

冠血管疾患の外科的治療法に関する基礎研究

——主として内乳動脈心筋内移植法について——

金沢大学医学部第一外科教室(主任 卜部美代志教授)

仲 井 信 雄

(昭和34年2月12日受付)

本論文の要旨は、文部省心臓外科総合研究班において数次に亘つて発表し、
且つ本研究費の一部は文部省科学研究費の補助を受けた。

Experimental Studies on the Treatment of Coronary Artery Disease with Special Reference to the Internal Mammary Artery Implantation into the Myocardium

NOBUO NAKAI

*Department of Surgery (I), School of Medicine, Kanazawa University
(Director : Prof. Dr. Miyoshi Urabe)*

ABSTRACT

Presentation is made of a method and mechanism of revascularization of the myocardium which has been developed after the internal mammary artery implantation in our experimental surgical laboratory.

The left internal mammary artery is released from the chest wall from the fourth to the sixth intercostal space. The distal end is doubly ligated and transected between the ligature. A small window is opened near the released end of artery. A tunnel is made in the anterior wall of the left ventricle, and the free portion of the artery is pulled into the tunnel and fixed there.

The internal mammary artery is thus placed in the tunnel within the ventricular myocardium with an open bleeding stump.

Several weeks or months after the implantation the animals were killed. Development of anastomosis between the internal mammary artery and left coronary circulation was examined and confirmed. After a pigment or dye was injected into the implanted artery, macroscopic observations or X-ray studies were made to show the distribution of injected substance throughout the coronary circulation. Following these studies, sections were taken throughout the area of implantation and serial section studies were made. These serial sections showed branches coming out of the implanted internal mammary artery, and these branches could be followed into the myocardium.

Based on the above observations we can assume the mechanism of coronary-mammary anastomosis as follows: The implanted artery is filled with thrombi in 2 weeks after operation. These thrombi being organized in a further process, recanalization appears through them, accompanied by the growth of capillaries in cluster which penetrate the arterial wall and extend outside. Anastomosis is made between these new arterial capillaries and arterioles branched from the coronary artery in the surrounding tissues of the implanted artery.

And anastomosis is found on the arterial rather than the venous side of the coronary circulation.

The therapeutic value of coronary-mammary anastomosis was confirmed by functional tests which consisted of survival experiment of the operated animals after ligation of the anterior descending branch of the left coronary artery and determination of the direction of blood flow in the internal mammary artery through the constant pressure method.

Anastomosis seemed to augment its number and the arteries increased their caliber as time went on after operation. In our series, the interval from the implantation to the killing of the animals was 12 weeks at the longest. Coronary-mammary anastomosis at the end of that period not only persisted but was large enough to protect the animal from death and infraction resulting from the ligation of the anterior descending branch.

I. 緒 言

第二次世界大戦後における医学の著しい進歩発展は、人類の平均寿命を延長せしめ、老年層の人口を増加させたが、やがてこれは老化現象に起因する老人性疾患の漸増の結果となつて現われてきた。従つて最近では、殊に循環器を中心とした老人医学が喧伝されるにつれて、冠不全は、その重要な主題として時代の脚光を浴びるに至つている。それに対する治療方法についても、薬物療法・外科療法共に、諸家の努力によつて種々検討改善され、前者はいうに及ばず、後者のあるものも既に临床上に試みられている。

しかし Parker⁶¹⁾によれば、1927年から1936年までに経験した3,440名の冠不全の患者について、その平均生存年限は5年であつたといわれているように、

冠不全が老人性進行性疾患として取扱われ、予後不良な疾病とされている現状では、その治療法としては、対症的薬物療法が主として実際に行われ、積極的な外科療法は未だ広く実用に供されてはいない。

このような現状において、私は冠血管疾患に対する外科的治療法の過去の歴史を顧み、次章に列記した諸種の手術方法の中から、手術手技の比較的簡単で、冠血管増生という目的に対して理論的に効果の大きいと考えられる内乳動脈心筋内移植法を選んで、これを実験的に追究し、さらに比較的普遍化されている心・心嚢膜癒着法をも追試して、この両者について、それらの冠血管増生の機構と効果を比較検討してみた。ここにその研究成績について報告する。

II. 歴 史 的 考 察

冠血管疾患に対する外科的治療法は、1899年 Franck²⁵⁾が初めて狭心症に対して行つたと伝えられるが、その後、諸家の研究により諸種の方法が考案工夫されてきた。

従来行われてきた手術方法は、次の4群に大別しうる。

- A : 心臓の知覚神経路を遮断して、冠状動脈に収縮的に作用する因子を除かんとする方法
- B : 全身の新陳代謝を減少して、心臓の負担を軽減する方法
- C : 心外部から副血行路を作つて、新しく心筋に血液を供給する方法
- D : 心筋内部の血管吻合を増強する方法

まずAの心臓知覚神経路遮断法に対しては、1916年 Jonnesco³⁾は頸部交感神経両側切断術及び第I胸部

脊髄神経切除術を行い、1925年 Mandl⁵⁾は胸部交感神経に Procaine 注射を、また1926年 Swetlow⁶⁾は旁脊椎 Alcohol 注射を行い、1927年 Singer⁵⁾は胸髄神経の後根切断術を、1939年 Raney⁵⁾は上胸部交感神経節前線維切除術を、また1955年 Leighninger⁴¹⁾は両側胸部 VIII・IX・X 交感神経節切断術を行い、1946年 Fauteux^{23, 24)}及び1956年大久保⁵⁷⁾は冠周囲交感神経切除術を施行した。これらの方法では、患者の疼痛は緩解するけれども、心筋の器質的变化を改善することができず、疼痛消褪のため却つて運動過剰となつて、患者に不幸な結果を招く場合すら生じた。

Bの心臓負担軽減法に対しては、1936年 Blumgart¹⁸⁾は甲状腺全摘出術を試み、1941年 Cutler²¹⁾も同様の手術を多くの症例に実施して効果があつたと述べているが、本法は、その侵襲が心筋に対して間接的で

あるため、冠不全の治療法としては余り利用されず、却つて続発する粘液水腫に悩まされることが多かった。

以上の諸方法は、いずれもその後顧みられず、次に記すC及びDの心筋血管増強法に対してのみ、1930年頃から現在に至るまで、幾多の方法が工夫改善され、研究が続行されている。

次にCの心筋外部よりの血管導入法に対しては、下記の種々の方法がある。

a : 心・筋肉縫着法 (Cardio-myopexy)

1935年 Beck¹¹⁾は、左側大胸筋から2枚の有茎瓣を作成し、心嚢膜を開いて、この有茎瓣で心臓を包むようにしてこれを心筋に縫着した。この手術に耐えた生存例の中、約60%に治癒的効果をみたと報告している。

b : 心・大網膜縫着法 (Cardio-omentopexy)

1936年 O'shaughnessy^{58, 59, 60)}は、横隔膜を貫通して胸腔内に大網膜を引上げるることによつて、これを心筋に縫着し、また1938年榊原亨⁶²⁾は、横隔膜を破らずに皮下筋層中を通して、大網膜を挙上し、これを心筋に縫着する方法を発表している。

c : 心・肺癒着法 (Cardio-pneumopexy)

1938年 Lezius^{43, 44)}は、心臓に最も近く、且つ血流の豊富な肺を利用して、これを心筋に縫着することを試み、さらに1949年 Curter²⁰⁾は、Asbestos粉末を用いて肺と心筋とを癒着させ、1955年 Harken³²⁾は、95%石炭酸塗布による心外膜除去法 (De-epicardialization) を行つて後、Talc粉末を心表面に撒布して心・肺癒着を行い、また1956年 Garamella²⁷⁾は、左下葉の肺区域切除を行つて、その切除面と、30% Acriflavinを塗布した心表面とを縫着して、良好な効果を報告している。本邦においても、1956年和田⁶⁵⁾は、Harkenと同様な方法で3例の患者に手術を行い、2例に成功したと発表している。

d : 心・心嚢膜癒着法 (Cardio-pericardiopexy)

1942年 Thompson⁶³⁾は、Talcの粉末を用いて、心嚢膜と心筋とを癒着させる方法を考案し、実験的にはいふに及ばず臨床例にも試みて奏功したと報告しているが、さらに1954年 Gorelick²⁸⁾も、これを追試して好結果を得たと発表している。しかし一方、1940年 Burchell¹⁹⁾及び Bailey⁵⁾は、この結果に対して寧ろ反対説を称えている。本邦では1956年藤田⁴⁾が癒着用に Asbestos粉末を用いた本法の臨床例を報告している。

e : 内乳動脈心筋内移植法 (Internal mammary artery implant)

1946年 Vineberg⁷⁶⁾は、左側内乳動脈を左心室の心筋内に移植する画期的な方法を発表し、実験的臨床的に好結果を得たと報告している。1953年 Wenzl⁸⁷⁾も本法を追試し、実験的には移植動脈と冠状動脈との間に吻合が形成されると述べている。しかし Neptune⁶²⁾及び Bakst⁸⁾等は、これに対して否定的な立場をとつている。本邦でも1954年本多・中崎等⁸⁴⁾は、本法を追試して実験成績不良なることを報告している。本法の変法としては、1957年 Smith⁶⁶⁾が内乳動脈を移植する代りに、同種内頸動脈、保存動脈又は Nylon tube を大動脈に吻合し、その他端を心筋中に移植する方法を考案して、実験的及び臨床的に成功したと報告している。

f : 心室・心耳縫着法

1951年 Schafiroff⁶⁴⁾は、有茎心耳片を心室壁に縫着する方法を発表したが、これと全く別個に、1956年本邦においても西村⁵⁰⁾は同様な方法を考案し、種々実験した結果、心耳片と心筋との間に血管新生が認められなかつたので、今度は左心耳に有茎管として、左心室心筋中に挿入移植する左心耳・心筋内移植法を新たに工夫し、実験的に成功したと報告している。

g : 心・皮膚癒着法 (Revascularization by pedicled skin flap)

1952年 Wedle等⁶⁸⁾は、胸壁から上皮を除去した有茎皮膚瓣を作成し、これを心外膜に縫着する方法を考えたが、実験的に不成功に終つたと報告している。

h : 心・縦隔洞縫着法 (Cardio-mediastinopexy)

1952年戸田⁷⁴⁾、黒田⁴⁰⁾等は、縦隔洞血管叢を心筋に縫着して、実験的に好結果を得たと報告し、さらに1956年大久保・黒田等⁵⁷⁾は、冠周囲神経切除術 (Pericoronary neurectomy) と本法とを併用して、神経切除術単独の場合に比較し、良好なる実験結果を得たと発表している。

i : 心・小腸縫着法 (Cardio-jejunoexy)

1954年 Key³⁷⁾は、犬の腸管からその粘膜を除いた有茎片を作成し、これを横隔膜を貫通挙上して心室壁に縫着する方法を考案したが、1956年 Baronofsky等^{9, 31)}も、空腸または廻腸を利用してこの方法を施行し、共に他の諸方法に比較して良好な成績を得たと報告している。

最後のDの心筋内部血管吻合増強法に対しては、

a : 冠静脈系結紮法 (Ligation of Coronary sinus)

1937年 Gross 等^{17, 20)}は、冠状静脈圧を上昇させることによつて、心筋内の血管吻合を増強せんとし、冠状洞の結紮を行つて心筋梗塞分野の著明に減少することを実験的に知つて、これを報告したが、1940年 Fauteux²²⁾は、これに対して、大心静脈を結紮した場合の有効性を力説している。本邦でも1956年西村^{50, 51)}は、Fauteux よりさらに末梢で大心静脈を結紮し、冠状動脈相互間の吻合増加を認めている。これらの方法に対して、1956年 Siderrys⁶⁵⁾は、大心静脈結紮例と心嚢膜単切開例及び対照用の正常例等について、夫々左側冠状動脈前下行枝結紮術を行つて比較検討し、その結論として、心に些細な操作を加えるだけでも、冠状動脈相互間に吻合が生じ得ると述べている。

b : 冠状動脈化法 (Arterialization of coronary sinus)

本法は寧ろCに属するかもしれないが、その治療機転より考えてDに入れた。

1943年 Roberts⁵⁾は、虚血性の心筋に対して冠状洞と外部動脈との吻合により、冠血行を増強しようと述べているが、この考えを基にして、1948年 Beck^{12, 13, 14, 15)}は、第1期手術として、冠状洞と大動脈との間に静脈性のGraftを用いた吻合を形成し、その後約3週間を経て、第2期手術として、冠状洞をその開口部の近くで不完全に結紮し、冠状静脈系の動脈化を企図した。そしてこの方法に対してBeck第II手術法と命名した。これに対して、大心静脈幹結紮法とAsbestosを用いた心・心嚢膜癒着法とを組合せた方

法を1951年別個に発表し、これをBeck第I手術法^{14, 15)}と命名している。Beck第II手術法に対しては、1954年 Bakst & Bailey 等^{6, 7, 8)}が、本法の基礎研究を行つて、術後6カ月以上の効果を否定し、また本邦でも1954年大久保⁵⁵⁾は、長期間における効果の不良なことを報告している。一方1952年 Hahn³⁰⁾は、本法を組織学的に追究して、一応効果のあることを認めている。しかしこの第II法は、第I法に比較して手術手技が遙かに困難であり、且つ死亡率も高く、Beck自身も、冠不全に対しては第I法よりも第II法の方が、より効果が大きいといひながら、最近では専ら第I法にのみ専念していると伝えられる。

以上に記した諸種の手術方法の他に、冠状動脈閉塞部の内膜を特殊な器具を用いて除去したり、あるいは、該閉塞部に代用血管をGraftしたりして、該部の再交通を図る Absolon¹⁾ (1956年)の方法や、左側冠状動脈の回旋枝主幹に閉塞が起る場合は、その前下行枝に閉塞が起る場合に比較して、心に重篤なる症状を呈することを実験的に知つて、遊離した内乳動脈を直接閉塞動脈の末梢側に吻合する Thal⁶⁸⁾ (1956年)の方法及び、両側内乳動脈を第II肋間において結紮して、心筋の血液循環を改善しようという Battezzati¹⁰⁾ (1956年)の興味ある方法があり、また前述の諸方法の変法やそれらの方法の幾つかを組合せた方法が記載されているが、それらの中には、臨床的に成功したのものがあるとしても、一般的には、未だ確定的な方法であると認められたものがないのが、冠血管外科の現状である。

III. 実験材料及び実験方法

1. 内乳動脈の心筋内移植術

体重11kgより25kgに至る、平均16.7kgの雑種の健康成犬45例を用いて本実験を行つた。

予め Isomytal または Ravonal 平均50mg/kg の大腿部筋肉内注射による全身麻酔を行つて後、気管内に挿管し、To and Fro による酸素の加圧呼吸を加えながら、右側臥位に固定し、左側第Vまたは第VI肋間に皮膚切開を加えて、両肋間において開胸する。左側内乳動脈を、それが左側鎖骨下動脈から分岐して、前胸壁内に侵入しようとする部分から、胸骨剣状突起の近くに至るまで、広く胸壁から遊離し、剣状突起附近の該動脈の分岐部において、これを二重結紮後切断する。この際内乳動脈の各肋間動脈分枝もまた夫々二重

結紮により切離する。次いで心嚢膜に約5cm長の縦切開を加え、左心室前壁において、心筋梗塞の比較的高度に発現する⁶⁷⁾といわれている。左側冠状動脈前下行枝の灌流域の心筋中に、予め心外膜に小切開を加えた後、約3cm長の両端開放せるトンネルを心表面より約0.5cmの深部に穿ち、一方、遊離した内乳動脈の末梢側閉鎖断端の側方に、約0.3cmの開孔を設けておいて、開放出血した該動脈の末梢側を、予めそれに附した誘導糸で心筋のトンネル内に導入し、開放した側孔が、確実にトンネル内に進入したのを見届けて後、移植内乳動脈がその周囲の組織から圧迫を受けたり、トンネルの入口で屈曲や閉塞しないように注意しながら、トンネルの出口において、心筋に軽く縫合

固定する。この際内乳動脈を胸壁から充分長く遊離しないと、その末梢端が左心室心筋へ到達しえなくなるか、または該動脈の過緊張を来たして、内乳動脈内の血流障害を惹起し、またトンネルを穿つ方向が適正でない、その入口部で移植動脈が屈曲閉塞して、**Revascularization** が不成功に終る場合もあると考えられる。(図1)

かくして移植操作終了後、心嚢膜を不完全に縫合閉鎖し、胸腔内の減圧を行つてから閉胸して術を終る。術後に適量量の **Penicillin** を投与して細菌感染を予防する。

2. 人為的異常心筋の作成

冠不全を、人為的に正常心筋に作成せんとする努力は、以前より諸家の間で試みられてきたが、堂野前・松本等⁴⁷⁾が、家兎に **Lanoline** を主体とした食餌を長期間摂取させて、人体にみられると略々同様な、冠状動脈硬化症の作成に成功したといわれているが、このような方法の他に、非開胸下の生理的冠不全症作成方法については、今までは特にみるべき方法がなかつた。従つて、人為的冠不全症を必要とする場合には、開胸下に心を露出して、直接冠状動脈を結紮するか、または有機線維製の **Tape** を冠状動脈に固くまきつけるか、さもなれば、一旦冠状動脈に糸をかけておいて閉胸し、創の治癒を待つて、外部より該動脈を結紮するような、非生理的な手術侵襲の大きい方法で、冠閉塞を作成するより他に方法がなかつた。

ところが1952年 **Agress**²⁾は、非開胸下において、内套管と外套管の尖端の間に、**Cuff** を附した特殊な二重の套管 **Catheter** を使用して、これを外頸動脈より挿入し、大動脈起始部において **Cuff** を膨張させて、一時的に血流遮断を強要すると同時に、内套管尖端から **Plastic** 製の微小球を大動脈洞内に注入して、冠塞栓症の実験的作成に成功したと発表した。しかし本法では、実験犬は操作後短期間に他の臓器の塞栓を発生して死亡し、長期間生存しえないという欠点があつた。これに対して、1957年小林等³⁰⁾は、非開胸犬に、レ線透視下で、外径 **1mm** の細い **Catheter** を右側外頸動脈より任意の冠状動脈分枝に挿入し、これを通して、**0.5%**石松子液 **0.25cc** を動脈血で2倍に稀釈

した浮遊液として、これを20秒間で注入し、冠塞栓症作成の生理的方法に成功したと報告している。

私は、上記の生理的方法による人為的冠塞栓症を作成せんとして、まず **Agress** の方法を選んで、大動脈血流を遮断し、平均 **40μ** の石松子の **5%** 浮遊生理的食塩水を、特殊二重套管 **Catheter** の内套管尖端より注入して、それと同時に両側総頸動脈をも暫時血流遮断した。かくして平均 **12kg** の3例の健康成犬に試みた結果、いずれも術後 **1・2** 日中に死亡して、確実に冠塞栓を生じたとはいえ、所期の目的を達しえなかつた。また小林の方法をも追試せんとしたが、これはレ線透視下に **Catheter** を冠状動脈に挿入する長時間の努力と高度の技術とを要し、且つ特殊の細い **Catheter** を入手する必要があるので遂に試みる事ができなかつた。

非開胸下の生理的冠塞栓症作成を断念しなければならなかつたので、一般的な非生理的冠閉塞症作成によつて、実験を進めるより方法がなかつた。そこで体重 **12kg** より **15kg** に至る、平均 **13.4kg** の10例の健康成犬を用いて、術前予め心電図をとつておき、次いで麻酔下に型の如く左側開胸し、心嚢膜を開いて、左側冠状動脈前下行枝の起始部を二重結紮し、閉胸して術を終つた。術後3日間を経て、再び心電図をとつて心筋梗塞発生状態を確かめた。

3. 心・心嚢膜癒着術

体重 **11kg** から **21kg** に至る、平均 **14.2kg** の雑種の健康成犬10例を用いて本実験を行つた。

実験方法としては、内乳動脈移植例に行つたと同様の操作のもとに開胸して、心嚢膜を約 **5cm** 長に亘つて縦切開し、左側冠状動脈前下行枝の灌流域の部分を中心に、心嚢膜内面及び心外膜を鈍的に搔爬擦過し、この部位に催炎剤として相当量の **Asbestos** または **Talc** の粉末を撒布する。この際癒着範囲が極めて広汎に亘ると、収縮性心嚢膜炎を惹起し、心に障害を起す場合も考えられるので、その点を考慮に入れておく必要がある。次いで、心嚢膜を不完全に縫合し、胸腔内の減圧を行つてから閉胸し術を終る。術後には適量量の **Penicillin** を投与する。

IV. 実験成績

1. 内乳動脈移植による正常心筋の **Revascularization**

心筋内内乳動脈移植法を正常心筋において施行した45例について、第1表に示す如く、術後1週間、2週

第1表 正常心筋における内乳動脈移植法実験例

番号	性	体重 kg	術後日数	吻合の		死 因	備 考
				有無	多 少		
1	♂	13	0			術中出血死	
2	♂	12	35 日	+	多		合成樹脂塑形作製
3	♂	15	1 カ月	+	多		合成樹脂塑形作製
4	♂	14	0			過剰麻酔死	
5	♂	14	7 日	+	僅 少		
6	♀	13	6 日	?			
7	♀	11	5 日	?			
8	♀	12					内乳動脈切断により移植不能
9	♂	12	1 日			大量出血死	
10	♂	14					内乳動脈切断により移植不能
11	♀	17	6 日	?			
12	♀	20	7 日	?			創部化膿
13	♀	15	8 日	+	僅 少		
14	♂	25	1 カ月	+	多		定圧灌流法施行
15	♂	21	5 日	?			
16	♂	22	2 日	?			
17	♂	25	7 日	+	僅 少		創部化膿
18	♂	15	17 日	+	中等度		
19	♂	22	11 日	+	少		創部化膿
20	♂	17	2 カ月	+	多		定圧灌流法施行
21	♂	22	43 日	-			トンネル入口部における完全閉塞
22	♀	20	14 日	+	少		
23	♂	15	7 日				逃 亡
24	♂	13	7 日	+	僅 少		
25	♂	17	6 カ月	+	多		定圧灌流法施行
26	♂	18	7 カ月	+	多		定圧灌流法施行
27	♂	20	13 日				逃 亡
28	♂	16	3 カ月	+	多		定圧灌流法施行
29	♀	17	14 日	+	少		創部化膿
30	♂	23	3 カ月	+	多		定圧灌流法施行
31	♂	15	14 日	+	中等度		
32	♂	15	10 日				逃 亡
33	♂	18	9 日				逃 亡
34	♀	16	1 日			出 血 死	
35	♀	15	4 日			膿 胸 死	
36	♂	18	3 カ月				逃 亡
37	♂	25	1 カ月				逃 亡
38	♂	20	2 カ月	+	多	栄 養 不 良	定圧灌流法施行
39	♂	18	14 日	+	少		創部化膿
40	♂	14	8 カ月				逃 亡
41	♂	13	9 カ月	+	多		定圧灌流法施行
42	♂	15	9 カ月	+	多		定圧灌流法施行
43	♀	12	9 カ月	+	多		定圧灌流法施行
44	♂	15	0			過剰麻酔死	
45	♂	13	9 カ月	+	多		定圧灌流法施行

間、1カ月、3カ月、6カ月、9カ月を目標に、夫々生存させておいて後、全身麻酔のもとに、種々の生理学的検査を行つてから、心標本を摘出して形態学的に検索した。その形態学的並びに生理学的所見については、各々節を改めて詳述するが、茲にその総合的な概略について記載する。

総数45例のうち、術後の種々の期間において監視不行届きのために7例を逃亡させ、また術中、内乳動脈遊離に際して、各肋間分枝結紮その他の不手際により、該動脈を損傷または切断して2例を移植不可能とした等、計9例を事故によつて失つた。さらに術中または術後の短期間に、麻酔過剰や大量出血または膿胸合併によつて、6例を死亡させた。

従つて残りの30例について、夫々術後2日1例、1週間後9例、2週間後6例、1または2カ月6例、3カ月2例、6カ月2例、9カ月4例、を検索した結果、移植動脈と冠状動脈との間に吻合を確実に認めたものは、術後1週以後の23例、吻合の不確実なものは、術後1週以内の6例、及び移植動脈完全閉塞例は、術後43日の1例であつた。

また術後の感染により、創部の化膿したもの6例をみ、その中の1例は膿胸を併発して死亡したが、残りの5例については、膿胸への進行を恐れていずれも早期に屠殺して検索した。

これを要約すると、事故のため失つた9例を除いた36例を分けると、死亡率：16.6%，失敗率：2.8%，吻合確認率：63.9%，吻合不確認率：16.6%となる。但し吻合不確認の6例は、術後短期間に検索したもので、長期間生存させれば吻合形成に至つたとも考えられるのである。

1. 吻合形成の形態学的証明

i) 肉眼的所見

上記移植術を実施した後、実験犬を生存させ、種々の生存期間において再開胸し、搏動している移植内乳動脈の中枢側から、70% Pyraceton を注入して、それが心筋中に移行する状態をレ線的に観察した。(図2) その結果、術後1カ月以上を経た例では、Pyraceton が移植部を中心として、心筋中に樹枝状に分布する像を認めたが、術後1カ月以内の例では、その状態が稍々不明瞭であつた。

次いで、心及び移植動脈を共にその周囲組織から分離摘出して、移植動脈の中核側断端より Evans blue 色素を加圧注入し、それが移植部を通つて心筋内に移行する状態を観察した。(図3, 4) それによると、術

後1週間においては、移植動脈と冠状動脈との間に毛細管様細枝による吻合を生じたものの如くに認められたが、それは術後2週間において明らかとなり、色素が僅かではあるが、心表面の冠状動脈に流入しているのを認めることができた。吻合形成は、術後の経過時日と共に発達し、1カ月後においては、吻合の数も増し、且つ心表面では冠状動脈の多方向に亘つて色素の流入を認め、さらに心筋の断面(図5)では心内膜の近くの冠状動脈にまで、色素の波及しているのを認めることができた。そして術後3カ月、6カ月とこれらの程度が増大していた。9カ月の例においてもこの状態は立派に維持されていた。

さらに、術後1カ月以上を経過した2例の摘出標本について、1954年藤田³⁵⁾の発表した方法を用いて、冠状動脈と移植内乳動脈との吻合状態を立体的に観察しようと思ひ、両動脈から歯科用 Metacryl 酸系合成樹脂を注入した後、これを60°C 30分及び100°C 1時間に熱処理し、冷却するのを待つて、強塩酸で約48時間組織を腐蝕させ、水洗後、両動脈の合成樹脂塑型を作成した。その結果、移植動脈より放射状に分岐した小動脈枝が、周囲の冠状動脈と吻合している像を得ることができた。

ii) 組織学的所見

上記の如く移植動脈から色素を注入した摘出標本について、その移植部を切除して、これを10%中性 Formalin 液中に固定し、Paraffin 包埋後、連続切片を作製し、Hematoxylin-Eosin 染色を行つて、顕微鏡下に観察した。

術後1週間における所見では、移植動脈の周囲は新鮮な肉芽組織によつてとりまかれ、炎症性円形細胞の浸潤が著しく、移植動脈の末梢側内面は、浮腫状に膨化した内膜下の組織で殆んど閉塞されているが、注入した色素粒は、明らかに移植動脈内外の組織中に浸透していた。

2週間後においては、(図6)移植動脈周囲の肉芽組織は漸次線維化の傾向を呈し、移植動物壁の性状も硬化性となり、その内腔は依然として殆んど閉塞されていて、冠状動脈との確実な吻合の像に接しえなかつたが、色素粒はやはり移植動脈内外の組織中に浸潤していた。

1カ月後においては、(図7, 8)移植動脈の閉塞された内腔に再び管腔の形成が認められ、動脈壁の性状はさらに器質化していた。移植動脈周囲の肉芽組織は、この時期には殆んど線維性ではあるが、その中の

繊細な小血管の或るものは、恰かも移植動脈を包囲するが如くに走行していることが多く、この小血管の壁は線弱であつて、移植動脈中の線維性閉塞部に色素粒を認めると共に、この小血管内にも多数の色素粒が認められた。

3カ月後においては、(図9, 10, 11, 12) 移植動脈から新生血管の分岐している確実な像に接することができた。すなわち移植動脈中の閉塞部に生じた血管腔から、管状の腔が側方に伸展し、移植動脈壁を貫通してその壁外に到達していた。これらの血管腔の内壁は、一層の内皮細胞に被われており、移植動脈の内・外弾力板は、貫通部で、側方に伸びた腔をとり囲むが如くに排列していた。この血管腔は、移植動脈の壁外にあつては、その壁は明らかに動脈壁の性状を具備しており、且つ移植動脈壁と共に移行し、そのまま心筋中に走行していた。また移植動脈壁内の閉塞部の血管腔には幾何かの分枝があり、これらもまた吻合形成の役割を演じているものようである。

6カ月以後における所見も、上記3カ月のものと殆んど同様であつたが、ただ新生血管腔は余程広がつていた。

9カ月後においても、依然としてこの血管腔は開存したままであつた。

2. 吻合形成機転 (図13)

実験犬の種々の時期における移植内乳動脈摘出標本の組織学的観察により、移植動脈と冠状動脈との吻合形成の機転について、次の事柄を推定して差支えないものと考えられる。

すなわち、移植動脈は、術後2週間以内の時期において、その末梢側内腔に血栓性の閉塞を生じ、これが次第に増大成長して線維性に変化すると共に、やがて1カ月以内の時期において、血栓の再疎通が始まり、これによつて移植動脈内に毛細管様の管腔を生じて、それが時間の経過と共に、一層の内皮細胞を有したまま適当な大きさの血管腔にまで成長する。他方この毛細管様の血管腔は、所々に分枝を派生し、その分枝は側方に伸びて、移植動脈の管壁を貫通し、動脈様の管壁を具備した血管となつて、移植動脈周囲の膵膵部において、冠状動脈より派生してきた小動脈枝と吻合連絡する。かくして移植動脈と冠状動脈との間に吻合が完成する。

これに対して、移植動脈中の血栓の再疎通が完成するまでの、術後の約1カ月内外の期間中には、搏動する血液が、予め移植動脈末梢側に設けた側孔から、移

植部周辺の心筋中に浸透するには違いないが、果してそれが冠血管にまで到達しているかどうか、換言すれば、この期間中に移植血管が冠血管と交通連絡しているかどうかということについては、組織学的に確証を得ることができなかつたが、前記の肉眼的所見に述べた如く、術後1週間において、既に何らかの形で、心表面の冠血管と連絡しているものと考えられる。しかしこのことは、心筋内に設けたトンネルの外部のことであつて、トンネル内部の移植動脈の消長に関することではなく、格別重要な意義を有するものとは考えられない。

3. 吻合形成の生理学的証明

教室の土川⁷⁵⁾は、形態学的に立証された移植内乳動脈と冠状動脈との吻合形成について、これを生理学的に立証し、さらにその機能状態を観察せんとして、術後1カ月以上生存した実験犬の11例について生理学的実験を行つた。そのために定圧灌流法を採用し、搏動する実験犬の左側鎖骨下動脈の末梢側を、内乳動脈だけ残してすべて結紮して、結紮部中枢側に2本のCanuleを血流方向及びその反対方向に挿入し、それを定圧灌流器具に連絡して、移植動脈内の血流量を測定すると共に、種々の附加実験を試みた。その詳細については、土川の論文に記載される。

それによると、移植動脈内の血流を停止させておいて、左側冠状動脈起始部を完全に結紮し、心停止に近い状態に陥らしめた心に、移植動脈から一定圧の動脈血を流入すると、著明な心運動の回復が認められるが、再び移植動脈の血流を遮断すると、心は再度状態悪化して心室細動を惹起し、遂に心停止に至つたと述べている。

このことは、移植動脈を流れる血流が、左側冠状動脈の分枝やひいてはその灌流域の心筋内に到達していることを意味し、移植動脈と冠状動脈との間に、小動脈に相当する血管吻合の存在することを証明している。そしてさらに、左側冠状動脈の狭窄や閉塞に際して、移植動脈が心臓栄養血管として、冠状動脈の機能的代償作用を充分果していることを推定せしめるものである。この実験中の心運動の消長については、その心電図がよくこれを物語つていた。

2. 異常心筋に対し内乳動脈移植を行つた場合の心筋の Revascularization

正常心筋に対して、内乳動脈移植法が奏効することを確かめたので、異常心筋、つまり Ischemia ある心筋において、移植動脈と冠状動脈との間に、果して

吻合が形成されるかどうか追究してみた。

総数10例について、術前すべて正常な心電図を呈していたものに異常心筋作成術を施し、術後3日の心電図再検を行って、10例中の4例は術後2日以内に死亡したが、残りの6例には、定型的な前壁心筋梗塞心電図、すなわち第1誘導においてST上昇と冠性Tの

所見を得て、心筋梗塞の発生したことを確認しえた(第2表)。

これを要約すると、10例中心筋梗塞発生例6例、発生率：60%、また術後死亡したもの4例、死亡率：40%である。

さらに、心筋梗塞発生6例について、異常心筋作

第2表 異常心筋における内乳動脈移植法実験例

番号	性	体重kg	前下行枝結紮結果	内乳動脈移植結果		備 考
				術後日数	吻合の多 少	
1	♀	12	心筋梗塞発生			内乳動脈損傷による移植不能
2	♂	13	2日後死亡			
3	♂	15	心筋梗塞発生	14日	中	
4	♂	12	心筋梗塞発生	1カ月	多	
5	♀	14	1日後死亡			
6	♂	14	心筋梗塞発生	3カ月	多	
7	♂	13	心筋梗塞発生	14日	中	
8	♂	15	術日死亡			
9	♂	12	心筋梗塞発生	1カ月	多	
10	♂	14	1日後死亡			

成手術後2週間において、心筋内内乳動脈移植のために再開胸してみると、冠状動脈結紮部位を中心に、小範囲ではあるが、心嚢膜は軽度線維性に心筋に癒着し、結紮部位より末梢側の冠状動脈灌流域の心筋には、平均3cm平方に亘って淡桃色を呈する Ischemia の部分を肉眼的に確認しえた。(図14) また内乳動脈損傷のために移植不能となった1例の心標本より、組織切片を作成して、組織学的に心筋梗塞を認めることができた。(図15, 16, 17)

吻合形成状態並びにその効果

上記心筋梗塞発生6例を術後2週間において再開胸し、正常心筋の場合と同様な方法で内乳動脈心筋内移植法を実施した。このような二重の手術操作を行つた実験犬について、最終手術後2週間または1カ月を経て心電図をとり、移植動脈と冠状動脈との間に吻合を生じ、それが心筋梗塞に有効に作用しているかどうか検討してみた。

人為的異常心筋作成の6例のうち、術中内乳動脈遊離に際して、これを損傷した1例を除いた5例に、内乳動脈の移植を成功しえた。それらについて、術後2週間のもの2例、1カ月のもの2例及び3カ月のもの1例に、夫々心電図をとり、その所見を検討すると、第1誘導において、ST上昇の消失と平低な陽性のT

を認め、(図22)心筋梗塞の所見が著しく改善されているのを確かめえた。次にこれらを屠殺して摘出心臓標本を求め、移植動脈と冠状動脈との間の吻合の状態を、肉眼的(図18)・組織学的(図19, 20, 21)に観察した。そして正常心筋に対するものと殆んど等しい吻合形成状態がえられていることを確かめた。

また教室の土川は、これらの各例について前記定圧灌流法を行い、その方面からもすべて吻合の形成を確認している。

しかし、私の行つた異常心筋作成方法が、非開胸下の生理的方法と異つて、開胸による侵襲が加わり、そのため実験犬には、小部分ではあるが、心・心嚢膜癒着を生じて、移植法施行前において、既に癒着法による効果が或る程度加味されていることは否めない。従つて異常心筋に対する移植法の効果と、癒着法の効果とを含めた結果を観察していることになるわけである。

3. 正常心筋における心・心嚢膜癒着術による心筋の Vascularization

内乳動脈移植法の効果と比較する目的で、正常心筋に心・心嚢膜癒着法を実施し、その結果を形態学的に追究した。

心・心嚢膜癒着術を施行した10例の犬について第3

表の如く、術後1週間、2週間、1カ月、3カ月を目標に、夫々生きさせておいて後、全身麻酔のもとに、心標本を摘出して検索した。

総合的な結果を述べると、総数10例のうち、術後管理不十分のために2例を逃亡させた他には、術中・術後に死亡したものはなかった。生存例の1例にのみ創

第3表 正常心筋における心・心嚢膜癒着法実験例

番号	性	体重kg	術後日数	吻合の		催炎剤	備考
				有無	多少		
1	♂	11	7日	?		Asbestos	
2	♂	14	13日	+	少	Asbestos	
3	♂	21	3カ月	+	多	Talc	
4	♀	17	1カ月	+	中	Talc	
5	♀	11	7日	?		Talc	創部化膿
6	♂	13	16日			Talc	逃亡
7	♂	13	7日	?		Talc	
8	♂	12	3日			Talc	逃亡
9	♂	15	14日	+	少	Talc	
10	♀	15	1カ月	+	中	Talc	

部化膿をみた。

従つて8例について、術後1週間3例、2週間2例、1カ月2例、3カ月1例、を検索した。

心嚢膜血管叢と冠状動物との間に吻合を確認したものは、術後13日以後の5例、吻合の不確実なものは、術後1週間の3例であつた。要約すると、8例のうち、死亡率：0、吻合確認率：62.5%、吻合不確認率：37.5%となる。

1. 吻合形成の肉眼的観察所見

心嚢膜には、横隔膜・縦隔洞等の隣接臓器より、多くの栄養血管叢が分岐しているが、左側内乳動脈より派生している分枝が、これに関与すること大なるものがあると考えて、上記手術操作後の種々の生存期間において、実験犬の搏動する左側内乳動脈に、Evans blue 色素を注入してみた。胸腔内面及び左側上部乳房と共に、心嚢膜全面に亘つて色素で青色を呈してきた。

心を心嚢膜と共に、その周囲の組織から分離摘出し、呈色した心嚢膜を、その癒着部位を中心にして瓣状に剝離し、心筋中への色素の移行状態を観察した。術後1週間における所見では、心嚢膜は軽度に肥厚し、その癒着は簡単に鈍的に用手剝離しうる程度で、心表面に少量の色素をみる他に特別な所見をえなかつたが、2週間後においては、心嚢膜は用手剝離しえない程度に高度に癒着し、心筋中には、表在性ではあるが、所々に線状の色素侵入を認めえた。

1カ月後においては、心筋表面及び心筋中の所々に分布した色素を認め、3カ月後においては、心筋中に侵入した色素の量が更に増強し、心表層において明らかに冠状動脈に流入した色素を認めることができた。

2. 吻合形成の組織学的所見

上記のように色素を注入した摘出心標本について、癒着した心嚢膜の一部を心筋と共に切除し、これを10%中性 Formalin 液に固定して、Paraffin 包埋後、連続切片を作成し、Hematoxylin-Eosin 染色を行つて顕微鏡下に観察した。

術後1週間における所見では、軽度肥厚した心嚢膜と心筋との間に、既に未熟な線維性癒着をみる他に、特別記載すべき所見をえないが、2週間後においては、癒着は結締織性となり、その部位は強く肥厚して内に新生血管を含み、さらに1カ月後においては、(図23)一層の内皮細胞を具備した血管腔が、多くの色素粒を蔵したまま、心嚢膜と心筋との間に交通している像に接しえた。3カ月後においては、この血管腔はさらに拡張し、その壁も成熟しているのを認めえた。しかしこの血管壁の性状は、それが動脈性か静脈性か判別することができず、また色素が心筋内にどの程度の深さにまで到達しているか知りえなかつた。

但し、吻合血管の性状については、それを通つて色素が冠状動脈に入ること、及び内乳動脈より色素を注入して、この血管が該動脈の末梢分枝に相当すること等を確かめうるので、明らかに動脈性でありうる。

4. 正常心筋における内乳動脈移植法の効果と心・心嚢膜癒着法の効果との比較

内乳動脈移植法と心・心嚢膜癒着法とについて、心筋内の血管増生という観点から、直接量的に比較することは困難である。実験犬の術後の種々の生存期間における、吻合血管の大きさや心筋中への色素の移行範囲及びその深度等について、両者を比較することは可能である。その結果は、移植法が癒着法に比して充分優れていると推定される。

例えば、一応吻合形成の成熟したものととして、術後3カ月を経た例について比較してみると、移植例では、移植動脈から派生した小動脈と考えられる血管が、心表面から平均0.5cmの深部において、冠状動脈の分枝と吻合している。癒着例では、心嚢膜内面に分布した毛細管様の小血管枝が、心表面において、冠血管の毛細管程度の小分枝と吻合するにすぎない。そして色素の心筋への分布も、心表面では癒着例はより広範囲であるが、心筋の深部では移植例は圧倒的に優れている。

これを要約すれば、吻合を形成する能動者が、移植例においては、内乳動脈という搏動する一流の動脈であるに反し、癒着例においては、名もない心嚢膜の血管叢にすぎないということが、吻合血管の性状を決定づける有力な原因になるものと考えられる。尤も移植例では内乳動脈の移植範囲が幾何学的に線であり、これに対して、癒着例では心嚢膜血管叢の癒着範囲が幾何学的に面であることが、両者の送血面積比較に問題となるであろうが、また一方において、移植例では、

移植動脈が心筋内において放射線状に分枝を派生する可能性を有するに對し、癒着例では、心嚢膜血管叢が心表面において単に一方方向に対してのみ分枝を派生する。

また効果については、個々の実験動物における個体の条件及び手術侵襲の大小、手術手技の巧拙等によつて、各例の吻合形成に影響が与えられ、それらの結果に画一性を欠くことも充分想像される。なおまた、私の実施した手術操作が、私独自の方法であつて、そのことが夫々の方法の効果に對して異説を呼び、あるいは、私の行つた効果比較の結果を覆がえす場合も生ずるかもしれない。

私の実施した方法は、先にも記したように、移植法については、移植動脈の末梢端に約0.3cmの小さな側孔を設けて、これを心筋中の約3cm長、0.5cm深のトンネルに埋没したものであり、また癒着法については、殊にその癒着範囲と心外膜除去法が問題となるが、収縮性心嚢膜炎発生によつて、心に重篤な影響を与えるには程遠い範囲内で、しかも心筋梗塞発生頻度の比較的高いといわれている、左側冠状動脈前下行枝の部位を中心にして癒着を生ぜしめたものであり、且つ心外膜除去法(De-epicardialization)として物理的擦過法を行い、' 催炎剤としては、Asbestos または Talc の粉末を使用したものであつて、そのような程度において、両者の方法を比較検討したのである。

ともあれ、私の方法では、内乳動脈移植法が心・心嚢膜癒着法に較べて勝つていと判定した。

V. 総括並びに考按

緒言において記したように、冠血管疾患に対する治療法として、種々の手術方法が考案されているが、いずれも未だ臨床上に全く有効なものとして認められてはいない。しかしいくつかの手術方法は、或る程度術後患者の症状を消褪し、心筋の器質的変化を改善することが認められている。ただその治効機転については、種々の説があつて未だ充分に解明されてはいない。

これらの種々の手術方法のうちで、臨床上に最も多く利用されている方法は、心・心嚢膜癒着法であつて、この方法の利点は、1) 手術操作が比較的簡単に短時間に実施しうること、2) 心に直接手術侵襲が加わらないこと、等である。他方1) 冠血管増生という

目的に對する効果の軽いこと、2) 時には異物挿入によつて障碍の発生する可能性のあること、等の欠点もある。

この方法は、既に1903年 Thorel⁷³⁾ が、両側冠状動脈が閉塞された場合、心は心嚢膜癒着によつてその血管から血液供給を受けるかもしれないと予言し、1932年 Moritz⁴⁸⁾ が、線維性に心と心嚢膜と癒着した4例の患者の心標本について、冠状動脈に油煙の Colloid 懸濁液を注入したら、全例の心嚢膜血管にその油煙を豊富に認めたと報告している。しかしそれとは別に、1939年 Heinbecker 等³³⁾ が、実験的に心嚢膜腔内に、Sodium morrhuate, Lionite または Carborundum sand 等を注入して、無菌的な癒着性心

囊膜炎を作成したと発表した⁶⁹が、1942年 Thompson^{69, 70, 71, 72}がこの原理を応用し、催炎剤として Talc を用いて、57例の臨床患者に手術を行い、7例に死亡をみたが、残りの生存者のうち、その75%に症状の好転があつたと発表して、初めてこの方法を確立した。Thompson は、この際の Talc の役割とその消長について、術後10年にして他の疾病で死亡した症例の組織学的所見から、Talc は冠血管の拡張、ひいては血管新生を喚起するが、吸収されずに慢性の刺戟として存在し、炎症が永続して、通常の肉芽の如くに結締織形成による収縮性心囊膜炎を起すことがない、と記載している。1954年 Gorelick 等²⁸) は、重症冠不全患者47例に Talc を用いて本手術を行い、死亡率 5.5% で、他の70%に著効をみたと発表し、本邦では和田⁸⁵) は1956年、Asbestos を用いて2例の患者に本法を行い、1例に成功したと報告して、一応 Thompson の方法を支持している。

また1951年 Beck^{14, 15}) は、Beck 第I手術法として、冠状静脈結紮法と心・心囊膜癒着法とを組合せた方法、すなわち、冠状洞を緩く結紮して部分的狭窄を起させ、次いで搔爬による心外膜除去後、心表面に Asbestos 粉末を撒布し、近接の縦隔洞脂肪組織をもその部位に接着する方法を試みて、実験的に成功したと報告している。1955年 Leighninger⁴²) は、Beck と共に、88例の臨床患者に同法を応用した結果、手術死7例を除いた他の90%に奏功したと報告し、1955年 Selman⁶³) も32例の患者に同法を試みて、死亡率：5%、治癒率：80%であつたと発表している。本邦でも、青木³) は1957年、この変法として、冠状動脈前下行枝随伴静脈、すなわち、大心静脈末梢を結紮すると共に、Talc を用いた心・心囊膜癒着法を実験的に施行して、冠状動脈との吻合を証明したと述べている。

以上諸家の成績は、決して充分満足すべきものではないが、比較的良好なものといえよう。1940年 Barchell¹⁹) は、犬を用いた冠状動脈閉塞実験研究から、心・心囊膜癒着術を行つて、心筋に血液を供給する場合、血管によつて演ぜられる役割は極めて少ないか、または全く存在しないと述べており、Bailey⁵) は、Thompson の方法に対して、その場合の血管新生は表在性のもので、深層の梗塞には効果なく、たとえ吻合が生じても血液供給量は増加しない。ただし効果があるとするれば、それは表在性の血行増加のため、心筋内の梗塞範囲の拡大を防ぎ、心室細動を防止するこ

とに役立つだろうといつて、各々 Thompson に対して異説をとなえている。本邦では、1954年大原等⁸³) は、心・心囊膜、心・大網膜及び心・筋肉等の各癒着法と内乳動脈移植法、それに冠状洞動脈化法を夫々比較して、側副路形成は心・心囊膜癒着法と内乳動脈移植法とにみられたが、いずれも左側冠状動脈前下行枝結紮による心筋の大きい虚血に対しては無効であるという結果を示し、木村等⁸⁸) は1950年、大動脈起始部を切開して、Polyethylen tube を冠状動脈内に挿入狭窄を起させ、心・心囊膜癒着法、内乳動脈癒着法及び大動脈冠状洞吻合法を夫々比較して、いずれも効果不明だつたと報告している。

私の行つた10例の正常成犬における実験では、心・心囊膜癒着法が心筋梗塞に対して実際どれだけ有効であるか判定することができなかつたが、検索しえた8例中5例に、心囊膜血管が心筋表層に対して、確実に血液供給源としての役割を演じていることを知り、残りの3例には不確実ではあるが吻合形成の可能性を認めた。しかしこれは心筋表層における所見であつて、心筋の深層に対しては、Bailey のいうように疑問を抱かざるをえない。とにかく癒着法は、利点と共に欠点もあり、殊に心筋血管増生という点からみて、理論的實際的に採択し難いものがある。私が本法と内乳動脈移植法とを比較した理由もこれらの点について、実際にこれを証拠づけようとしたことにある。

私が研究の主眼とした内乳動脈心筋内移植法は、1946年 Vineberg^{76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84}) が創始したもので、その根拠として、「1) 心筋は骨格筋と異なり豊富な血管網を有するので、内乳動脈を開放性に移植しても血腫を作ることなく、管腔も開存する。2) 冠状動脈硬化は、心外膜に近い部分に限られ、心筋内に侵入している分枝には波及していない。故に動脈血がこの血管網に与えられれば、心筋全体に流入分布する。」ということを挙げている。彼は本法をまず犬に実験してみた。その方法の特徴は、遊離した内乳動脈の第VI肋間動脈分枝のみを開放しておいて、心筋内トンネルに挿入固定するものであつて、実験的に成功した上で、臨床的にこれを試み、1955年までに29例の患者に施行して、死亡率 4.3%をみたが、残りの70%に著効を奏したと報告している。1950年 Glenn²⁷) は、実験的に本法を検討し、組織学的には、心筋に組織反応が少なく、動脈の内膜肥厚がみられるが、術後6週間においても血管腔は開存し、多数の小血管腔をみたと述べている。また Wenzl 等^{87, 88}) も1953年、

10例の犬に本法の変法として、遊離した内乳動脈末梢側に側孔を設けてトンネル内に挿入固定する方法を行い、9例に成功したと報告している。本邦では、1952年大久保⁵⁴⁾は、実験的に吻合の形成されることを認めると共に、さらに1955年⁵⁵⁾、冠状動脈結紮による人為的冠不全症を作成して、各種の手術方法をこれに行つて比較し、移植法は肋間分枝の剝離が困難であるが、これを充分に行えば、結果良好であると述べている。

しかし他方、Neptune等⁵²⁾は、動物実験の結果、冠状動脈と移植動脈との間に吻合を認めたものは僅かであつて、吻合形成例でも、術後9カ月においては、移植動脈の内膜が肥厚して腔狭少となることを指摘し、本法による心筋内の血管増生は不可能だといひ、また1955年Bakst⁶⁾は、移植法施行後6カ月を経ると、移植動脈はその95%が重症内膜増殖で閉塞されてしまい、たとえ側副路が形成されても心筋内の血流を増加することがないと述べて、夫々反対論をとなえている。また本邦でも、本多・中嶋等^{34, 40)}は1954年以来、心筋に小切開を加えて、心筋の厚さの約1/2の深さの位置において、単に内乳動脈を埋没固定する方法で本法を実験し、肉眼的には10例の犬に吻合を認めたが、組織学的には移植動脈と冠状動脈との間の直接の吻合を認めえなかつたと報告し、本法の効果に対して懐疑的である。また前記の如く、木村等³⁸⁾は1955年、人為的冠閉塞例に対して種々の方法を行つて各々比較検討した際に、移植法は動脈内膜炎による狭窄を起し易いと述べ、また大原⁵⁶⁾も1954年、移植法は心筋の大きい虚血に対して無効だといつている。

なおVineberg自身も、移植動脈がトンネルに入る部位や、それが胸壁から離れる個所において屈曲して、そのため、時に腔の狭窄を来し、血流障害を生ずることがあると認めている。私の実験では1例にのみ閉塞を認めたが、これはトンネル入口部の屈曲のためと考えられた。

さらにLitvak^{45, 46)}はVinebergと共に、移植動脈のトンネル外部分から、新たに新生分枝や肋間動脈分枝を派生することを知つて、1957年内乳動脈・心癒着術という新方法を発表した。これは、広く遊離した内乳動脈の末梢端を左心室心筋中に単に固定するだけで、それより中枢側は、特殊な器具を用いて心外膜除去を行つた左心室表面に、該動脈自身を癒着させるものであつて、癒着による血管新生の効果を狙つたものである。このような新しい方法を発表したことは、

一見Vineberg自身の内乳動脈移植法に対する否定の如くみえるが、寧ろ移植法の肯定的発展と考える方が妥当と考えられる。

私の実験方法は、Vinebergの原理に基づくWenzlの変法によつて実施したものであつて、その特徴は移植動脈の末梢側に側孔を設けたものである。この側孔の意義については、Wenzl自身とりあげて説明してはいないが、私自身の意見としては、1)内乳動脈遊離のためにはその各分枝を結紮するが、その結紮糸が不手際で時に該動脈に狭窄を招くことがあるので、側孔を設けることは、遊離した該動脈内の血流を肉眼的に確かめる一助となる。2)トンネル内に側孔よりの出血によつて、一時的な血腫を形成させ、その刺戟で早期に吻合を完成させよう。というような比較的簡単な理由から側孔を設けたものであつて、寧ろVinebergの開放せる第VI肋間動脈に相当するものである。また心筋内のトンネルの深さについては、犬の左心室心筋の厚さは、平均1cmであるので、少なくとも0.5cm位の深さすなわち心筋の中層に位置するように注意してこれを穿つた。

手術手技については、Vineberg及びWenzlの方法と大同小異であつて、操作には細心の意注を要するが、殊に、移植動脈内に永続した血流を維持するように努力することが、最も重要な事項であつた。

私の実験結果では、総数45例の正常成犬に移植法を施行して、術後逃亡した7例及び、内乳動脈損傷による移植不能2例等の事故例9例と、術中及び術後の短期間に死亡した6例とを除き、残りの30例中、確実に吻合の証明されたもの23例、不確実なもの6例であり、これに対して移植動脈が完全に閉塞されたもの1例であつた。これを要するに、9例の事故例を除いた36例について、死亡率：16.6%、吻合形成の不確実なものも長期間で検討すれば吻合確認しうるものとして、成功率：80.5%、失敗率2.8%である。

この結果は1953年Vinebergの発表した総合実験結果、成功率：50~75%、及び、1953年Wenzlの、死亡率：10%、成功率：90%、失敗率：0、という実験結果に比較して略々同様といえる。

さらに人為的冠状動脈閉塞症作成については、1954年Bakst⁶⁾のは、正常犬の冠状動脈回旋枝結紮の場合の死亡率は100%、前下行枝の場合は60%であるといひ、また1954年Vineberg⁵⁸⁾は、10例の犬の前下行枝結紮実験において、その8例に死亡をみ、死亡率：80%と述べている。私の10例の犬の前下行枝結紮実

験では、その4例に死亡をみ、死亡率：40%であつた。従来この実験に関しては、高低種々の死亡率が多くの研究者によつて報告されているが、それらの結果は、Vinebergも述べている如く、結紮部位及び結紮方法に影響されると考えられる。

このような冠状動脈閉塞異常心筋作成例に対して、ある期間を経て内乳動脈移植法を施行した実験報告を知らないで、ここに比較すべきものを呈示し得ないが、私のこのような方法の実験では、6例の異常心筋作成例のうち、事故例1例を除いた5例に好結果、すなわち、心電図的好転と吻合形成の確認をうることができた。このことは、本移植法の有効さを如実に物語っていると考えられる。

私の行つた研究において、内乳動脈移植法による吻合形成の機転を解明しえたことは、殊に著しい知見であつた。移植動脈と冠状動脈との間の吻合形成については、1953年 Vineberg^{16, 82)}は、感染の存在のもとでは移植動脈に好んで血栓が作られ、その再疎通によつて吻合が形成され、このような機構によつて実験例の50~75%に吻合が形成されると述べ、さらに1954年⁸³⁾、術後12日頃にして移植動脈より分枝を生じ、これが生長して3または4週間後に小動脈となつて冠状動脈と吻合すると述べているが、血栓の再疎通の時期と吻合形成の時期との関係及び、両者の機轉的關係については言及していない。また1955年 Wenzl⁸⁴⁾は、心筋の特異性に基ついた神経の反射機構によつて、吻合形成の可能性のあることを推論しているが、それ以上の詳述を避け、本邦では、本多・中崎等³⁴⁾は1956年、吻合は移植動脈より派生した新生血管の毛細管叢を通して行われると報告している。

私は1956年、移植法実施例の術後の種々の期間における組織学的観察により、前記の如く、移植動脈には、術後2週間以内の時期において、その内腔に血栓性の閉塞を生じ、これが次第に線維性に變化すると共に、1カ月以内の時期に血栓の再疎通が始まり、これによつて移植動脈の内腔に血管腔を生じ、それと共にこの腔より分枝を派生して、それが移植動脈壁を貫通して動脈壁をもつた血管となり、冠状動脈との間に吻合が行われると述べた。

この所見は、1953年の Vineberg の所見と全く別個にえたものであり、且つ吻合の組織学的確証は、術後3カ月の例において明らかに確認することができた。これは、血管の一般組織内における分枝派生の機構と異つて、盲管に終る血管より心筋という特殊組織にお

いて分枝を派生する機構である。そのためには、心筋という血管網の豊富な特殊組織に、与つて力があるのかも知れない。また注意すべきことは、組織学的所見の結果から明らかな如く、移植動脈は冠状動脈との間に吻合を形成するのであつて、冠状静脈との間に吻合を作るのではない。

従つて、冠血管の變化や心筋の病変部が、甚だ広範囲にある場合にはやむをえないが、病変部が比較的小範囲の場合には、隣接周辺の健常部の冠状動脈枝と、病巣部に導入された移植動脈との間に吻合を作ることによつて、病的心筋を栄養するであろうと推定される次第である。

私は、本移植法の良好な実験結果から、臨床的に応用する時期を待つているが、残念ながら未だその機会をえていない。

Vineberg⁸⁵⁾は1954年、冠状動脈前下行枝起始部結紮術を10例の犬に行つて、その80%に死亡をみたが、結紮と同時に移植法を施行した29例には、死亡率0であつたと記載し、これに力をえて、本法を臨床的に応用し、12例の患者に手術を行つて、3例死亡、8例に成功したと発表している。そしてさらに、本法の適応症は、冠不全の患者の中でも、休息時には狭心症の発作のないものに限ると述べている。

しかし他方においては、移植法は、動脈片を心筋内に移植するので、身体他部に移植した場合と異なり、高率に閉塞を発生しやすいという意見や、また移植法は、技術的に困難な点があるという考えがあつて、一般的に臨床的応用が躊躇されている向きがある。

本内乳動脈移植法については、一般的には、冠血管疾患に対する外科的治療法として有効なものであるという確定した意見をえていないが、私自身の良好な実験結果や、注意さえすれば吻合形成が良好であるという点、及び、実際の手術操作が40分以内で行いうること等により、本法は臨床応用に発展せしめうる充分な方法であると考えられる。

しかし、緒言において述べた如く、本移植法は、病的心筋に対して外部より新たに血液を供給し、それによつて、冠血管疾患の治療を図ろうとしたものであつて、その点において優れた方法であると考えられるが、冠血管疾患の治療法として最も優れた方法であるかどうかという点については、残念ながら私は言及することができない。近き将来において、さらに簡単でもつと効果のある方法が考案されれば、甚だ幸であると考えられる。

VI. 結

冠血管疾患に対する外科的療法として、種々なものが考案されているが、それらの中から著者は、心筋血管増生という目的を比較的良好に達成し、且つ手術侵襲の軽い方法として内乳動脈心筋内移植法を選んだ。本法を正常心筋に試みて吻合形成効果を確認し、次いで異常心筋を作成してこれに本法を試み、また心・心嚢膜癒着法を実施して効果の比較を行い、次の如き結果をあげた。

1) 左側内乳動脈を、鎖骨下動脈の分岐部から胸骨剣状突起近くまで、胸壁から遊離してその先端を結紮切離し、この断端近くに約 0.3cm の側孔を設ける。次に左心室前壁の左側冠動脈前下行枝の灌流域の心筋に小切開を加えて、約 0.5cm の深部に約 3cm 長の両端開放したトンネルを穿ち、この中に側孔を設けた内乳動脈断端部を導入して固定する。

2) このような正常心筋内内乳動脈移植術によつて、移植動脈と冠動脈分枝との間に吻合を形成する成功率は 80.5%、失敗率：2.8%、手術による死亡率：16.6%の成績をえた。

3) 移植内乳動脈と冠動脈分枝との吻合形成機構として、移植動脈には手術後 2 週間以内の時期に、内腔に血栓性閉塞を生じ、これが次第に線維性に変化すると共に、1 カ月以内の時期に再疎通が始まる。これによつて移植動脈の内腔に血管腔を生じ、同時にこの腔から分枝を派生して移植動脈壁を貫通し、動脈壁をもつた血管となり、冠動脈分枝との間に吻合が形成され

論

る。移植血管との吻合は冠動脈との間に行われ、冠静脈との間には行われない。

4) 左側冠動脈前下行枝の起始部を結吻して、心筋梗塞様異常心筋を作成しておいて、この部の心筋内に内乳動脈を移植する時は、正常心筋内に移植した場合と同様に、よく移植血管と冠動脈分枝との間に吻合が形成され、異常心筋部の血流を維持して栄養し、心筋梗塞症状が改善されることを確かめた。

5) 開胸の下に心嚢膜を約 5cm 長に縦切開し、左側冠動脈前下行枝の灌流域の部分を中心に、心嚢膜内面及び心外膜を鈍的に擦過し、催炎剤として Asbestos 粉末を撒布して、心・心嚢膜癒着を起させた。正常心筋における心嚢膜血管叢と冠動脈分枝との間の吻合は、術後 2 週にして約 62.5% において形成され、以後時日の経過と共に吻合が緊密になる。しかし、本法の場合の吻合は心筋表在性に行われ、心筋深在性に達しない傾がある。

6) 心筋内内乳動脈移植術の効果と、心・心嚢膜癒着術の効果とを比較すると、吻合血管の深達性、吻合血管の大きさ、吻合血管派生の多方向性等、換言すれば、吻合血管の栄養血流量の多い点からみて、移植術は癒着術より遙かに優れている。

稿を終るに臨み、終始御指導と御鞭撻を賜り、且つ御校閲を忝けなくした恩師卜部教授に対し、衷心より深甚なる感謝の意を捧げると共に、有形無形の御援助と御協力を頂いた瀬川・土川の両長友を始め、教室員の方々に深謝の誠を表する。

文

- 1) Absolon, K. B., J. B. Aust, R. L. Varco & W. Lillehei : Surgical treatment of occlusive coronary artery disease by endarterectomy or anastomotic replacement, Surg. etc. 103 180—185 (1956). 2) Agress, C. M., M. J. Rosenberg, H. I. Jacobs, M. J. Binder, A. Schneiderman & W. G. Clark : Protracted shock in the closed-chest dog following coronary embolization with graded microspheres, Am. J. Physiol. 170, 536—549 (1952). 3) 青木高志・斉藤弘行 : 実験的冠不全症に対する左冠動脈前下行枝随伴静脈(仮称)結紮術ならびに心膜内癒着術併用の効果について。日胸外

献

- 会誌, 5, 436—437 (昭32). 4) 麻田栄・板谷・武内・中村・隈岐・関・三戸 : 冠不全に対する Cardio-pericardiopexy の経験。胸部外科 9, 623—630 (昭31). 5) Bailey, C. P. : Surgery of the heart, Lea & Febiger, Philadelphia (1955). 6) Bakst, A. A., J. Costas-Durieux, H. Goldberg & C. P. Bailey : Protection of the heart by arterialization of the coronary sinus; 1. Coronary collateral flow in normal dogs and in dogs having had previous nondescript cardiac surgery : J. Thorac. Surg. 27, 433—441 (1954). 7) Bakst, A. A., J. Costas-Durieux & C.

- P. Bailey** : Arterialization of the coronary sinus for the revascularization of the beast in coronary artery disease; Mortality study following circumflex coronary artery ligation, *J. Thorac. Surg.* **30**, 57-65 (1955). 8)
- Bakst, A. A.** : The physiologic and pathologic evaluation of the implantation of the internal mammary artery into the left ventricular myocardium for the treatment of coronary artery disease, *Surg.* **38**, 349-362 (1955).
- 9) **Baronofsky, I. D., D. W. Hannon & C. E. Turback** : Cardiojejunopexy for coronary artery disease, *Surg.* **39**, 3-6 (1956).
- 10) **Battezzati, M., A. Tagliuferro & G. DeMarchi** : Ligation of both internal mammary arteries in vascularization disturbances of the myocardium; preliminary report on first experimental and clinical data, *J. A. M. A.* **160**, 713 (1956). 11) **Beck, C. S.** : The development on a new blood supply to the heart by operation, *Ann. Surg.* **102**, 801-813 (1935). 12) **Beck, C. S., E. Stanton, W. Batiuchok & E. Leiter** : Revascularization of heart by graft of systemic artery into coronary sinus, *J. A. M. A.* **137**, 436-442 (1948). 13) **Beck, C. S.** : Revascularization of the heart, *Ann. Surg.* **128**, 854-864 (1948). 14) **Beck, C. S., R. S. Hahn, D. S. Leighninger & F. F. McAllister** : Operation for coronary artery disease, *J. A. M. A.* **147**, 1726-1731 (1951).
- 15) **Beck, C. S. & D. S. Leighninger** : Operation for coronary artery disease, *J. A. M. A.* **156**, 1226-1233 (1954). 16) **Bencosme, S. A. & A. M. Vineberg** : Histologic studies of the internal mammary artery after implantation into the myocardium, *Am. Heart J.* **45**, 571-575 (1953). 17) **Blum, L. & L. Gross** : Technic of experimental coronary sinus ligation, *J. Thorac. Surg.* **5**, 522-529 (1936). 18) **Blumgart, H. L., S. A. Levine & D. D. Berlin** : Congestive heart failure and angina pectoris, *Arch. Int. Med.* **51**, 866-877 (1933).
- 19) **Burchell, H. B.** : Adjustments in coronary circulation after experimental coronary occlusion, *Arch. Int. Med.* **65**, 240-262 (1940).
- 20) **Carter, B. N., E. A. Gall & C. L. Wordsworth** : An experimental study of collateral coronary circulation produced by cardiopneumopexy, *Surg.* **25**, 489-509 (1949).
- 21) **Cutler, E. C. & S. O. Hoerr** : Total thyroidectomy for heart disease; a five-year follow-up study, *Ann. Surg.* **113**, 234-259 (1941). 22) **Fauteux, M.** : Experimental study of the surgical treatment of coronary disease, *Surg. etc.* **71**, 151-155 (1940). 23) **Fauteux, M.** : Treatment of coronary disease with angina by pericoronary neurectomy combined with ligation of the great cardiac vein; A case report. *Am. Heart J.* **31**, 260-269 (1946). 24) **Fauteux, M.** : Surgical treatment of angina pectoris; Experiences with ligation of the great cardiac vein and pericoronary neurectomy, *Ann. Surg.* **124**, 1041-1046 (1946). 25) **Franck, F.** : Signification physiologique de la resection du sympathique dans la maladie de Basedow, l'épilepsie, l'idiotie et la glaucome, *Bull. l'Acad. de med. Paris* **41**, 594 (1899), 52) による。 26) **Garamella, J. J., L. J. Hay., V. P. Gorge & V. K. Jensen** : Modified cardiopneumopexy employing segmental resection; An experimental method with directional flow studies, *Surg.* **39**, 574-591 (1956). 27) **Glenn, F. & J. M. Beal** : Fate of artery implanted in myocardium, *Surg.* **27**, 841-847 (1950). 28) **Gorelik, A. N. & S. Dack** : Revascularization of the myocardium by cardiopericardiopexy: Clinical results in coronary and rheumatic heart disease, *J. Intern. Coll. Surg.* **21**, 167-174 (1954).
- 29) **Gross, L., L. Blum & G. Silverman** : Experimental attempts to increase the blood supply to the dog's heart by means of coronary sinus occlusion, *J. Exp. Med.* **65**, 91-108 (1937). 30) **Hahn, R. S. & C. S. Beck** : Revascularization of the heart: A

study of mortality and infarcts following multiple coronary artery ligation, *Circulation* **5**, 801-809 (1952). 31) **Hannon, D. W., S. P. Minn & I. D. Baronofsky** : A comparison of cardiojejunopexy with other method of revascularizing the heart, *Surg.* **40**, 1111-1127 (1956). 32) **Harken, D. E., H. Black, J. F. Dickson & H. E. Willson** : De-epicardialization; A simple, effective surgical treatment for angina pectoris, *Circulation* **12**, 955-962 (1955). 33) **Heinbecker, P. & W. A. Barton** : Operation for development of collateral circulation to heart, *J. Thorac. Surg.* **9**, 431-438 (1939). 34) **木多憲児・中崎忠純** : 冠循環障碍の外科的療法; 内乳動脈心筋内移植時の病理組織学的研究. *日内科会誌*, **45**, 289-290 (昭31). 35) **藤田敏雄** : 合成樹脂注入法による人胎児腎血管の研究. *金沢大学医学部解剖学教室業績集*. 第49冊, 1-32 (昭29). 36) **Jonnesco, T.** : Traitement chirurgical de l'angine de poitrine par la resection du sympathique cervico-thoracique, *Bull. l'Acad. de med. Paris* **84**, 93 (19-20), 52) による. 37) **Key, J. A., F. G. Kergin, Y. Martinear & R. G. Leckey** : Method of supplementing coronary circulation by jejunal pedicle graft, *J. Thorac. Surg.* **23**, 320-330 (1954). 38) **木村賢二・井田祐次・小河博・太田満里子・町田和枝・山形恵子** : 冠不全の外科的療法に対する実験的研究. *日循環器会誌*, **19**, 155 (昭30). 39) **小林太刀雄・伊藤・中西・村尾・露木・厚美・竹内・太田・佐藤・安田・岸井・渡辺・坂本・杉浦・高皇** : 冠状動脈閉塞時における心筋の反応. *最新医学*, **12**, 2606-2616 (昭30). 40) **黒田峻嶺** : 冠動脈閉塞症に対する外科的療法の実験的研究. *名古屋医学*, **70**, 1616-1644 (昭30). 41) **Leighninger, D. S. & C. S. Beck** : The ineffectiveness of bilateral sympathectomy on intercoronary arterial communication, *Ann. Surg.* **142**, 274-278 (1955). 42) **Leighninger, D. S.** : A laboratory and clinical evaluation of operations for coronary artery disease, *J. Thorac. Surg.* **30**, 597-410

(1955). 43) **Lezius, A.** : Die künstliche Blutversorgung des Herzmuskels, *Langenbecks Arch. u. Dtsch. Z. Chir.* **189**, 342-346 (1937). 44) **Lezius, A.** : Die anatomischen und funktionellen Grundlagen der künstlichen Blutversorgung des Herzmuskels durch die Lunge bei coronararterien Verschluss, *Arch. f. Klin. Chir.* **191**, 101-139 (1938). 45) **Litvak, J. & A. M. Vineberg** : Removal of the epicardium in myocardial revascularization procedures using a special epicardial stripper, *Surg.* **41**, 466-470 (1957). 46) **Litvak, J. & A. M. Vineberg** : Left internal mammary arteriocardiopexy in the therapy of coronary insufficiency, *Surg.* **41**, 738-744 (1957). 47) **美甘義夫・伊藤良雄** : 冠循環をめぐる諸問題. *総合臨床*, **5**, 1448-1456 (昭31). 48) **Moritz, A. R., C. L. Hadson & E. S. Orgain** : Augmentation of the extracardiac anastomosis of the coronary arteries through pericardial adhesions, *J. Exper. Med.* **56**, 927-931 (1932). 49) **中崎忠純・薄葉・今野・石川・和野・平井・猪苗・木村・本多** : 冠血流障碍に対する外科療法の研究; 左側内乳動脈心筋内移植の基礎的研究. *日胸外会誌*, **2**, 226-228 (昭29). 50) **西村正也・内山光昭・桑野弘** : 冠不全の外科的療法に関する実験的研究 (第1報). *日外会誌*, **57**, 835-836 (昭31). 51) **西村正也・内山光昭** : 冠不全の外科的療法に関する実験的研究 (第2報). *日胸外会誌*, **5**, 435-436 (昭32). 52) **西村正也** : 冠不全の外科的療法. *呼吸と循環*, **5**, 137-143 (昭32). 53) **大原到・堀内藤吾・原和久・藤木良平** : 冠不全に対する外科的療法の実験的研究. *日循環器会誌*, **18**, 99 (昭29). 54) **大久保忠訓・黒田峻嶺** : 冠状血管系外科に関する実験的研究 (第1報), *胸部外科*, **5**, (別集), 37 (昭27). 55) **大久保忠訓・黒田峻嶺・白江井宏・榊原欣作** : 冠状洞動脈化に関する実験的研究. *日胸外会誌*, **2**, 225-226 (昭29). 56) **大久保忠訓** : 冠状血管系外科に関する実験的研究. *名古屋医学*, **69**, 1407-1418 (昭30). 57) **大久保忠訓・田中哲・黒田峻嶺** : 冠不全に対する支配神経切除の実験

- 的研究. 日胸外会誌, 3, 111 (昭31).
- 58) O'Shaughnessy, L. O. : An experimental method of providing a collateral circulation to the heart, Brit. J. Surg. 23, 665-670 (1936).
- 59) O'Shaughnessy, L. O. : Surgical treatment of cardiac ischaemia, Lancet 1, 185-194 (1937). 60) O'Shaughnessy, L. O., D. Slome & F. Watson : Surgical revascularization of the heart; The experimental basis, Lancet 1, 617-621 (1937). 61) Parker, R. L., T. J. Dry, F. A. Willius & R. P. Gage : Life expectancy in angina pectoris, J. A. M. A. 131, 95-100 (1946). 62) 榊原亨 : 狭心症の心臓大網膜移植療法. 岡山医学会誌, 50, 828 (昭13). 63) Selman, M. W. : Experiences with the Beck operation for coronary artery disease, Dis. Chest. 28, 1-20 (1955). 64) Schafiroff, B. G. P., H. C. Baron, & Quan Y. Kau : The use of auricular appendage as an autogenous myocardial graft, J. Thorac. Surg. 22, 631-635 (1951). 65) Siderrys, H., P. F. Grice, H. B. Schumacker & A. Riberi : Occlusion of the great cardiac vein and coronary artery ligation, Surg. etc. 102, 18-26 (1956). 66) Smith, S., M. Beasly & R. Hodes : Auxiliary myocardial vascularization by prosthetic graft implantation, Surg. etc 104, 263-268 (1957). 67) 鈴江懐・井戸・鉄田・鈴江 : 急性冠不全の病理. 綜合臨床, 5, 1504-1512 (昭31). 68) Thal, A., J. F. Perry, F. A. Miller & O. H. Wangenstein : Direct suture anastomosis of the coronary arteries in the dog, Surg. 40, 1023-1029 (1956). 69) Thompson, S. A. & M. J. Raisbeck : Cardio-pericardiopexy; The surgical treatment of coronary artery disease by the establishment of adhesive pericarditis, Ann. Int. Med. 16, 495-520 (1942). 70) Thompson, S. A. & A. Plachta : Experiences with cardio-pericardiopexy in the treatment of coronary disease, J. A. M. A. 152, 678-681 (1953). 71) Thompson, S. A. & L. A. Akopiantz : Cardiopericardiopexy in the surgical treatment of myocardial ischemia; The operation and its result, J. Internal. College Surgeons 22, 551-556 (1954). 72) Thompson, S. A. & A. Plachta : Fourteen years' experience with cardiopexy in the treatment of coronary artery disease, J. Thorac. Surg. 27, 64-72 (1954). 73) Thorel, C. : Pathologie der Kreislauforgane, Ergebnisse d. allg. Path. & path. Anat. des Menschen & der Tiere 91, 559-1116 (903). 74) 戸田博・大久保忠訓 : 冠不全の外科. 最新医学, 7, 883-891 (昭27). 75) 土川恵二郎 : 冠動脈疾患に対する外科療法の実験的研究. 十全会誌掲載予定. 76) Vineberg, A. M. : Development of an anastomosis between the coronary vessels and a transplanted internal mammary artery, Canadian Med. Ass'n. J. 55, 117-119 (1946). 77) Vineberg, A. M. & B. L. Jewett : Development of an anastomosis between the coronary vessels and a transplanted internal mammary artery, Canadian Med. Ass'n. J. 56, 609-614 (1947). 78) Vineberg, A. M. : Development of an anastomosis between the coronary vessels and a transplanted internal mammary artery, J. Thorac. Surg. 18, 839-850 (1949). 79) Vineberg, A. M. & P. H. Niloff : The value of surgical treatment of coronary artery occlusion by implantation of the internal mammary artery into the ventricular myocardium, Surg. etc. 91, 551-561 (1950). 80) Vineberg, A. M. & G. Miller : Internal mammary-coronary anastomosis in the surgical treatment of coronary artery insufficiency, Canadian Med. Ass'n. J. 64, 204-210 (1951). 81) Vineberg, A. M. : Treatment of coronary artery insufficiency by implantation of the internal mammary artery into the left ventricular myocardium, J. Thorac. Surg. 23, 42-45 (1952). 82) Vineberg, A. M. & D. Miller : Functional evaluation of an internal mammary coronary artery anastomosis, Am. Heart J. 45, 873-888 (1953). 83) Vineberg, A. M. : Clinical and experimental studies in the treatment of coronary artery

insufficiency by internal mammary artery implant, *J. Internal. College Surgeons* **22**, 503-518 (1954). 84) **Vineberg, A. M. & W. Buller** : Technical factors which favor mammary-coronary anastomosis with report of forty-five cases of human coronary artery disease thus treated, *J. Thorac. Surg.* **30**, 411-435 (1955). 85) **和田寿郎** : 狭心症の外科的治療法. *胸部外科*, **9**, 320-323 (昭31). 86) **Wedle, J. von, J. W. Lord, C. G.**

Neumann & J. W. Hinton : Revascularization of the heart by pedicled skin flap, *Surg.* **37**, 32-53 (1955). 87) **Wenzl, I. M. & G. Wense** : Experimentelle Vaskularisation des Herzmuskels, *Langenbecks Arch. u. Dtsch. Z. Chir.* **275**, 519-527 (1953). 88) **Wenzl, I. M. & G. Wense** : Zur Revaskularization des Herzmuskels, *Langenbecks Arch. u. Dtsch. Z. Chir.* **280**, 143-153 (1955).

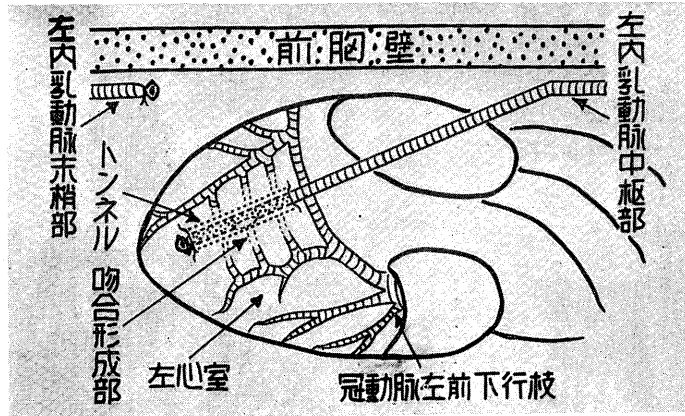


図 1 内乳動脈移植法



図 2 心筋内内乳動脈移植後1カ月のレ線像
移植動脈中枢側より70% Pyracetonを注入。移植部を中心にして心筋中へ、樹枝状に造影剤が侵入している。

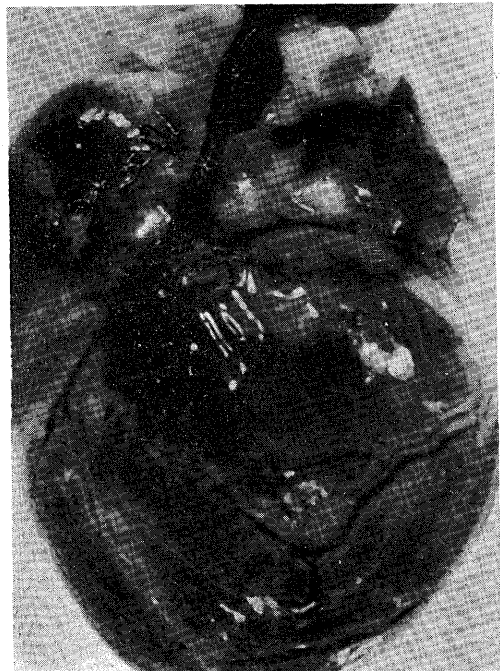


図 3 心筋内内乳動脈移植後3カ月の心表面像(前面)
移植動脈より注入した色素は吻合部を通つて冠動脈の分枝にみられる。



図4 心筋内内乳動脈移植後3カ月の心表面像(後面)

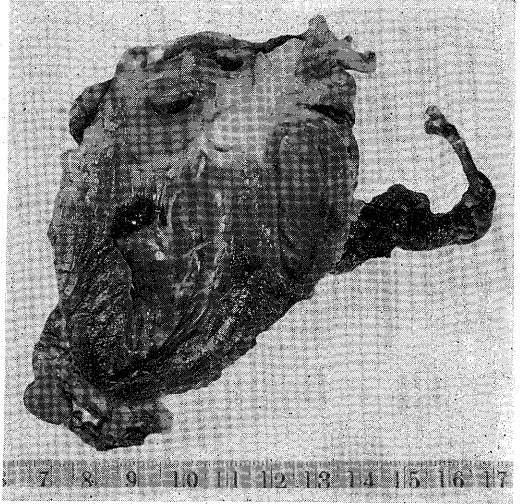


図5 心筋内内乳動脈移植後1カ月の心割面像
移植動脈より注入した色素が心筋の各部分に広汎
に行きわたっている。



図6 心筋内内乳動脈移植後2週間の組織像
移植動脈の中枢側横断像
移植動脈周囲の肉芽組織は線維性となり、内腔は
厚い内膜で閉塞されている。

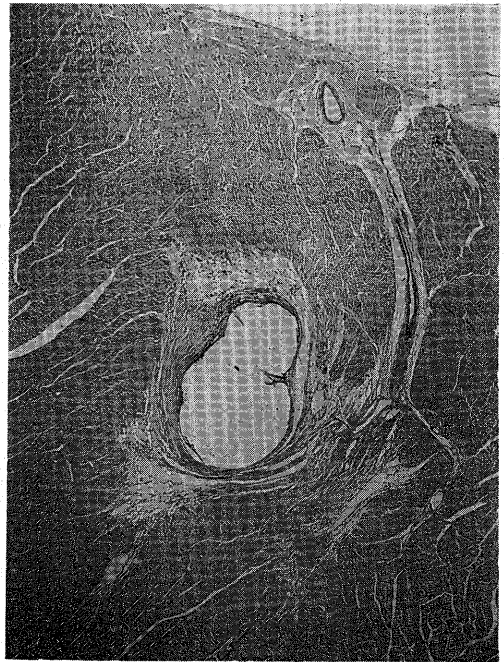


図7 心筋内内乳動脈移植後1カ月の組織像
移植動脈中枢側横断像
移植動脈そのものは染色操作中脱落したが、周囲
の組織は完全に結締織性となる。注入色素は左上
部の小分枝にみられる。

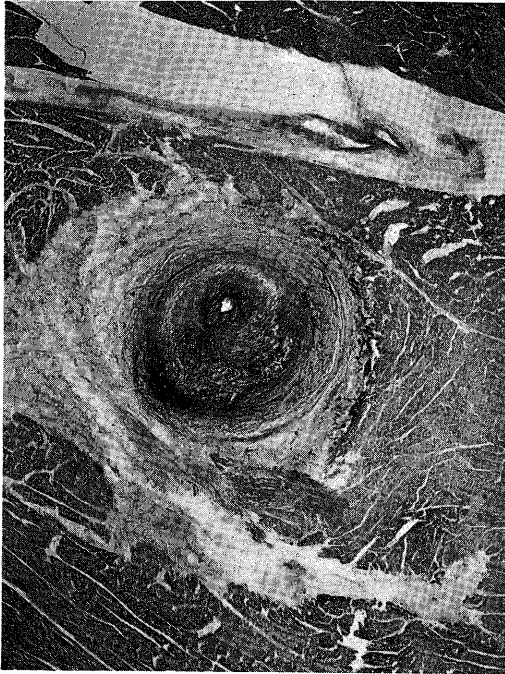


図8 心筋内内乳動脈移植後1カ月の組織像
移植動脈の末梢側横断像

移植動脈の閉塞された内腔に小さい腔を認め血栓の再疎通を示している。色素は、移植動脈内腔及び心筋中にみられる。



図9 心筋内内乳動脈移植後3カ月の組織像
移植動脈横断像

移植動脈内腔の血栓には再疎通による血管腔がみられ、それから狭い血管腔が移植動脈壁に向つて伸び、やがて心筋中に移行している。



図10 心筋内内乳動脈移植後3カ月の組織像
移植動脈横断像 (承前)

心筋中に到達した血管腔は明らかに動脈壁を具備して、冠状動脈へと移行する。

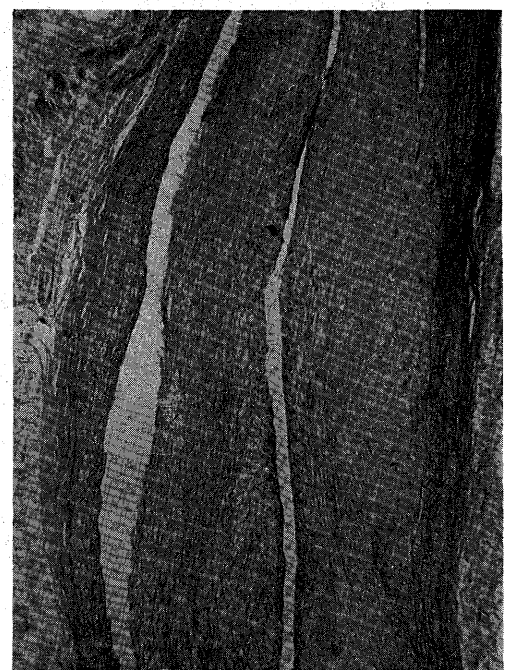


図11 心筋内内乳動脈移植後3カ月の組織像
移植動脈縦断像

図の中央に一層の内皮をもつた新生血管をみる。

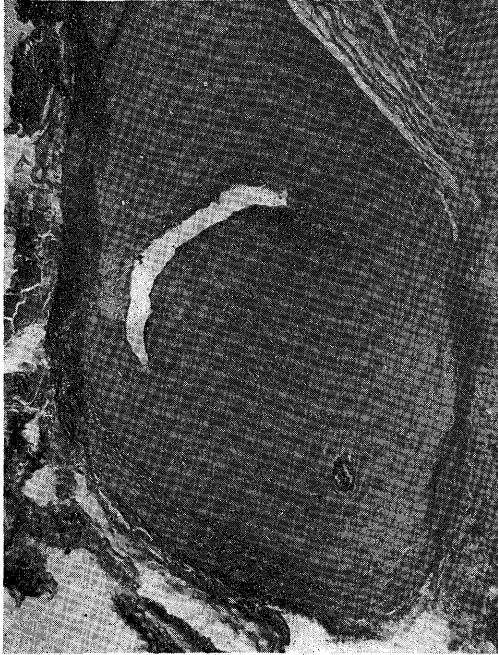


図12 心筋内乳動脈移植後3カ月の組織像
移植動脈横断像
血栓組織中に2つの再疎通による血管腔をみる。
その一つは、血管幹であり、他はそれより派生した分枝である。

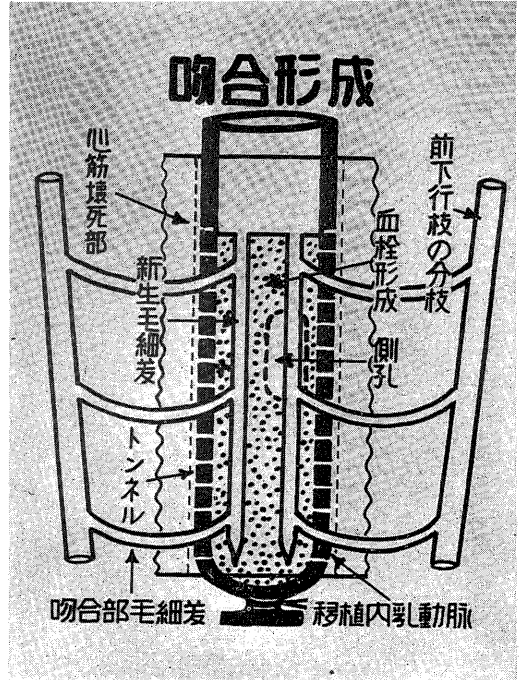


図13 心筋内移植内乳動脈と冠状動脈との吻合形成機序



図14 異常心筋作成後2週間の心表面像
結紮部位より末梢側の冠状動脈灌流領域は、健常部に比して暗赤色を呈し、かなり鮮明な境界をなして Ischemia のあることを示している。

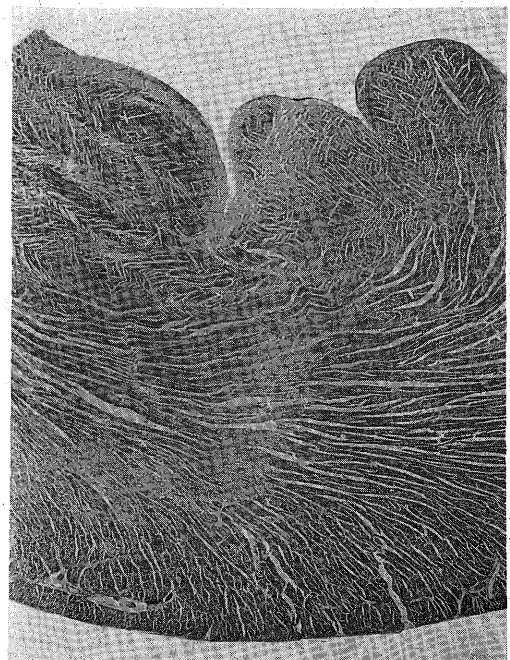


図15 異常心筋作成後2週間の組織像
(ルーペ拡大による)
中央部の色の淡い部分に Ischemia の生じたことを示している。



図16 異常心筋作成後2週間の組織像(弱拡大)
図の上部は下部正常心筋に比して、明らかに変性壊死に陥っている。所々に空胞形成、蠟様変性、硝子化の像が認められる。

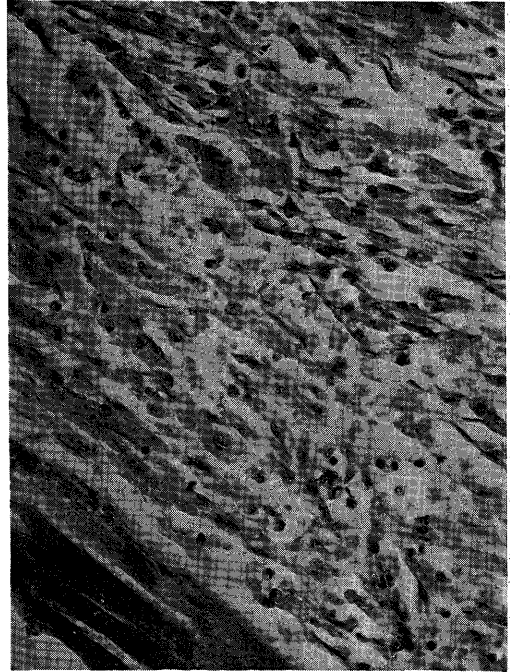


図17 異常心筋作成後2週間の組織像(強拡大)
壊死巣の中に、好中球が出現し、その周辺部では、一部に出血が認められ、肉芽組織の進入が始まっている。



図18 異常心筋に対する内乳動脈移植法施行後3カ月のレ線像
移植動脈中樞側より70% Pyraceton 注入、造影剤は樹枝状を呈して心筋中に移行している。



図19 異常心筋に対する内乳動脈移植法施行後3カ月の組織像(弱拡大)
移植動脈を中心にして、その外側に癒痕組織が認められ、さらにその周辺一帯の色の淡い部分は、Ischemiaの改善されたものであることを示している。



図20 異常心筋に対する内乳動脈移植法施行後3カ月の組織像 移植動脈横断像
移植動脈の血栓性閉塞の中心部に再疎通による血管腔がみられる。

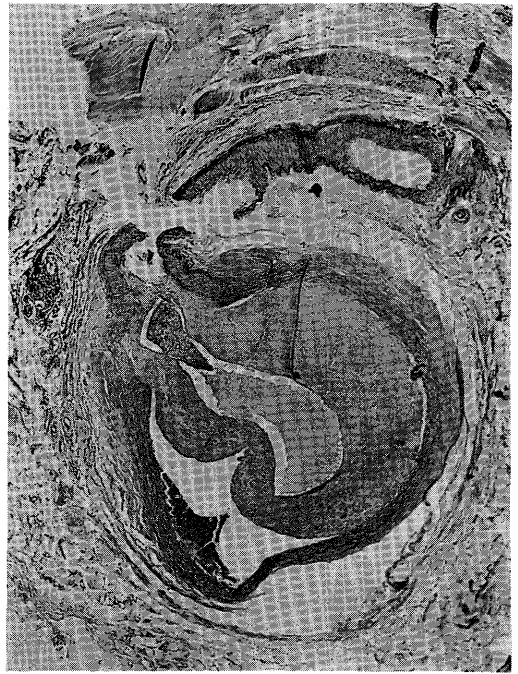


図21 異常心筋に対する内乳動脈移植法施行後3カ月の組織像 移植動脈横断像
移植動脈内の血管腔から、小管腔が移植動脈壁に向って新生分枝し、動脈壁の性状をもった管腔として心筋中に移行している。

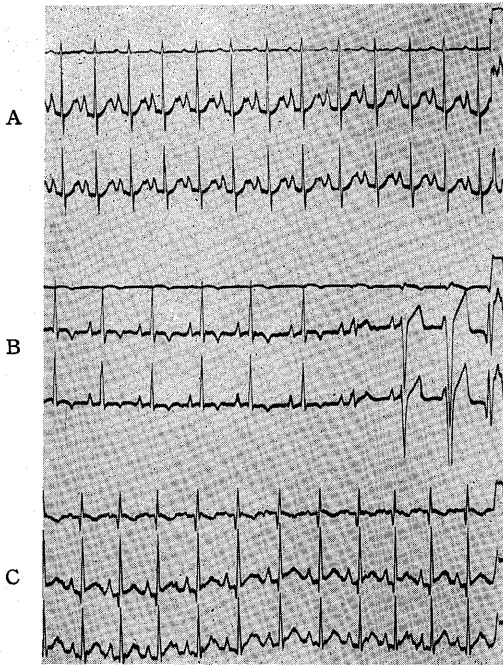


図22 異常心筋作成及び内乳動脈移植法施行の際の心電図

A: 術前の正常像 B: 前下行枝結紮後3日の心筋梗塞発生像 C: 結紮後2週間にして内乳動脈移植法施行例の術後1カ月における正常復元像

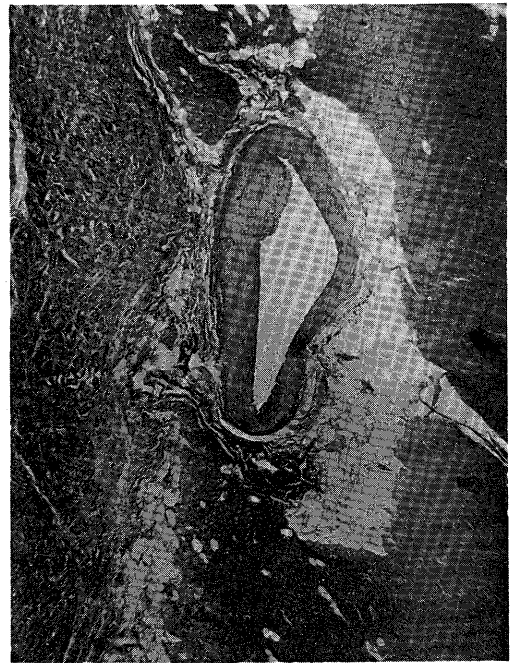


図23 心-心嚢膜癒着後1カ月の組織像
心筋と心嚢膜との間に強い癒着をみる。新生血管腔が血球と色素を含んだ壺、両者の間に交通している。