beck, C. S.: Communications between the coronary artery produced by the application of inflammatory agents to the surface of the heart. *Ann. Surg.*, **118**, 34, 1934.
- 4) O'Shaughnessy, L.: Surgical treatment of cardiac ischemia. *Lancet*, **1**, 185, 1937.
- 5) 榊原亨: 狭心症の心臓大網膜移植法. 岡山医学会雑誌, **50**, 828, 昭13.
- 6) Lezius, A.: Die Künstliche Blutversorgung des Herzmuskels. *Arch. f. Klin. Chir.*, **189**, 343, 1937.
- 7) Lezius, A.: Die Behandlung der Angina Pectoris und der Koronarinsuffizienz durch die Kardiopneumopexie. *Arch. f. Klin. Chir.*, **267**, 738, 1951.
- 8) Harken, D. H., Black, H., Dickson, J. F. & Wilson, H. E.: De-Epicardialization: A simple effective surgical treatment for angina pectoris. *Circulation*, **12**, 955, 1955.
- 9) Carter, B. N. & Gall, E. A.: An experimental study of collateral coronary circulation by cardiopneumopexy. *Surgery*, **25**, 489, 1949.
- 10) Garamella, J. J., Hay, L. G., George, V. P. & Jensen, N. K.: Modified cardiopneumopexy employing segmental resection.: An experimental method with directional flow study. *Surgery*, **39**, 374, 1956.
- 11) Kline, J. L., Stern, H., Bloomer, W. F. & Liebow, A. A.: The application of an induced bronchial collateral circulation to the coronary arteries by cardiopneumopexy. *Am. J. Path.*, **32**, 663, 1956.
- 12) Prudden, J. F.: A study of the effectiveness of "High pressure" cardiopneumopexy in myocardial revascularization. *Surg. Gynec. Obst.*, **106**, 702, 1958.
- 13) Kownacki, V. P., Kennel, A. J., Imbriglia, J. E. & Martin, W. L.: Collateral circulation to the heart by means of cardiopneumopexy and lingular vein ligation. *A. M. A. Arch. of Surg.*, **76**, 106, 1958.
- 14) Wedel, J. V., Conn, G., Lord, J. W., Neumann, C. G. & Hinton, J. W.: Revascularization of the heart by pedicle kin flap, an experimental study investigating the functions of extracoronary anastomoses. *Surgery*, **37**, 32, 1955.
- 15) Dragstedt, L. R., Ragins, H. & Lyon, E. S.: Gastrocardiopexy. An experimental study. *Archives of Surg.*, **73**, 1, 1956.
- 16) Key, J. A., Kergin, F. G. & Martineau, T.: A method of supplementing the coronary circulation by a jejunal pedicle graft. *J. Thorac. Surg.*, **28**, 320, 1954.
- 17) Okubo, T. & Kuroda, S.: Experimental study on surgery of the coronary system. *The Nagoya J. of Med. Science*, **17**, 129, 1954.
- 18) Beck, C. S.: The development of a new blood supply to the heart by operation. *Ann. Surg.*, **102**, 801, 1935.
- 19) Litvak, J. & Vineberg, A. M.: Left internal mammary arteriocardiopexy in the therapy of coronary artery insufficiency. *Surgery*, **41**, 738, 1957.
- 20) Gross, L., Blum, L., & Silverman, G.: Experimental aspects to increase the blood supply to the dogs heart by mean of coronary sinus occlusion. *J. Exp. Med.*, **65**, 91, 1937.
- 21) Fauteux, M.: Experimental study of the

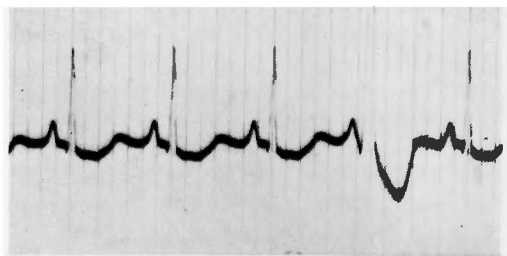
- surgical treatment of coronary disease. Surg. Gynec. Obst., **71**, 151, 1940.
- 22) Siderys, H., Grice, P. E. & Shumacker, H. B.: Occlusion of the great cardiac vein and coronary artery ligation. Surg. Gynec. Obst., **102**, 18, 1956.
 - 23) Beck, C. S. & Leighninger, D. S.: Scientific basis for the surgical treatment of coronary artery disease. J. A. M. A., **159**, 1264, 1955.
 - 24) Beck, C. S.: Revascularization of the heart. Ann. Surg. **123**, 854, 1948.
 - 25) Vineberg, A. M.: Development of anastomoses between coronary vessels and transplanted internal mammary artery. Canad. M. A. J., **55**, 117, 1946.
 - 26) Vineberg, A. M. & Buller, W.: Technical factors which favor mammary-coronary anastomoses. J. Thorac. Surg., **30**, 441, 1955.
 - 27) Fuquay, M. C., Carey, L. S., Dahl, E. V. & Grindlay, J. H.: Myocardial revascularization; A comparison of internal mammary and subclavian artery implantation in the laboratory. Surgery, **43**, 226, 1958.
 - 28) 西村基: 冠不全の外科的療法に関する実験的研究. 久留米医学会雑誌, **22**, 3197, 昭34.
 - 29) Julian, O. C., Lopez-Belio, M., Moorehead, & Lima, A.: Direct surgical procedures on the coronary arteries; Experimental studies. J. Thorac. Surg., **34**, 654, 1957.
 - 30) Goldman, A. & Greenstone, S. M.: Experimental method for producing a collateral circulation to the heart directly from the left ventricle. J. Thorac. Surg., **31**, 364, 1956.
 - 31) May, A. M.: Coronary endoarterectomy; Carettement of coronary artery in dogs. Am. J. Surg., **93**, 969, 1957.
 - 32) Forcheri, V.: Resection of myocardial infarction. Experimental study. Italy Minerva Chir., **9**, 266, 1955.
 - 33) Flothow, P. G.: Sympathectomy for cardiac decompensation and coronary disease. Surgery, **32**, 792, 1952.
 - 34) Cutler, F. C. & Hoerr, S. O.: Total Thyroidectomy for heart disease; a five year follow-up study. Ann. Surg., **113**, 234, 1941.
 - 35) Battezzatti, M., Tagliaferro, A. & De Marchi, G.: The ligation of the two internal mammary arteries in disorders of vascularization of the myocardium. Minerva Medica., **46**, 1173, 1955.
 - 36) Glover, R. P., Pavila, J. C., Kyle, R. H. & Beard, J. C.: Ligation of the internal mammary arteries as a means of increasing blood supply to the myocardium. J. Thorac. Surg., **34**, 661, 1957.
 - 37) Duchasne, E. R., Abott, O. A., Roberts, A. E. & Salomone, F. P.: A comparison of six procedures designed to increase the blood supply of the myocardium. Brit. J. Surg., **45**, 195, 1957.
 - 38) Nakano, H.: Experimental study on the surgical treatment for coronary insufficiency. Arch. f. Jap. Chir., **27**, 1103, 1958.
 - 39) 麻田栄, 武内郭郎・中村和夫・入江義明・鈴木昭二・隠岐和彦・権藤勇・村川繁雄・竹本晋三・板谷博之: 冠不全の外科的療法に関する研究. Cardiopexyを中心として. 日本胸部外科学会雑誌, **6**, 403, 昭33.
 - 40) 麻田栄・中村和夫・武内郭郎・鈴木昭二・村川繁雄・権藤勇・隠岐和彦・入江義明・竹本晋三・栗山隆興・大沢一博・板谷博之: 冠不全の外科的療法に関する研究. (第3報) 日本胸部外科学会雑誌, **6**, 403, 昭33.
 - 41) Takeuchi, A.: Experimental studies on the surgical treatment for coronary insufficiency. Arch. Jap. Chir., **28**, 1067, 1959.
 - 42) Pearl, F., Joseph, P. & Citret, C.: The technique of implantation of the internal mammary artery into the myocardium of the dogs. Surgery, **43**, 642, 1958.
 - 43) Smith, F. R.: Experimentally effective surgical technic to revascularize the myocardium. Western J. Surg. Obst. Gynec. **63**, 66, 1955.
 - 44) 武長誠三: 冠不全の外科的療法に関する研究 特に内胸動脈結紮術について. 日本外科学会雑誌, **60**, 292, 昭34.
 - 45) 内山元昭: 冠不全の外科的療法に関する実験的研究. 日本胸部外科学会雑誌, **6**, 271, 昭33.
 - 46) Sabiston, D. C. & Blalock, A.: Experimental ligation of the internal mammary artery and its effect on coronary occlusion. Surgery, **43**, 906, 1958.
 - 47) Beck, C. S., Hahn, R. S., Leighninger, D. S. & McAllister, F. F.: Operation for coronary artery disease. J. A. M. A., **147**, 1726, 1951.
 - 48) McEachern, C. G., Manning, G. W. & Hall, G. E.: Sudden occlusion of the coronary arteries following removal of cardiosensory pathways. Arch. Int. Med., **65**, 661, 1940.
 - 49) Chardack, W. M., Bolgan, F. J., Olson, K.

- C., Gage, A. A. & Farnworth, W. E.: The mortality following ligation of the anterior descending branch of the left coronary artery in dogs. *Ann. Surg.*, **141**, 443, 1955.
- 50) Thompson, S. A.: Experiences with cardiopericardiopexy in the treatment of coronary disease. *J. A. M. A.*, **152**, 678, 1953.
- 51) 蔵本 繁: 実験的心筋梗塞の病理組織学的, 組織化学的及び心電図学的研究. *日本循環器学誌*, **22**, 722, 昭34.
- 52) Hahn, R. S. & Beck C. S.: Revascularization of the heart. *Circulation*, **5**, 801, 1952.
- 53) Vineberg, A.: Treatment of coronary artery insufficiency by implantation of the internal mammary artery into the left ventricular myocardium. *J. Thorac. Surg.*, **23**, 42, 1952.
- 54) O'Shaughnessy.: An experimental method of producing a collateral circulation to the heart. *Brit. J. Surg.*, **23**, 665, 1936.
- 55) 小沢凱夫: 陳旧性心筋梗塞に対する Cardioomentopexy. *呼吸と循環*, **5**, 705, 昭32.
- 56) Adams, R.: Internal mammary artery ligation for coronary insufficiency an evaluation. *New Engl. J. Med.*, **253**, 113, 1958.
- 57) Vineberg, A.: Technical factor with favor mammary-coronary anastomoses. *J. Thorac. Surg.*, **30**, 411, 1955.
- 58) 和田寿郎: 狭心症の外科的療法. *胸部外科*, **9**, 320, 昭31.

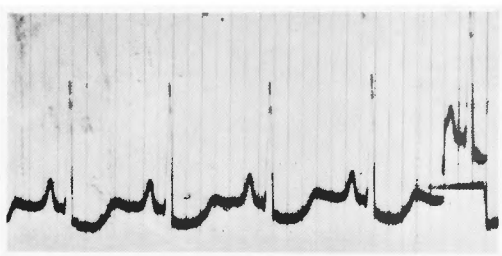
Fig. 3 Electrocardiographic findings (lead II) taken at the ligation, No. 17 dog, group C of unprotected operation



a) Before ligation; normal E. C. G.



b) Five minutes after ligation; ST depressed



c) After chest wall closed; ST depressed

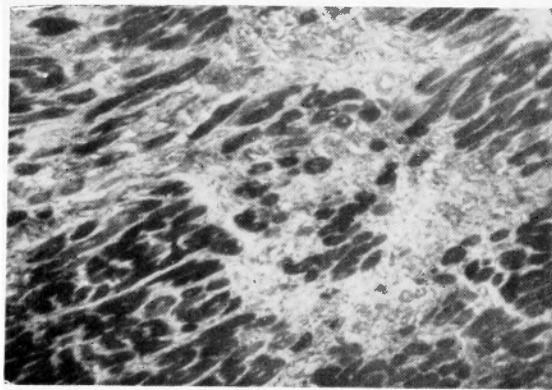


Fig. 4 First degree damage showing patchy fibrosis of the ventricular wall, No. 9 dog, group B of unprotected operation (H. E. stain, $\times 100$).



Fig. 5 Fifth degree damage scar tissue which occupies entire layer of ventricular wall, No. 13 dog, group C of unprotected operation (Heidenhain stain, $\times 1$)

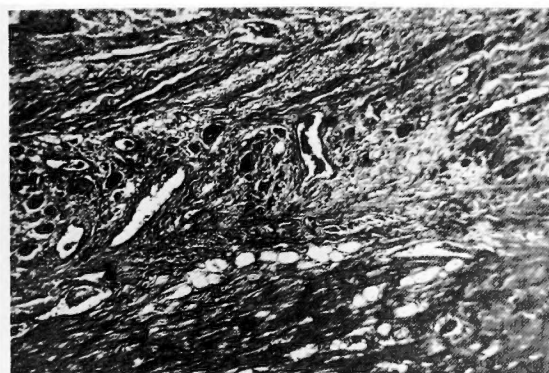


Fig. 6 Photomicrograph showing new formed collateral vessels, measuring 50-80 microns at the part of adhesion, No. 33 dog, group B of cardiopericardiopexy (H. E. stain, $\times 50$)

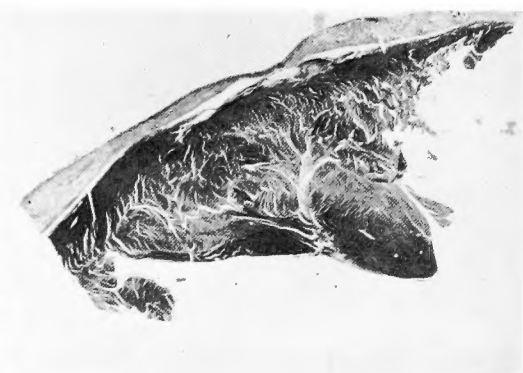
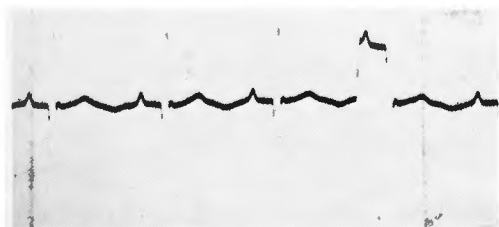
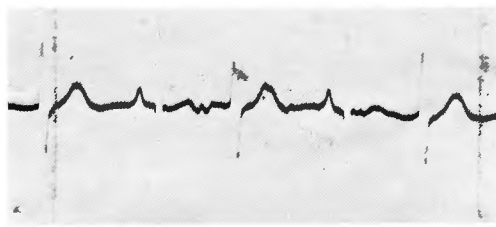


Fig. 7 Second degree damage showing small circumscribed scar tissue formation, No. 37 dog, group C of cardiopericardiopexy (Heidenhain stain, $\times 1$).

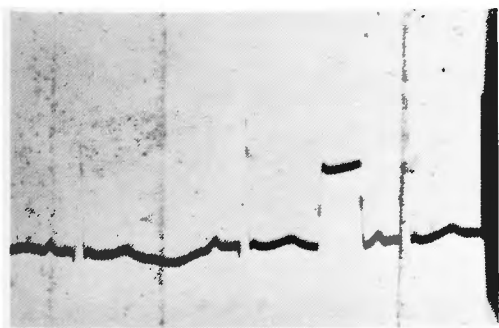
Fig. 8 Electrocardiographic findings (lead II) taken at the ligation, No. 45 dog, group B of Beck I operation.



a) Before ligation; normal E. C. G.



b) Five minutes after ligation; ST elevated.



c) After chest wall closed; ST elevated and T flattened

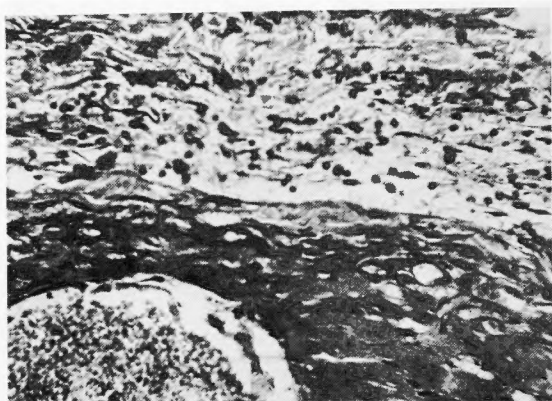


Fig. 9 Photomicrograph showing destruction of collagenous and elastic fibres in the epicardium. No. 46 dog, group B of Beck I operation (Weigert stain, $\times 100$).



Fig. 10 Second degree damage showing small circumscribed scar tissue formation, No. 47 dog, group C of Beck I operation (Heidenhain stain, $\times 1$).



Fig. 11 Fifth degree damage showing scar tissue which occupies entire layer of ventricular wall, No. 55 dog, group C of cardiomentopexy (Heidenhain stain, $\times 1$).



Fig. 12 Fifth degree damage showing scar tissue which occupies entire layer of ventricular wall, No. 57 dog, group C of BIMAL (Heidenhain stain, $\times 1$).

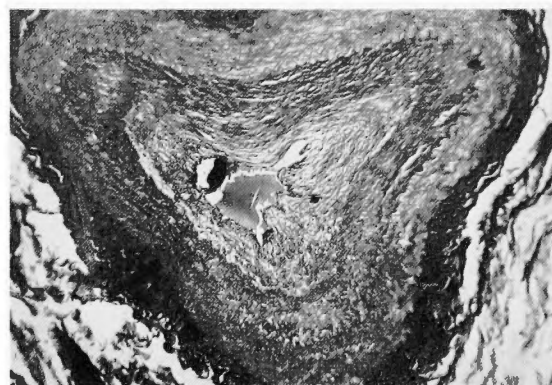


Fig. 13 Photomicrograph showing a striking intimal proliferation and narrowing of the implanted internal mammary artery, No. 69 dog, group C of Vineberg's operation (H. E. stain, $\times 1$).

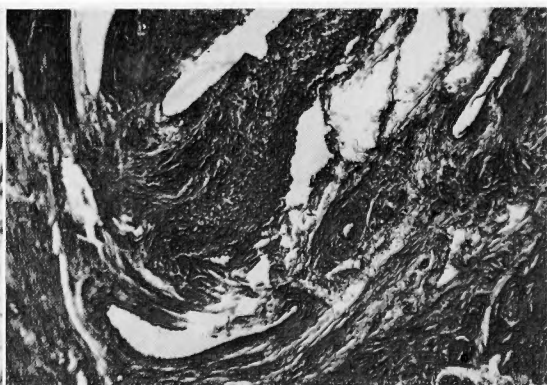


Fig. 14 Photomicrograph showing new formed vessels around the implanted mammary artery, No. 70 dog, group C of Vineberg's operation (H. E. stain, $\times 50$).



Fig. 15 Third degree damage showing scar tissue formation in the subendocardial myocardium, No. 70 dog, group C of Vineberg's operation (Heidenhain stain, $\times 1$).



Fig. 16 Fifth degree damage showing scar tissue which occupies entire layer of ventricular wall, No. 73 dog, group C of Lezius's operation (Heidenhain stain, $\times 1$).

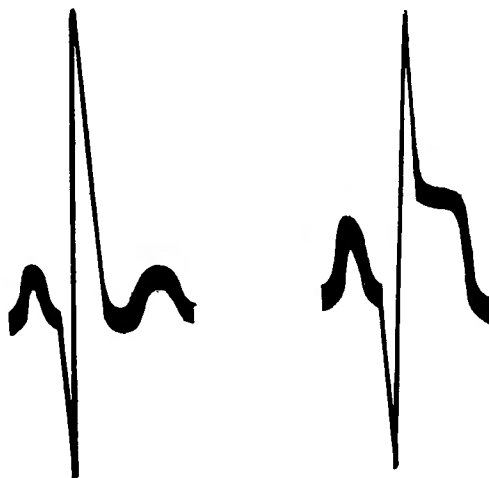


Fig. 17 Electrocardiographic findings at the phenol-de-epicardialization showing elevation of ST-segment (left : before application, right : after application), No. 85 dog, group A of Harken's cardiopneumonopexy.

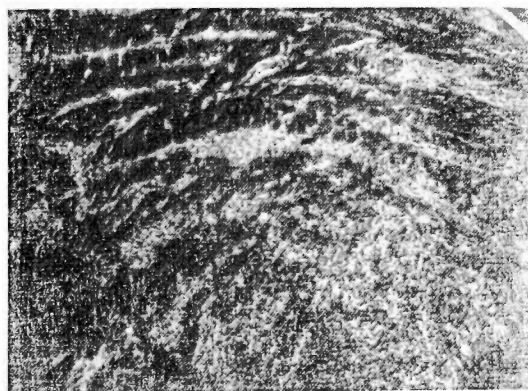


Fig. 18 Photomicrograph showing striking myocardial degeneration due to granuloma formed by phenol application (H. E. stain, $\times 50$).



Fig. 19 Fourth degree damage showing almost transmural scar tissue, No. 92 dog, group C of Haren's cardiopneumonopexy (Heidenhain stain, $\times 1$).

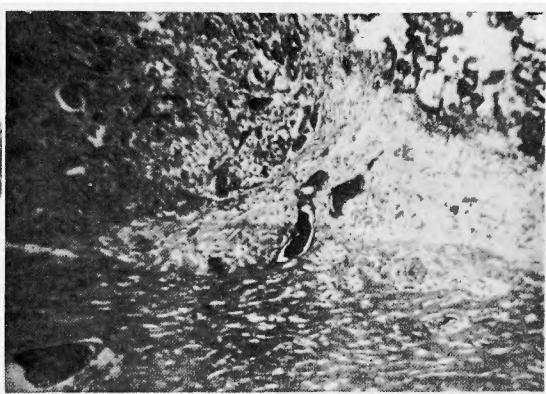


Fig. 20 Photomicrograph showing new formed collateral vessels at the part of adhesion, No. 98 dog, group B of Carter's cardiopneumonopexy (Heidenhain stain, $\times 1$)

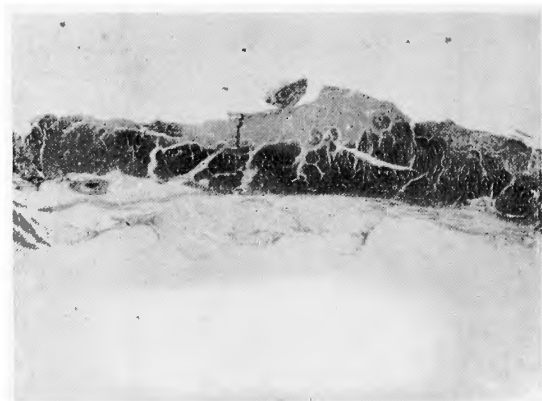


Fig. 21 Third degree damage showing scar tissue formation in the subendocardial myocardium, No. 99 dog, group C of Carter's cardiopneumonopexy (Heidenhain stain, $\times 1$).



Figs. 22, 23 Photomicrograph showing new formed collateral vessels 50-150 microns in diameter at the part of adhesion between lung and heart, No. 104 dog, group B of ASADA's cardiopneumonopexy (H. E. stain, $\times 50$) .

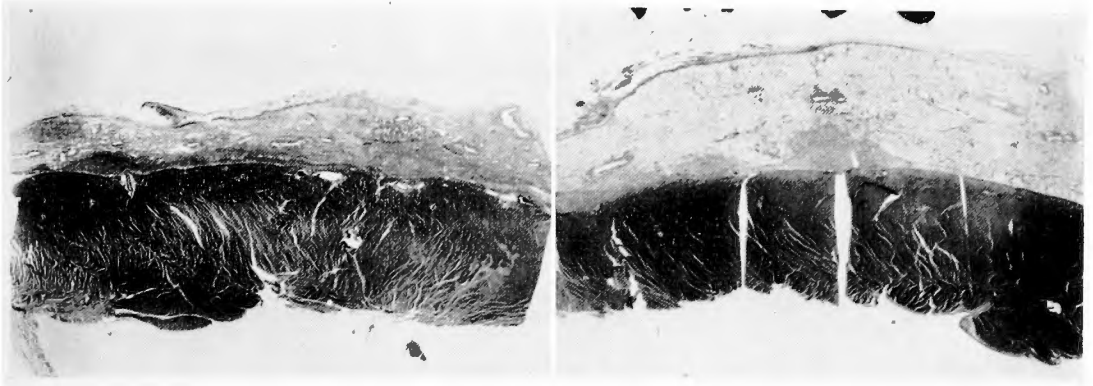


Fig. 24, 25 Normal structure of the anterior ventricular wall, No. 110, 111 dogs, group C of ASADA's cardiopneumopexy (Heidenhain stain, $\times 11$).

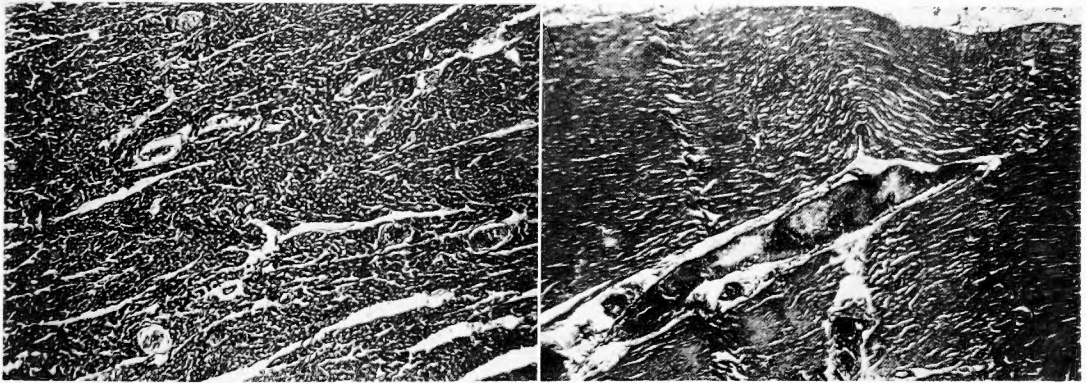


Fig. 26 Photomicrograph showing dilated capillaries containing Indian ink particles in the myocardium, No. 110 dog, group C of ASADA's cardiopneumonopexy (H. E. stain, $\times 50$).

Fig. 27 Photomicrograph showing vein with plasma stasis in the heart muscle found in a dog 10 days after the Beck I operation (H. E. stain, $\times 50$).

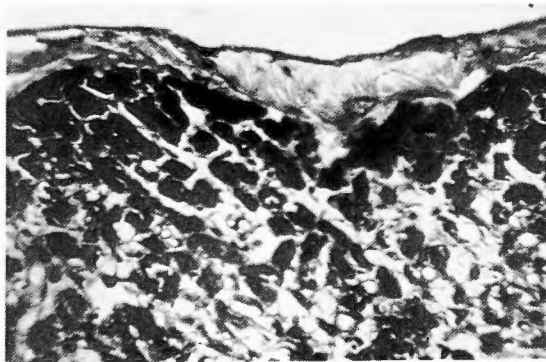


Fig. 28 Photomicrograph showing edema and degeneration of subepicardium seen 5 days after phenol-de-epicardialization in dogs with Harken's cardiopneumonopexy (H. E. stain, $\times 100$).