

細小動脈再建に関する実験的研究

大阪医科大学外科学教室（指導：麻田 栄教授）

三 崎 英 生

（原稿受付 昭和40年9月6日）

An Experimental Study on Small Artery Anastomosis

by

HIDEO MISAKI

From the Surgical Division, Osaka Medical School

(Director: Prof. Dr. SAKAE ASADA)

Recent increase in necessity for the anastomosis of smaller arteries prompted us to perform a study for resolving the technical problems involved in it.

Various techniques of anastomosis were studied on small arteries in dogs. Though the JACOBSON's microscopic method and INOGUCHI's and NAKAYAMA's instrumental methods brought about an excellent patency, they did not exceed greatly the ordinary technique of anastomosis used by experienced surgeons. The ordinary manual technique of anastomosis with the naked eye was considered to have its superiority to others in clinical practice because of its simplicity, its economy and its applicability to pathologic arteries.

Further studies on the ordinary technique of anastomosis revealed that strictures associated with an intimal damage at the site of anastomosis had an important role for the thrombotic obliteration of the artery. Nylon thread proved to be superior to silk as a suture material because of its inertness to tissue and lesser inclination to thrombus formation. With a well developed technique, anastomosis of small arteries, 1-3 mm in diameter, were performed on 13 consecutive arteries using nylon thread, resulting in 100% patency.

Experiments on grafting small arteries revealed that a fresh autogenous artery graft was the best (92% patency), followed by fresh autogenous vein graft (80% patency), Tetoron graft (33% patency) and homologous artery graft preserved in a 70% alcohol (0% patency).

Internal mammary to coronary artery anastomosis was performed on 6 dogs directly by using the autogenous carotid arteries as a graft, 3 of them showed a patent anastomosis for longer than 2 days.

From the experiments described above, it is concluded that the instrumental method seems to be a useful tool because of its rapidity, but the ordinary technique of anastomosis by well trained hands should have a wider applicability clinically even for the anastomosis of smaller arteries.

目 次

第1章 緒 言

第2章 実験方法並びに実験成績

第1節 細小動脈吻合実験

第1項 肉眼による手縫法

第2項 手術顕微鏡による縫合法

第3項 教室で考案された縫合法

第4項 接着剤使用による無縫合法

第5項 井口式血管吻合器による吻合法

第6項 中山式血管吻合器による吻合法

第2節 細小動脈移植実験

第1項 70%アルコール内保存同種動脈片移植実験

第2項 代用血管移植実験

第3項 新鮮自家静脈片移植実験

第4項 新鮮自家動脈片移植実験

第3節 冠動脈再建に関する実験

第1項 冠動脈遮断実験

第2項 内胸・冠動脈吻合実験

第3章 総括並びに考按

第4章 結 論

第1章 緒 言

近年、血管外科の進歩にはめざましいものがある。特に合成代用血管や体外循環ないしは低体温法などの発達、この分野にも大きい貢献をなし、もはや大血管及び中血管の外科は完成の域にあるといえよう。

ところが末梢動脈については、その閉塞性疾患、外傷などの他に、最近特に臓器移植が盛んに行なわれるようになり、このため内径1～3mmの細小動脈の吻合ないしは移植が実施されねばならない事態に直面する機会が多くなり、斯界の関心が俄かに細小血管外科に集つてきた。

しかるにかかる小口径の動脈は、僅かの血管腔の狭小、縫合糸などの異物や血管外膜の内腔への露出などによつて血栓が形成され易く、長期の開存は甚だむずかしいとされ、このため従来から縫合材料や吻合方法に種々の工夫がなされてきた。

さて、現在血管吻合法として最も広く行なわれているのは手縫法である。手縫法は1887年Eck以後本格的な段階に入り、Clermont, Dorranceにより輪状縫合にくけ縫合を行なうことの有利性が発表されたが、1902年Carrelにより3点支持による連続縫合が報告されるに及んで、今日の手縫法が完成された³⁴⁾。手縫法と並んで無縫合法もかなり古くから行なわれている方法である。1900年Payr⁴⁷⁾はマグネシウム管プロテーゼを用いる無縫合法を発表したが、この方法は1942年Blakemore¹³⁾が生体に対する影響が少ないVitallium管をプロテーゼとして使用することを発表して以来、多数の人々により合成樹脂管⁵⁵⁾、タンタル管⁵⁶⁾、ポリエチレン管⁴⁹⁾、ナイロン管³⁹⁾など多くのいわゆる吻合環が考案され現在に至つた。一般にCarrel法によつては操作が困難な小口径の血管吻合に当つては、プロテー

ゼを使用するこの無縫合法は操作が容易で開存率も高いといわれ、最近再び注目を浴びるようになった。一方器械吻合法も研究が進み、1952年戸田⁵⁵⁾により金属クリップ吻合法が発表され、1956年ソ連のAndrossov²⁾により、更に1958年井口²⁸⁾及び1961年中山⁴⁵⁾により、それぞれ独自の血管吻合器が考案され、細小動脈吻合の有力な武器となつた。1960年Jacobson³⁰⁾は細小動脈吻合を成功させるため、手術顕微鏡を用いて手縫法を行ない好成績を発表した。また最近、吉村⁶⁰⁾らにより接着剤を用いて血管吻合を行なう試みもなされている。

以上の如く数多くの吻合方法が考案されてきたのであるが、各方法とも固有の特長を有してはいるが欠点もあり、まだ確立された方法はないといつてよく、それぞれの施設でまちまちの方法が行なわれているのが現状で、同一条件のもとでこれらの各方法の比較検討がなされた報告はみられない。

著者は、現在一般に実施され、また研究されている代表的細小血管吻合法として、手縫法、接着剤による吻合法、器械吻合法、教室で考案された方法などを取りあげ、犬の末梢動脈についてはほぼ同一条件下に実験を行ない、開存率、吻合時間、操作の難易、病理組織学的検索などを行なつて、各種術式の特長、長所・短所の比較検討を試みた。

一方血管移植についても旧くから研究が行なわれ、移植片として代用血管、異種動脈、同種動脈、同種静脈、自家静脈などが考案使用されてきた。代用血管としては、象牙の管⁴³⁾、ガラス管やアルミニウム管などの移植実験がなされて以来、種々のチューブが考案されたが実用に供されなかつた。1952年Voorhees⁵⁸⁾がVinyon "N"を用いて以来、Nylon^{19, 50, 51)}、Dacron³⁵⁾、Teflon²⁰⁾及びテトロンが用いられるに及び、臨床上に

も応用されるに至った。また自家静脈移植についても多数の研究が重ねられてきたが、最近では移植静脈片が動脈瘤様に膨隆するので小血管移植に好んで用いられているようである。同種動脈移植は新鮮な場合良好であるが、実地臨床上では入手が困難であるので保存のため種々の工夫がなされ、Deterling, Coleman¹⁸⁾ (1951)らは凍結乾燥保存を、木本³²⁾ (1951)はアルコール内保存を行なった。

著者は既述の吻合方法の検討に引き続き、アルコール内保存同種動脈片、テロン代用血管、新鮮自家静脈片及び新鮮自家動脈片を用いて細小動脈の移植実験を行ない、移植片の優劣を実験的に比較検討した。

またこれらの実験結果にもとづき、その応用の一つとして、冠動脈再建術（特に内胸・冠動脈吻合術）について実験的に検討し、臨床応用の可能性を調べたので、あわせてここに報告し、御批判を仰ぐ次第である。

第2章 実験方法並びに実験成績

第1節 細小動脈吻合実験

体重5.0～11kgの雑犬75頭を用い、thiopental sodium (0.03 g/kg) の静脈麻酔下に一側又は両側の大腿動脈又は頸動脈（内径1.0～2.5mm）を露出し、以下の如き各種の吻合実験を行なった。

第1項 肉眼による手縫法

I. 実験方法

犬25頭を用い、45本の動脈を露出し、鉗子にて血流を遮断、動脈を切離し、切断端の外膜の剝離を十分に行ない、断端及び内膜を10%ヘパリン加生理的食塩水にて洗滌した後、両断端の吻合を行なった。血流遮断鉗子としては Satinsky 鉗子又は Bulldog 鉗子を使用し、縫合糸は絹糸（建部青洲堂製の血管縫合針蝶式1号）及びナイロン糸（秋山製作所製 ELP 001号）を使用した。

吻合方法は血管端対向点で両端に2本の支持をかけ、その間に正確に全層に針を刺入する結節縫合又は連続縫合を行なった。何れの縫合も内膜の損傷をさけ、縫合糸をしめる際には内膜が外翻気味になるように心がけた。縫合完成後は末梢部から先に鉗子をはずし、縫合部より若干出血せしめたのち、中枢端の遮断を解除し、血流を再開した。縫合部よりの出血は大抵の場合ガーゼの圧迫により止血されたが、出血が多くガーゼ圧迫のみでは止血しえないと思われた場合は、1～2本の mattress suture を追加した。術後1～2日

間、皮膚創部又は全身に Mycillin 1g を投与した。術前後に抗凝血薬は使用しなかった。

吻合終了後2週間以上生存せしめ、その間の各時期に以下に述べる如き各種の検査を行なった。吻合技術の巧拙の他に、縫合材料、特に縫合糸が開存率に大きい影響を及ぼすと考えられたので、絹糸使用群とナイロン糸使用群に分けて検討を加えた。

1. 術直後の吻合部開通状態

血流再開後20～30分間、吻合部に閉塞ないし狭窄が発生したか否か、並びに狭窄の度合及び吻合部末梢側の搏動の強さを、肉眼的又は触診により観察した。術直後に発生した狭窄の度合は次の如く4度に分類し、以後の開存状態との関連性を検討した。即ち、術直後に外見上著明な狭窄を生じ末梢搏動を殆んど触れないものをS(⊕)，かなり狭窄があり末梢搏動が明かに減弱しているものをS(⊥)，外見上狭窄があるが末梢搏動が良好なものをS(+), 殆んど狭窄はなく末梢搏動も良好なものをS(-)と記載することとした。

2. 術後の吻合部開存状態の観察

術後2日目以後の跛行の有無、末梢の搏動、その他手術創の状態（吻合部の破裂・出血）などを観察し、吻合部開存の有無を判定した。

更に術後2週間以上経過した犬について、頸動脈よりカテーテルを腹部大動脈まで挿入し、76% Urografin (1.0cc/kg) を急速に注入し、血管吻合部のレ線単一撮影を行ない、吻合部の開存状態を検討した。

3. 病理学的検索

a) 肉眼的観察：2～4週間以上経過した犬を屠殺し、吻合部血管をとり出し、これに縦切開を加えて内腔を開き、肉眼的に吻合部を観察した。

b) 組織学的検索：次いで開存例の標本を10%ホルマリン液に固定、ツェロイジン包埋を施行し、Hematoxylin-Eosin 染色、Elastica Van Gieson 染色などを行ない、吻合部の状態を組織学的に検索した。

II. 実験成績（表1, 2）

1. 術直後の吻合部開通状態

吻合が終了し、血流再開直後に著明な狭窄を生じ末梢搏動がみられなかったS(⊕)は、初期の絹糸使用群の2例（No. 6左, No. 9右）にみられたが、他の全例では末梢搏動が確認された。

2. 術後の吻合部開存状態の観察

術後2日目以後の観察で末梢搏動が触知しえなくなったのは14例であつた。即ち術後2日目に2例（No. 1左, No. 4左）、3日目に2例（No. 2右, No. 14左）、

表 1 肉眼による手縫法の成績（絹糸使用群）

No.	体 重 (kg)	大腿動脈 左 右 別	内 径 (mm)	吻合所要 時間(分)	吻 合 直 後 の		観 察 期間(日)	術 後 閉 塞 発生までの日数 (日)	開存状態
					狭 窄	開 通			
1	7.0	右 左	1.5	30	S(＋)	○	13	4	●
			2.0	45	S(＋)	○	13	2	●
2	6.5	右	1.5	40	S(＋)	○	15	3	●
3	7.4	右 左	1.5	45	S(－)	○	16	—	○
			1.5	40	S(－)	○	16	7	●
4	7.5	左	1.5	40	S(＋)	○	12	2	●
5	6.4	右 左	1.5	30	S(－)	○	15	—	○
			1.0	40	S(＋)	○	15	—	○
6	7.6	右 左	2.0	30	S(－)	○	15	7	●
			2.0	40	S(＋)	○	15	—	●
7	8.5	右 左	2.0	45	S(＋)	○	16	4	●
			1.5	30	S(＋)	○	16	—	○
8	6.0	右 左	2.0	30	S(－)	○	14	5	●
			1.5	30	S(＋)	○	14	5	●
9	7.8	右 左	2.0	40	S(＋)	○	19	—	●
			1.5	30	S(－)	○	19	—	○
10	8.0	右 左	2.0	45	S(－)	○	16	—	○
			1.5	30	S(－)	○	16	—	○
11	8.0	右 左	2.0	30	S(＋)	○	14	4	●
			1.5	30	S(－)	○	14	—	○
12	7.5	右 左	1.0	30	S(＋)	○	14	7	●
			1.0	25	S(＋)	○	14	7	●
13	6.0	右 左	1.5	40	S(＋)	○	19	—	○
			1.5	30	S(－)	○	19	—	○
14	6.0	右 左	1.0	15	S(＋)	○	14	5	●
			1.2	20	S(＋)	○	14	3	●
15	7.6	右 左	1.5	10	S(－)	○	19	—	○
			1.5	10	S(－)	○	19	—	○
16	6.0	右 左	1.5	9	S(－)	○	13	—	○
			1.5	10	S(－)	○	13	—	○
17	8.0	右 左	1.5	10	S(－)	○	14	—	○
			1.5	11	S(＋)	○	14	—	○

○開存, ○狭窄, ●閉塞

表2 肉眼による手縫法の成績 (ナイロン糸使用群)

No.	体 重 (kg)	大腿動脈 左 右 別	内 径 (mm)	吻合所要 時間(分)	吻 合 直 後 の			観察期間 (日)	開存状態
					狭 窄	開 通			
18	8.4	右	1.5	10	S(-)	○		16	○
		左	1.5	10	S(+)	○		16	○
19	5.1	左	1.2	17	S(+)			17	○
20	6.8	右	2.0	10	S(-)	○		5	○
21	6.3	右	1.5	13	S(-)			49	○
		左	1.5	14	S(-)	○		49	○
22	9.1	右	2.0	20	S(-)	○		21	○
		左	2.0	12	S(-)	○		24	○
23	9.0	右	2.5	15	S(-)	○		36	○
		左	2.5	10	S(-)	○		36	○
24	8.0	左	1.8	8	S(-)	○		95	○
25	8.7	右	2.0	11	S(-)	○		95	○
		左	2.0	7	S(-)	○		28	○

○ 開存

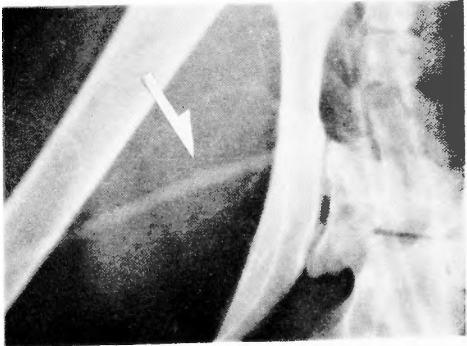
4日目に3例 (No. 1 右, No. 7 右, No. 11 右), 5日目に3例 (No. 8 左右, No. 14 右), 7日目に4例 (No. 3 左, No. 6 右, No. 12 左右) において末梢搏動の消失がみられた。結局, 閉塞発生例は16例であり, 45例中29例 (64.4%) において吻合部の開存が認められた。
次に術直後に発生した狭窄の程度と, 術後2日以後の閉塞発生との関係を調べたところ, S(+) は7例で, その全例が早期に閉塞を発生し, またS(+) は10例でその中4例 (40%) が閉塞を発生したのに対し, S(-) は26例でその中僅か3例 (12%) にのみ閉塞を発生した (表3)。

表3 術直後の狭窄度と術後2日以後の閉塞発生との関係 (手縫法)

狭 窄 度	例数	開存数		閉塞数		閉 塞 率	
		絹 糸	ナイロン糸	絹 糸	ナイロン糸	絹 糸	ナイロン糸
S(卅)	2	2	0	2	2	100%	100%
S(卅)	7	7	0	7	7	100%	100%
S(+)	10	8	6	4	4	50%	50%
		2	2	0	0	0%	0%
S(-)	26	15	13	3	2	15%	15%
		11	11	0	0	0%	0%

術後皮膚縫合創に感染を生じ, 創の哆開が認められた例もあつたが, 吻合部の破裂による出血をみた例はなかつた。
術後2〜4週間に撮影した血管造影は, 触診で末梢部に搏動が認められた動物では, 吻合部血管の充盈像が認められ, 著明な狭窄を示した例はなかつたが (図1), 閉塞例では著明な副血行路が発達しているのが認められた。

図1 肉眼による小動脈吻合後の血管造影像:

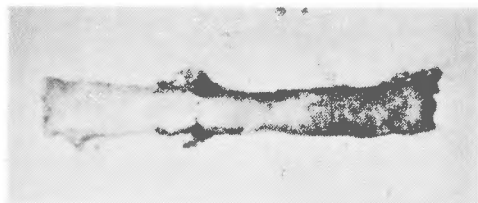


吻合部 (矢印) には全く狭窄は認められない。
(No. 25 右大腿動脈, 術後95日目, ナイロン糸使用)

3. 病理学的所見

a) 肉眼的所見：術後2週間以上経過した犬を屠殺し吻合部内腔を調べた結果、閉塞した16例では吻合部を中心として血栓が充満し、肉芽形成が血管周辺にまで及んでいる例もみられたが、開存した29例では何れも吻合部内腔は平滑で血栓は全く認められなかつた(図2)。

図2 肉眼による小動脈吻合後の剖検所見：



吻合部内腔は平滑で狭窄は全く認められない。
(No. 25 右大腿動脈吻合、術後95日目、ナイロン糸使用)

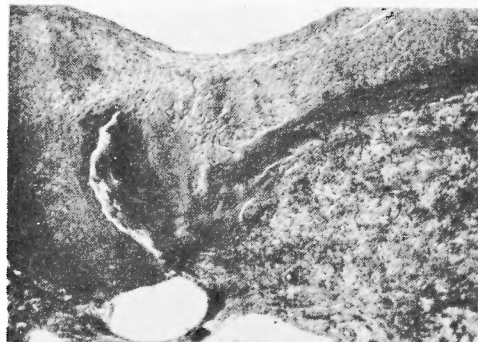
b) 組織学的所見：絹糸使用例では、吻合部の内腔面は一層の内皮細胞で覆われた新生内膜の形成によって接合し、中膜も結合組織によって密に連結され、外膜では結合組織の連絡が良好であつたが縫合糸の周辺になお軽度のリンパ球浸潤が認められた。一方ナイロン糸

使用例では、吻合部には一層の上皮で覆われた薄い新生内膜が認められ、中膜にはナイロン糸を中心に軽度の結合組織の増加が認められ、吻合部は互に密に接合し、糸による組織反応は殆んどみられず、外膜においても結合組織性の連絡が認められた。即ち縫合糸を中心とする組織反応は、ナイロン糸は絹糸に比し軽微で、また新生内膜も一般に菲薄であつた(図3)。

4. 小括

肉眼による手縫法では45例中29例(64.4%)に開存が証明された。しかしこの成績は血管吻合に未熟な時期を含め、且つ縫合糸の影響を考慮しない場合の成績である。そこで(1)技術的に全く未熟な絹糸使用初期群、(2)技術的に熟達した絹糸使用後期群及び(3)ナイロン糸使用群に分けて検討してみた。その結果は、絹糸使用初期群では吻合直後に吻合部に狭窄をみた場合が多く(16例中9例、56%)、その後の開存は16例中5例(31%)であつたのに対し、後期群では術直後の狭窄は16例中6例(38%)と減少し、その後の開存例も16例中11例(69%)で、技術の熟練とともに成績の向上が同われた。ナイロン糸使用群では術直後の狭窄は更に減少し13例中3例(23%)においてのみ認められ、13例の全例が開存し、100%の開存率をえた(表4)。病理組織学的検索によつてもナイロン糸は絹糸

図3 肉眼による小動脈吻合部の組織像：



(絹糸使用例)

吻合部は厚い内皮細胞で覆われており、縫合糸の周辺に軽度のリンパ球の浸潤が認められる。

(No. 5 左大腿動脈、術後15日目、H.E.染色、×70)



(ナイロン糸使用例)

吻合部は薄い内皮細胞で覆われており、縫合糸を中心とする組織反応は殆んど認められない。

(No. 25 左大腿動脈、術後28日目、H.E.染色、×70)

に比し組織反応の発現が少なく、細小血管吻合に用いるに当りその優劣性が認められた。

表4 肉眼による手縫法の開存率（縫合糸別）

縫合糸	例数	吻合直後の観察期 狭窄発生例(日)	開存	閉塞	開存率
絹糸群	初期 16	9 (56%) 12~19	5	11	31%
	後期 16	6 (38%) 13~19	11	5	69%
ナイロン糸群	13	3 (23%) 5~19	13	0	100%

第2項 手術顕微鏡による縫合法

I. 実験方法

犬8頭を用い、16本の動脈について、ドイツストルツ社製 双眼手術顕微鏡を使用して視野を10倍に拡大し、血管吻合を行なった。縫合糸はアメリカエチコン社製血管縫合用絹糸7-0を用い、連続縫合にて端々吻合を行ない、前項と同様の事項につき検索した。

II. 実験成績（表5）

1 術直後の吻合部開通状態

術直後4例にS(+)の狭窄が認められたが、末梢搏動は全例良好であった。

2. 術後の吻合部開存状態の観察

術後末梢搏動が触知しえなくなったのは2例で、それぞれ3日目（No. 27左）及び1日目（No. 26左）であった。他の11例では、観察期間中末梢搏動はよく触知された。

術後の血管造影像では、末梢搏動がみられた全例に充盈像がみられ、吻合部の狭窄は殆んど認められなかった（図4）。

3. 病理学的所見

a) 肉眼的所見：開存を示した14例では、内膜は全く平滑で血栓はみられず、狭窄も殆んど認められなかった。

b) 組織学的所見：開存例には吻合部の内腔面に一層の内皮の再生がみられ、薄い結合組織性の新生内膜による完全な連絡が形成されているのが認められた。中膜は一部変性に陥り結合組織によつて置換されつつある像が認められ、縫合糸を中心とする肉芽組織の形成は軽度であった。外膜では結合組織により吻合部の連絡が完全に保たれていた（図5）。

4. 小 括

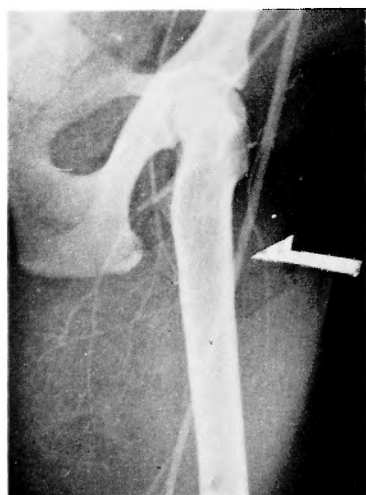
手術顕微鏡を用いて視野を10倍に拡大して行なう縫

表5 手術顕微鏡による縫合法の成績（エチコン絹糸7-0使用）

No.	体 重 (kg)	大腿動脈 左 右 別	内 径 (mm)	吻合所要 時間(分)	吻 合 直 後 の 狭 窄	吻 合 直 後 の 開 通	術 後 閉 塞 発生までの日数	術 後 閉 塞 発生までの日数	開存状態
26	6.0	右	1.5	50	S(-)	○	8		○
		左	1.5	15	S(+)	○	8	1	●
27	6.8	右	1.5	50	S(+)	○	5	—	○
		左	1.5	50	S(-)	○	5	3	●
28	6.2	右	1.5	20	S(+)	○	20	—	○
		左	1.5	20	S(-)	○	20	—	○
29	6.0	右	2.0	20	S(-)	○	2	—	○
		左	1.5	20	S(-)	○	2	—	○
30	7.2	右	1.5	12	S(-)	○	23	—	○
		左	1.5	20	S(-)	○	34	—	○
31	8.0	右	1.2	15	S(-)	○	20	—	○
		左	1.5	15	S(+)	○	32	—	○
32	7.4	右	1.5	40	S(-)	○	30	—	○
		左	1.5	20	S(-)	○	30	—	○
33	7.2	右	1.5	20	S(-)	○	32	—	○
		左	1.5	20	S(-)	○	32	—	○

開存、●閉塞

図4 手術顕微鏡による小動脈吻合後の血管造影像。



吻合部（矢印）には狭窄が全く認められない。
（No. 28 左大腿動脈，術後20日目）

図5 手術顕微鏡による小動脈吻合部の組織像。



吻合部の内腔には内皮の再生がみられ，縫合糸を中心とする組織反応は軽度である。
（No. 28 左大腿動脈，術後20日目，H.E.染色， $\times 70$ ）

合法は，血管断端の所見が微細な点まで明視できるので，余分な外膜が血管腔内に入り込んだり，吻合部断端が平整となつたりしないよう矯正しながら縫合を行なうことができた。この縫合法では往々吻合部が視野から逸脱することがあり，操作にかなりの熟練を要し

たが，慣れるにつれて手際がよくなり，縫合時間は追々と短縮された。成績は16例中14例が開存し，開存率は88%であつた。

第3項 教室で考案された縫合法

I. 実験方法

犬12頭を用い，21本の血管について本縫合法を行なつた。本法は“用チューブ・短時間血流遮断・顕微鏡拡大下吻合法”ともいふべきもので，内胸・冠動脈吻合のために創案された方法である。即ち nonsuture method に準じ，図6の如く，血管を切離後中枢側をテフロン・チューブ中に挿入したのち内膜を外翻し，その上に吻合すべき他の血管断端を重積せしめ，遮断鉗子を除去して血流を保ちながら，両断端の縫合を手術顕微鏡拡大下に行なうものである。縫合糸としては，上述の実験結果からナイロン糸が勝れていることが判明したので，ナイロン糸（ELP 001号）を用い，前項と同様の検索を行なつた。

II. 実験成績（表6）

1. 術直後の吻合部開通状態

9例において軽度の吻合部狭窄S(+)が認められたが，末梢搏動は全例良好であつた。

2. 術後の吻合部開存状態の観察

2日目1例（No. 31左），3日目3例（No. 36左，No. 40右，No. 43左）計4例において末梢の搏動が触知不能となつたが，他の17例（81%）では1日から37日の観察期間中，末梢の搏動は良好であつた。

術後の血管造影像では末梢の搏動のみられた17例の全例に吻合部の充盈像がみられ，狭窄は殆んどみられなかつた（図7）。

3. 病理学的所見

a) 肉眼的所見：開存を示した17例は何れも吻合部は平滑であつたが，翻転重積した血管壁固定のため鉗子がかかつていたと思われる部分に内膜の肥厚が認められる例（No. 36右，No. 39左）があつた。閉塞を示した4例は縫合部を中心に血栓が充満しているのが認められた。

b) 組織学的所見：開存例では，吻合部の内腔面は中膜層より増生した肉芽組織で完全に接合しており，その表面には一層の内皮細胞が認められた。中膜の吻合部も幼若な肉芽組織による連絡は良好であつた。外膜には多核白血球の浸潤をともなう肉芽組織の形成がみられたが，縫合糸周辺の細胞浸潤は軽微であつた（図8）。

4. 小 括

図6 教室で考案された吻合法の術式
(用チューブ・短時間血流遮断，顕微鏡拡大下吻合法)

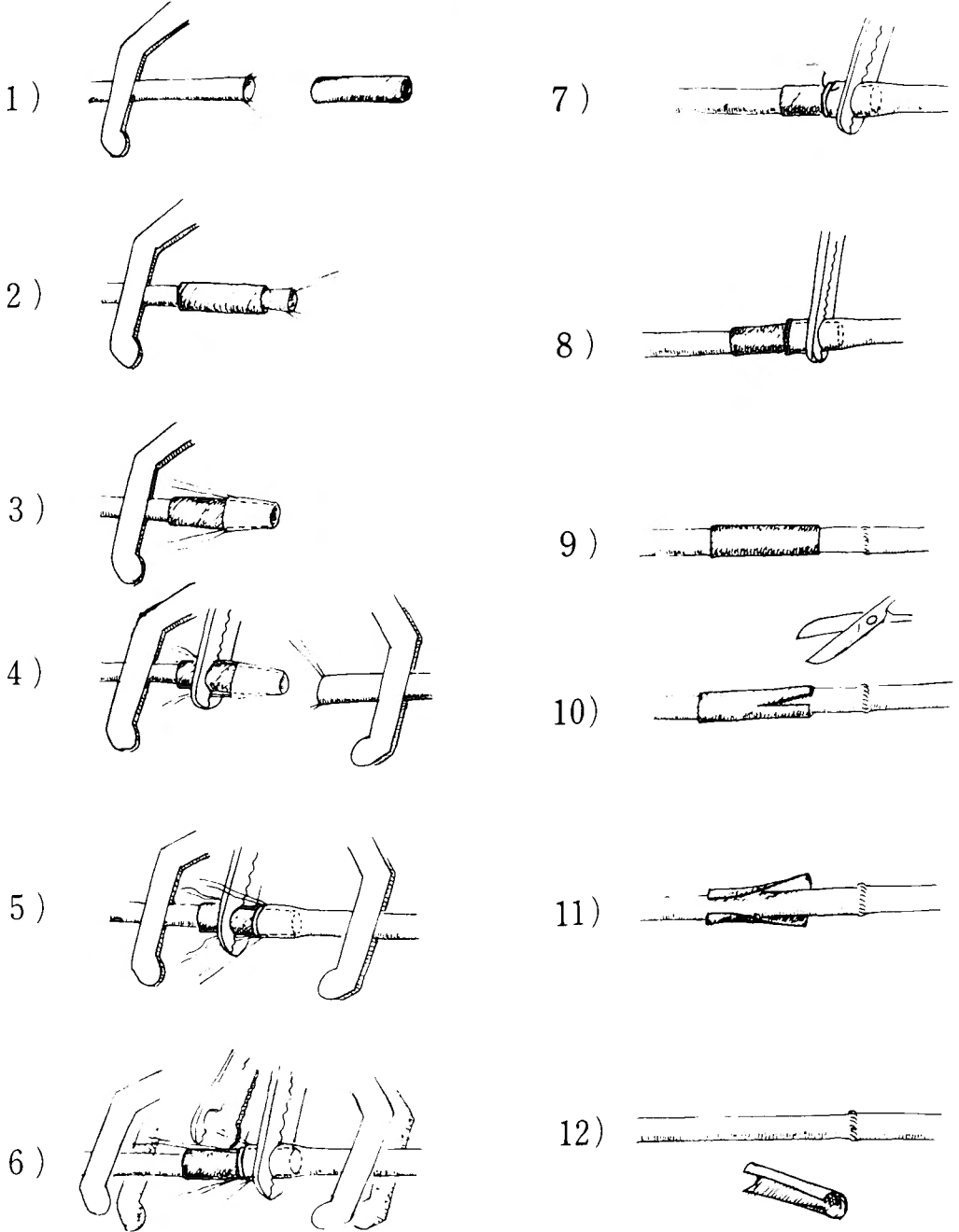


表 6 教室で考案された縫合法の成績 (ナイロン糸使用)

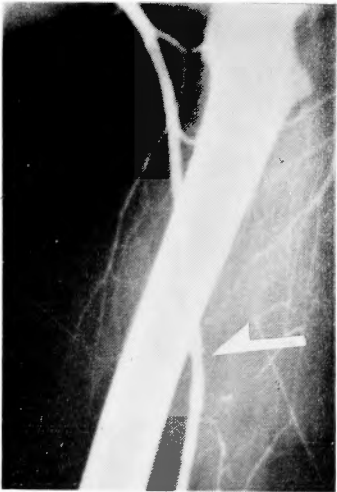
No.	体 重 (kg)	大腿動脈 左 右 別	内 径 (mm)	吻 合 時 間		吻 合 直 後 の 狭 窄 開 通	観 察 期 間 (日)	術 後 閉 塞 発 生 ま だ の 日 数 (日)	開 存 状 態
				チューブ挿入時間 (秒)	血流遮断時間 (分)				
34	7.4	左	1.5	60	20 (3)	S (+) ○	44	2	●
35	8.0	右	2.0	15	18 (3)	S (+) ○	37	—	○
36	7.2	右	1.5	35	19 (3)	S (—) ○	8	—	○
		左	1.5	40	15 (3)	S (+) ○	15	3	●
37	6.8	左	1.5	30	20 (3)	S (—) ○	8	—	○
38	8.0	右	2.0	30	15 (2)	S (—) ○	23	—	○
		左	2.0	30	12 (2)	S (+) ○	23	—	○
39	8.2	右	1.5	25	25 (3)	S (+) ○	8	—	○
		左	1.5	30	30 (3)	S (+) ○	8	—	○
40	7.2	右	1.2	30	30 (3)	S (+) ○	16	3	●
41	7.8	右	2.0	25	20 (2)	S (—) ○	4	—	○
		左	2.0	20	25 (3)	S (+) ○	4	—	○
42	6.2	右	1.5	30	23 (2)	S (—) ○	6	—	○
		左	1.5	25	25 (2)	S (—) ○	6	—	○
43	6.8	左	1.2	35	38 (4)	S (—) ○	16	3	●
44	7.0	右	1.5	20	25 (2)	S (—) ○	22	—	○
		左	1.5	25	25 (3)	S (—) ○	22	—	○
45	8.0	右	2.0	20	20 (2)	S (—) ○	21	—	○
		左	2.0	20	20 (2)	S (—) ○	21	—	○
46	6.5	右	2.0	25	25 (3)	S (+) ○	21	—	○
		左	1.5	25	30 (3)	S (—) ○	21	—	○

開存, ●閉塞

括弧内の数字は冠動脈と想定される側の血管の血流遮断時間

図 8 教室で考案された方法による小動脈吻合部の組織像:

図 7 教室で考案された方法による小動脈吻合後の血管造影像:



吻合部 (矢印) に狭窄は全く認められない。
(No. 38 右大腿動脈, 術後23日目)



吻合部内腔面は中膜層より増生した肉芽組織で接合しており, その表面に内皮細胞が認められる。縫合糸周辺の細胞浸潤は軽微である。
(No. 38 右大腿動脈, 術後23日目, H.E. 染色 ×70)

教室で考案された縫合法を21例に行なつたが、17例(81%)が開存した。テクニックの不熟な初期の10例では3例が閉塞して7例(70%)が開存したが、熟達した後期には11例中閉塞は1例のみで、10例(91%)が開存した。吻合時間は12~38分を要しやや長いが、内胸・冠動脈吻合実験に应用する場合の冠動脈と想定される側の血管の血流遮断時間は2~4分であり、開存率も高く、組織学的検索でも吻合部は平滑で、固定鉗子による内膜損傷も軽微であり、十分冠血管外科に

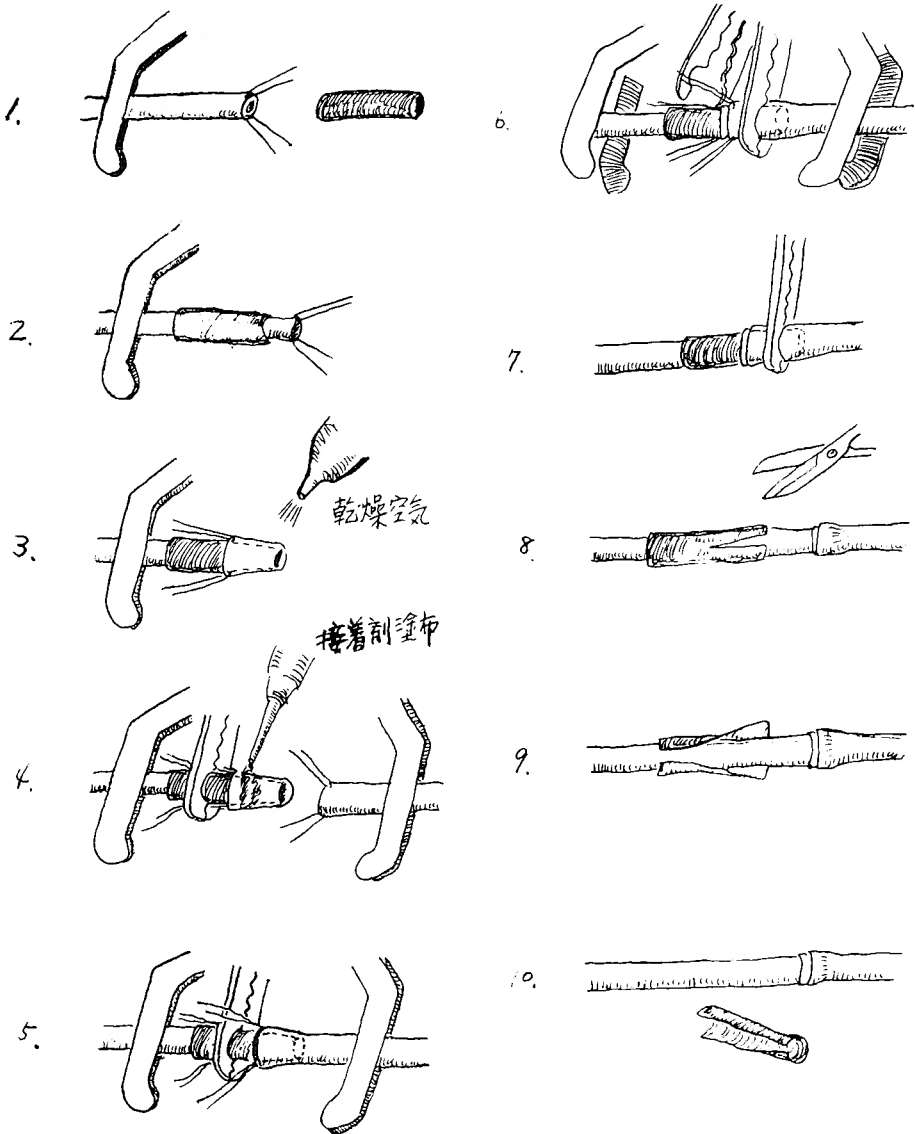
応用しうる方法と思われた。

第4項 接着剤使用による無縫合法

1. 実験方法

犬13頭、27本の血管について吻合実験を施行した。前項の教室法と同様の nonsuture method の要領で、図9の如く血管を切離後中枢側をテフロン・チューブ中に挿入したのち内膜を外翻し、そこに現われた内膜面に接着剤アロンゼイ(Na 202)を塗布し、その上へ末梢側血管を重積接合せしめた。縫合糸による縫合は全

図9 接着剤使用による無縫合法の術式



く行なわなかつた。接着を容易ならしめんがため、まず血管端を10%ヘパリン加生理的食塩水にて洗滌後、滅菌乾燥ガーゼにて清拭し、次いで空気を吹き込んで乾燥させた後に、上述の如くアロンセを塗布し接着せしめた。吻合終了後前項と同様の事項につき検索を行なつた。

II. 実験成績 (表7)

1. 術直後の吻合部開通状態

吻合の初期にはテクニックが安定せず、血流再開後数分以内に接着部に血液がこじみ出て、吻合部は離解出血し、このため7例は吻合に成功しなかつた。吻合に成功したのは20例で、うち8例に軽度の狭窄S(+)が認められたが、末梢搏動は全例良好であつた。

2. 術後の吻合部開通状態の観察

術後末梢搏動が触知しえなくなつたのは9例で、3日目2例 (No. 51右, No. 51左)、4日目2例 (No. 48

表7 接着剤使用による無縫合法の成績

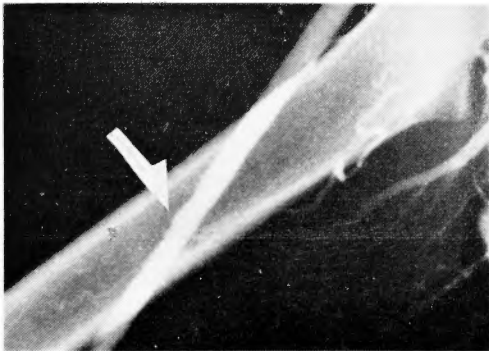
No.	体 重 (kg)	吻 合 血 管	内 径 (mm)	吻合所要 時間(分)	吻 合 直 後 の		観 察 期 間 (日)	術 後 閉 塞 発 生 ま での日数 (日)	開 通 状 態
					狭 窄	開 通			
47	8.0	右大腿動脈	2.0	—	—	×	—	—	—
		左 "	2.0	20	S(—)	○	11	—	—
48	11.0	右 "	2.5	—	—	×	—	—	—
		左 "	2.5	12	S(+)	○	21	4	●
49	6.8	右 "	1.8	—	—	×	—	—	—
		左 "	1.8	—	—	×	—	—	—
50	7.0	右 "	1.8	20	S(+)	○	16	6	●
		左 "	1.8	20	S(+)	○	16	6	●
51	8.0	右 "	1.8	15	S(—)	○	73	3	●
		左 "	1.8	—	—	×	—	—	—
52	7.5	右 "	1.0	25	S(—)	○	11	6	●
		左 "	1.0	—	—	×	—	—	—
53	9.1	右 "	1.5	15	S(—)	○	50	6	●
		左 "	1.5	—	—	×	—	—	—
54	6.0	右 "	1.8	20	S(—)	○	11	3	●
		左 "	1.8	20	S(+)	○	11	8	●
55	9.0	右 "	2.5	30	S(+)	○	78	—	—
		左 "	2.5	30	S(—)	○	78	—	—
56	6.0	右 "	1.8	25	S(+)	○	38	4	●
		左 "	1.8	15	S(—)	○	38	—	—
57	7.2	右頸動脈	2.0	25	S(+)	○	98	—	●
		左 "	2.0	30	S(—)	○	98	—	●
58	8.0	右大腿動脈	2.5	20	S(—)	○	187	—	○
		左 "	2.5	20	S(—)	○	187	—	○
59	9.0	右 "	1.5	15	S(+)	○	19	—	—
		左 "	1.5	20	S(—)	○	19	—	—
		左頸動脈	2.5	15	S(—)	○	49	—	—

○ 開通, ● 閉塞, × 吻合不成功

左, No. 56右), 6日目4例 (No. 50右左, No. 52右, No. 53右), 8日目1例 (No. 54左)であつた。

血管造影では末梢搏動が触知できなかった例は, 副血行路の発達が著明で, 吻合部は造影されなかつたが, 末梢搏動のみられた例の全例に充盈像がえられた。初期の例では吻合部が粗雑な狭窄像を示したが, 技術が熟達するにつれて狭窄の発生はみられなくなつた (図10)。

図10 接着剤使用無縫合法による小動脈吻合後の血管造影像



吻合部 (矢印) には全く狭窄が認められず, 内腔は正常の大きさを有している。
(No. 58 右大腿動脈, 術後88日目)

3. 病理学的所見

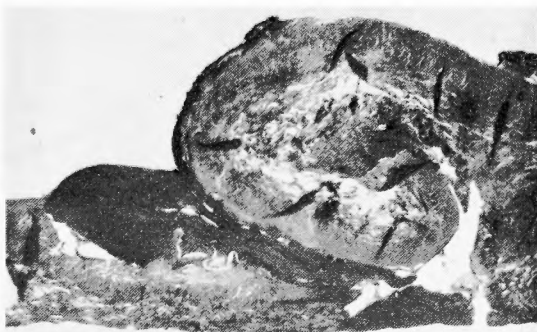
a) 肉眼的所見: 開存例では, 1例 (No. 55左)の吻合部に軽度の動脈瘤が認められたが, その他の例の内膜は平滑で血栓形成はみられなかつた。閉塞例では吻合部を中心として血栓が認められた。結局, 本法による吻合20例中開存を示したのは9例 (45%)であつた。

b) 組織学的所見: 術後2週間では接着剤塗布部及びその近辺の内膜面に血栓形成がみられ, まだ肉芽組織の増生は認められなかつた。1ヵ月後には接着部内腔面に血栓の器質化が生じ, 内膜層は幼若な肉芽組織によつて置換され, 接着部は密に連絡され, 内皮細胞の新生が認められた。外膜は好中球の浸潤をともなつた結合組織で互に連絡され, 処により接着剤が占める間隙がみられたが, 組織反応は軽微であつた (図11)。

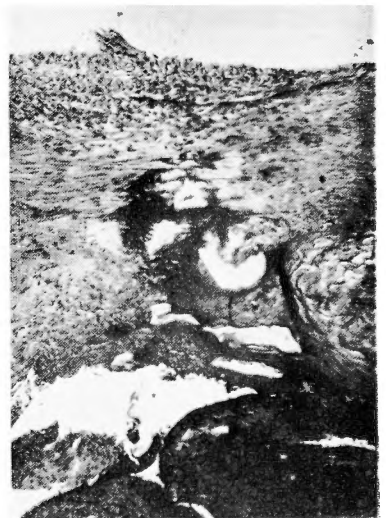
4. 小 括

接着剤使用による無縫合法は, 初期には吻合に失敗することが多く, 即ち吻合が終了し血流を再開すると同時に接着部に血液が浸透して接着部が離解し, またたとえ吻合に成功しても開存例は僅か1例 (No. 47)のみで, 極めて悪い成績であつた。しかし吻合に熟達するにつれ漸次成績が向上し, 後期には11例中7例 (73%)が開存し, 一応良好な成績がえられた。

図11 接着剤使用無縫合法による小動脈吻合部の組織像:



接着剤塗布部及びその内膜面に血栓形成が認められるが, まだ肉芽組織の増生は認められない。
(No. 47 左大腿動脈, 術後14日目, H.E.染色 ×28)



接着部内腔面に血栓の器質化が生じ, 内皮細胞の新生が認められる。
(No. 56 左大腿動脈, 術後38日目, H.E.染色, ×70)

第5項 井口式血管吻合器による吻合法

I. 実験方法

犬8頭を用い、16本の血管について井口式血管吻合器Aセットを用いて吻合実験を施行した。使用ブッシュは、狭窄防止の意味で血管内径よりやや大きい口径のものをえらんだ。吻合操作が終り血流再開後、吻合部よりの出血が強く、ガーゼで圧迫しても止血が困難と思われる場合には、ナイロン糸にて1〜2本の mattress suture を追加した。吻合完了後、前項と同様の事項につき検索を行なった。

II. 実験成績(表8)

1. 術直後の吻合部開通状態

吻合部の狭窄のため末梢搏動が減弱したS(+)は1例(No. 62右)のみで、遮断解除後吻合部よりの出血が強いため3本の追加縫合を行なった例であつた。他の15例は軽度の狭窄S(+)の3例(No. 61左, No. 63右, No. 65左)を含めて末梢搏動は良好であつた。

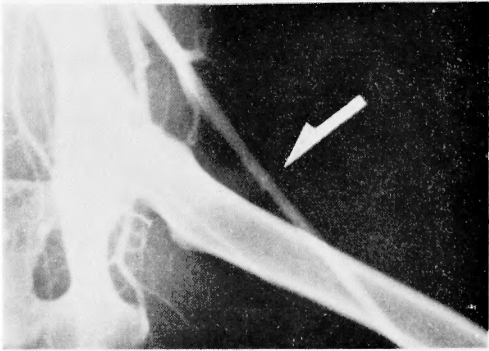
2. 術後の吻合部開存状態の観察

術後末梢搏動の消失したのはS(+)の1例(No. 62右, 2日目に消失した)のみで、他の全例は9〜244

日の観察期間中末梢搏動が触知された。

血管造影像にも、吻合部は平滑で狭窄は殆んど認められず、フィルムにうつったクリップにより漸く吻合部であることが判明した(図12)。結局、16例中15例が開存し、開存率は94%であつた。

図12 井口式血管吻合器による小動脈吻合後の血管造影像



吻合部(矢印)には狭窄は全く認められず、吻合部にクリップが認められる。
(No. 62 左大腿動脈, 術後105日目)

表8 井口式血管吻合器による吻合法の成績

No.	体重 (kg)	吻合血管	内径 (mm)	使用 ブッシュ (mm)	縫合 追加	吻合所要 時間(分)	吻合直後の 狭窄	開通	観察期間 (日)	術後閉塞発生 までの日数	開存状態
60	7.8	右大腿動脈	2.5	3.0	2	25	S(—)	○	244		○
		左 "	2.5	3.0	3	30	S(—)	○	244		○
61	6.3	右 "	2.0	2.5	1	30	S(—)	○	11	—	○
		左 "	2.0	2.5	3	30	S(+)	○	11	—	○
62	5.2	右 "	1.0	1.5	3	35	S(+)	○	105	2	●
		左 "	1.8	2.5	—	10	S(—)	○	105	—	○
63	6.8	右 "	1.2	2.0	2	8	S(+)	○	105	—	○
		左 "	2.0	2.5	—	8	S(—)	○	105	—	○
64	7.0	右 "	1.5	2.0	2	20	S(—)	○	12	—	○
		左 "	1.5	2.5	1	5	S(—)	○	12	—	○
		右頸動脈	2.5	3.5	1	9	S(—)	○	12	—	○
65	5.2	右大腿動脈	1.0	1.5	2	10	S(—)	○	92	—	○
		左 "	1.5	2.0	(接着剤使用)	10	S(+)	○	92	—	○
		左頸動脈	2.0	3.0	—	5	S(—)	○	92	—	○
66	5.0	右 "	2.0	2.5	2	12	S(—)	○	9	—	○
67	6.5	右 "	2.5	2.5	—	7	S(—)	○	49	—	○

開存, ○狭窄, ●閉塞

3. 病理学的所見

a) 肉眼的所見：開存した15例の吻合部は何れも平滑で血栓や狭窄は全くみられなかった(図13)。

図13 井口式血管吻合器による小動脈吻合後の剖検所見



吻合部は平滑で狭窄は全く認められない。
(No. 65 頸動脈, 術後92日目)

b) 組織学的所見：吻合部には内皮細胞で覆われた薄い新生内膜がみられ、中膜にも結合組織による完全な連絡が認められたが、その結合組織増生は極めて少く、即ち心臓存在した組織が僅かの結合組織により有効に連絡されていた。外膜にも軽度の結合組織で良好な連絡が保たれていた。クリップの組織反応は極めて軽微であった(図14)。

図14 井口式血管吻合器による小動脈吻合部の組織像：



吻合部には内皮細胞で覆われた新生内膜がみられる。クリップの組織反応は軽微である。
(No. 67 右大腿動脈, 術後49日目, H.E.染色, ×70)

4. 小 括

井口式血管吻合器による吻合法施行16例中閉塞を来

したのは、追加縫合で狭窄を認めた1例のみで、開存率は94%という好成績であった。吻合時間も初期の頃は30分余りを要したが、慣れるにつれて5～10分程度に短縮された。吻合が終了し血流を再開すると、クリップ縫着が不完全な部分より血液が噴出し、ガーゼ圧迫では止血が困難な例が16例中12例にみられ、この出血に対し追加縫合3針を要したものの3例、2針を要したものの5例、1針を要したものの3例で、その他1例に接着剤を塗布したが、これらの処置を要しなかったのは僅かに4例であった。しかしこの追加縫合は必ずしも困難でなく、血管が外翻され内膜同志が近接しているのが容易であった。吻合部の内腔は平滑で狭窄はなく、クリップの組織反応は極めて軽微であった。

第6項 中山式血管吻合器による吻合法

1. 実験方法

中山式血管吻合器を用いて8頭、15本の動脈の端々吻合を施行した。使用リングは狭窄予防のために血管径よりやや太いものを用いた。

II. 実験成績(表9)

1. 術直後の吻合部開通状態

術直後吻合部に狭窄が発生したのは4例であったが、末梢搏動の減弱したS(+)は1例(No. 73右)のみで、他の全例は末梢搏動は良好であった。

2. 術後の吻合部開存状態の観察

術翌日1例(No. 73右)において末梢搏動の触知が困難であったが、他の全例は最長215日の観察で末梢搏動は良好であった。

血管造影では、No. 73右に著明な狭窄が認められたが、他の例では吻合部の狭窄は殆んど認められず良好な充盈像をえた(図15)。

3. 病理学的所見

a) 肉眼的所見：リング周辺部が周囲組織とかなり癒着しているのがみられたが、内腔は全く平滑で、血栓形成は認められなかった。

b) 組織学的所見：金属リングが血管と強く癒着しているため、そのままの状態では標本を作成することができず、リングを取り除いて標本を作成した。そのため組織片が損傷され、吻合部の状態には十分に検索しえなかったが、リング周辺の血管壁にはかなり強度の細胞浸潤をとめた肉芽組織の増生が認められた(図16)。

4. 小 括

中山式血管吻合器による吻合法に極めて操作が簡易で、特殊の技術を要せず極めて短時間に吻合を行なう

ことができた。血管造影で狭窄を認めた例でも長期間開存を示し、また血管リングは2分され互に離解している例もあり、このことは合目的的とも思われた。組

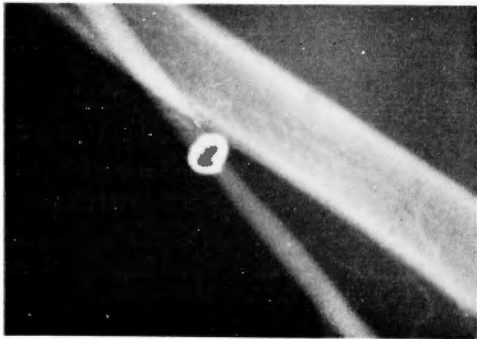
織学的には血管リングは周辺組織との間に結合織性の癒着が強く、組織反応もかなり認められたが、開存率は100%と極めて良好な成績であつた。

表9 中山式血管吻合器による吻合法の成績

No.	体 重 (kg)	吻 合 血 管	内 径 (mm)	使用リング (mm)	吻合所要 時間(分)	吻 合 直 後 の 狭 窄 開 通	観 察 期 間 (日)	開 存 状 態
68	9.0	右大腿動脈	2.2	2.0	15	S(+) ○	3	○
		左 "	2.2	3.0	10	S(-) ○	3	○
69	6.8	右 "	1.8	3.0	8	S(-) ○	154	○
		左 "	1.8	3.0	8	S(-) ○	154	○
70	7.0	右 "	2.0	2.0	6	S(-) ○	128	○
		左 "	2.0	2.0	8	S(-) ○	128	○
71	7.2	右 "	1.8	2.0	12	S(-) ○	128	○
		左 "	1.8	2.0	9	S(+) ○	128	○
		右頸動脈	2.5	2.0	7	S(-) ○	128	○
72	6.8	右 "	2.5	3.0	6	S(-) ○	125	○
		左 "	2.5	3.0	5	S(-) ○	125	○
73	7.2	右大腿動脈	1.8	2.0	4	S(+) ○	98	○
		左 "	1.8	2.0	4	S(-) ○	34	○
74	5.5	右 "	1.2	2.0	3	S(+) ○	29	○
75	8.0	左 "	2.5	3.0	6	S(-) ○	215	○

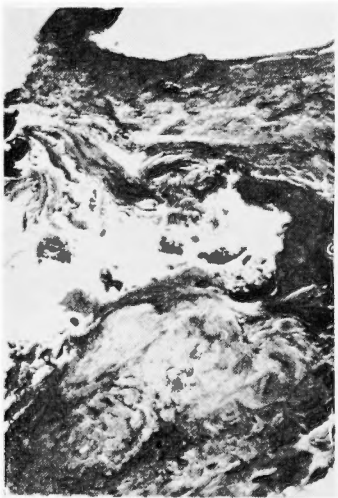
開存, ○狭窄

図15 中山式血管吻合器による小動脈吻合後の血管造影像:



吻合部には全く狭窄がなく、リングには割れ目がみられる。
(No. 75 左大腿動脈、術後88日目)

図16 中山式血管吻合器による小動脈吻合部の組織像:



リング周辺にはかなりの細胞浸潤をともなつた肉芽組織の増生が認められる。
(No. 73 左大腿動脈、術後34日目、×70)

第2節 細小動脈移植実験

第1節の実験結果から、各吻合法はそれぞれの特長を有し、技術的に熟達することによつて好成績をあげうることを知つたが、開存率の他に操作の難易、吻合時間、狭窄などの点について考慮した結果、(1) ナイロン糸使用肉眼による手縫法、(2) 井口式血管吻合器による吻合法、及び(3) 中山式血管吻合器による吻合法の3つの方法が實際的で比較的勝れていると考えられた。そこで体重5.0~11.5kgの雑犬34頭を用い、thiopental sodium (0.03 g/kg) の静脈麻酔下に一側又は両側の大腿動脈又は頸動脈(内径1.0~3.0mm)を露出し、上記3種の吻合法によつて、以下に述べるごとく細小動脈移植実験を行ない、主として移植片について検討を加えた。

第1項 70%アルコール内保存同種動脈片移植実験

I. 実験方法

犬6頭を用い、頸動脈を約5cm露出し、これを1~2cm切除し、両断端を10%ヘパリン加生理的食塩水にて洗滌したのち、この欠損部に長さ3~6cmの70%アルコール内保存同種動脈片を移植した。移植片は体重5.1~6.5kgの雑種成犬の頸動脈或いは総腸骨動脈より採取し、9ないし27ヵ月間70%アルコール内に保存し、移植直前にこれを15分以上10%ヘパリン加生理的食塩水に浸漬したもので、宿主動脈の内径と同じかまたはやや太いものを用い、吻合には井口式及び中山式の両血管吻合器を使用した。

術後1~2日皮膚縫合創又は全身にMycillin 1gを投与した。術前後に抗凝剤は使用しなかつた。

移植後約1ヵ月以上生存せしめ、第1節におけると同様の事項について検索した。

II. 実験成績(表10)

1. 術直後の吻合部開通状態

血流再開直後吻合部に著明な狭窄を来し、末梢搏動の著明な減弱がみられたS(+)は1例(No. 77)のみで、他の全例では末梢搏動は良好であつた。

2. 術後の吻合部開存状態の観察

頸動脈に移植を行なつたため、術後の末梢搏動を検することはできなかった。

1ヵ月以上経過後に血管造影を施行したが、吻合部充盈像は1例もえられなかつた。

3. 病理学的所見

a) 肉眼的所見：移植片は白色索状に萎縮し、周辺組織との癒着が著明で、内腔には器質化したと思われる血栓が認められ、結局全例に閉塞が発生した。

b) 組織学的所見：閉塞した移植片の内腔には器質化した著明な血栓の形成がみられ、移植片と血栓との区別は殆んど不可能で、移植片の構造は判然としなかつた。移植片の外側には著明に線維化した外膜が認められた(図17)。

4. 小 括

アルコール内保存同種動脈片は硬くて弾力性に乏し

図17 70%アルコール内保存同種動脈片移植後の組織像：



移植片の内腔に器質化した血栓がみられ移植片の構造は判然としなかつた。

(No. 79 頸動脈、術後29日目、H.E.染色、×70)。

表10 70%アルコール内保存同種動脈片移植の成績

No.	体重 (kg)	宿主動脈	内径 (mm)	移植同種動脈片		吻合方法	吻合部		吻合直後の 狭窄 開通	術後開存 (日) 状態
				内径(mm)	長さ(cm)		中腔側 (mm)	末梢側 (mm)		
76	8.5	頸動脈	3.0	3.0	6	井口式吻合器	3.0	2.5	S(-)	40 ●
77	7.8	〃	3.0	3.0	5	〃	2.5	2.0	S(+) ○	31 ●
78	6.1	〃	2.5	2.5	3	〃	2.0	2.0	S(-)	64 ●
79	5.5	〃	3.0	3.0	4	中山式吻合器	3.0	3.0	S(-)	29 ●
80	8.0	〃	3.0	4.0	4	〃	3.0	1.0	S(-)	215 ●
81	5.5	〃	3.0	3.0	3	〃	2.0	2.0	S(-)	90 ●

○ 閉塞 ● 開通

い憾があつたが、両吻合器による吻合操作は比較的容易で、移植直後の開通状態は良好であつた。しかしその後の開存例は1例もえられず、全例閉塞を発生した。組織学的検索では移植片は全く原形をとどめず、その構造を明かにすることができなかった。

第2項 代用血管移植実験

I. 実験方法

犬5頭を用い、大腿動脈又は頸動脈を約5cm露出し、これを1~2cm切除し、欠損部に長さ3~4cmの中尾濾布研究所製の代用血管(テトロン・チューブ)を移植した。代用血管の内径は宿主動脈の内径と同じか又はそれ以上の太いものを用い、ナイロン糸による手縫法によつて吻合を行なつた。

II. 実験成績(表11)

1. 術直後の吻合部開通状態

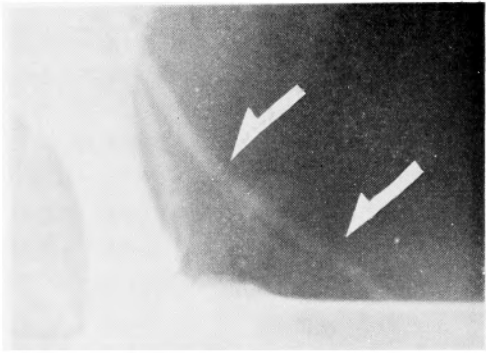
移植直後吻合部に狭窄を来したのは1例(No.84)のみで、全例末梢搏動は良好であつた。

2. 病理学的所見

a) 肉眼的所見: 移植片の末梢側吻合部は大腿部の筋肉により埋れているため、術後の末梢搏動を触知することは困難であつた。従つて主として剖検による以外には開存の有無をしらべることはできなかった。術後6~14日の間に屠殺し、先ず短期間の状態を検すると、6例中3例に一応開存がみられたが、この3例の吻合部には肉眼的に既に血栓性狭窄が生じており、長期に及んだ場合閉塞の発生が十分に懸念された。次に3ヵ月以上の長期観察を行なつた3例は全例閉塞を生じた。そのうちの1例(No. 82)は移植後28日目に施行した血管造影で開存が認められた例であつたが(図

18)、95日目の剖検では完全な血栓性閉塞を来していた晚期閉塞例であつた。

図18 テトロン代用血管移植後の血管造影像:



移植片には狭窄が全くなく良好な開存状態を示している。本例は95日目の剖検で血栓性閉塞が認められた。
(No. 82 左大腿動脈、術後28日目)

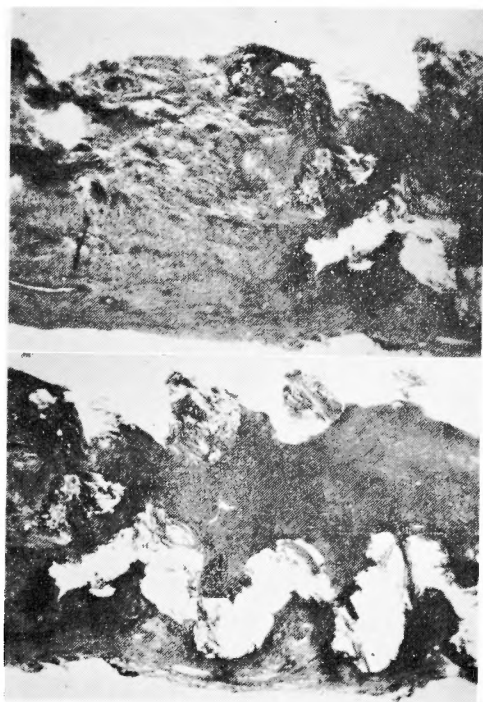
b) 組織学的所見: 開存例では吻合部は、内膜及び中膜から移植片の内面に向つて僅かに肉芽組織の増生が認められた。外膜より移植片の内側及び外側に丁度移植片を挟むように幼若な肉芽組織の増生がみられ、特に外側において著明であつた。移植片の内側には、フィブリン、赤血球及び僅微の好中球が混在した血栓形成が認められ、吻合部に近接した部分では吻合部より増生した肉芽組織により血栓の一部が置換されつつある像が認められた。移植片の外側は、外側より生じた肉芽組織で僅かながら包まれている像を呈した(図19)。

表11 代用血管移植の成績(手縫法)

No.	体 重 (kg)	宿主動脈	内 径 (mm)	テトロンチューブ(中尾)		吻 合 直 後 の		観察期間 (日)	開存状態
				内 径 (mm)	長 さ (cm)	狭 窄	開 通		
82	8.7	左大腿動脈	1.0	2.0	4	S(—)	○	95	●
83	19.0	右 "	3.0	3.0	4	S(—)	○	153	●
		左 "	3.0	3.0	4	S(—)	○	153	●
84	10.0	右 "	2.0	2.0	3.5	S(+)	○	6	●
		左頸動脈	2.0	3.0	1	S(—)	○	6	○
85	7.2	右 "	1.8	2.0	3.5	S(—)	○	10	○
		左 "	1.8	2.0	3.5	S(—)	○	10	●
86	11.5	右 "	2.0	2.0	4	S(—)	○	14	●
		左 "	2.0	2.0	3	S(—)	○	11	○

○狭窄、●閉塞

図19 テトロン代用血管移植の組織像



(吻合部)

移植片に向つて肉芽組織の増生が認められる。

(移植片)

内腔にはフィブリン、赤血球、好中球が混在した血栓形成がみられ、吻合部より増生した肉芽組織により血栓が置換されつつある像が認められる。

(No. 86 左頸動脈、術後14日目、H.E.染色、×28)

4. 小 括

合成血管移植例は9例中3例(33%)開存したが、開存の3例は何れも短期の経過しかみておらず、しかも3例共縫合部に血栓性狭窄が認められた。組織学的検索の結果からも、移植片の内腔にはかなり大きい血栓が認められ、また、28日間開存しながら95日目の剖検で閉塞した1例があり、これらの点を考慮すると、移植合成血管の長期開存は殆んど期待できないと思われる。

第3項 新鮮自家静脈片移植実験

I. 実験方法

犬12頭を用い、大腿動脈又は頸動脈及び大腿静脈又は浅頸静脈を約5cm露出したのち、静脈の余分の枝は結紮切離し、長さ1.5~3.5cmに互つて切除しこれを10%ヘパリン加生理的食塩水中に浸漬した。次いで宿主動脈となるべき大腿動脈又は頸動脈を血管鉗子で遮断したのち1~2cm切除し、この欠損部に先に採取した静脈片を移植した。吻合は手縫法、井口式及び中山式血管吻合器使用法により行なつた。

II. 実験成績(表12)

1. 術直後の吻合部開通状態

移植が完了し血流を再開すると、静脈移植片は著明

な拡張を来し、搏動性に流れる血流が透見され、スリルを触れたが、吻合部にS(+)が認められた1例(No. 87)を含め、全例において搏動は良好であつた。

2. 術後の吻合部開存状態の観察

大腿動脈移植例について術後末梢搏動を触診により検したところ、No. 87及びNo. 97左の2例でそれぞれ2日目、7日目に末梢搏動が消失していた。No. 95は術翌日より左側創部に腫張がみられ、その後次第に増大し左下腿全体に腫張及び7日目に死亡したが、剖検で吻合部は離解し移植血管には血栓が充満し、周辺組織には多数の凝血が認められた。以上の3例を除く他の12例は末梢搏動は保たれていた。

血管造影で移植片は宿主動脈に比しかなり拡張していたが、良好な充盈像を呈した(図20)。

3. 病理学的所見

a) 肉眼的所見：開存例の内腔は平滑で血栓は認められなかつた(図21)。閉塞例では移植片は周囲組織と強く癒着しており、僅かに原形をとどめるのみであつた。結局、15例中12例(80%)が開存した。

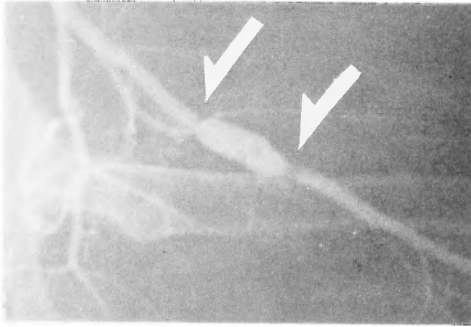
b) 組織学的所見：吻合部には肉芽組織よりなる新生内膜の増生が軽度のみられ、その表面は一層の内皮細胞により覆われ、移植静脈片と完全に結合してい

表12 新鮮自家静脈片移植の成績

No.	体重 (kg)	宿主動脈	内径 (mm)	移植静脈	内径長さ (mm) (mm)	吻合方法	使用プッシュ 又はリング		縫合追加	吻合直後の		観察 期間 (日)	術後閉塞 までの 日(日)	閉塞の 数	開存状態	
							中枢側 (mm)	末梢側 (mm)		中枢側 側	末梢側 側					狭窄
87	8.0	右大腿動脈	2.5	左浅頸静脈	3.0 3	井口式吻合器	3.5	3.0	3	S(+)	○	85	2	●	●	
88	7.0	右 "	1.5	右大腿静脈	3.0 2.5	〃	2.5	1.5	2	S(-)	○	21	—	○	○	
89	5.0	右 "	1.2	右 "	3.0 2	〃	2.0	1.5	1	2	S(-)	○	9	—	○	○
90	8.5	左 "	2.5	左 "	4.0 2	〃	3.0	2.5	1	1	S(-)	○	40	—	○	○
91	6.1	左 "	1.8	左 "	1.0 1.5	〃	2.0	2.0	1	1	S(-)	○	64	—	○	○
92	6.2	左 "	1.8	左浅頸静脈	1.0 2	中山式吻合器	2.0	2.0	—	—	S(-)	○	64	—	○	○
93	7.0	左 "	1.8	左大腿静脈	3.0 3.5	〃	2.0	2.0	—	—	S(-)	○	21	—	○	○
94	5.0	左 "	1.2	左 "	3.0 2	〃	2.0	2.0	—	—	S(-)	○	9	—	○	○
95	11.0	左頸動脈	2.5	右 "	3.0 2	〃	3.0	3.0	—	—	S(-)	○	7	—	○	○
		左大腿動脈	2.0	左 "	3.0 2	〃	2.0	2.0	—	—	S(-)	○	7	—	★	★
96	6.8	左 "	2.0	左 "	4.0 2	手縫法 (ナイロン糸2点連続)	—	—	—	—	S(-)	○	11	—	○	○
97	7.2	右 "	1.0	右 "	3.0 2.5	〃	—	—	—	—	S(+)	○	9	—	○	○
	左 "	1.0	左 "	1.0 2.5	〃	—	—	—	—	—	S(-)	○	10	7	●	●
98	9.0	右 "	1.8	右 "	1.0 2	〃	—	—	—	—	S(-)	○	23	—	○	○
	左 "	1.8	左 "	4.0 2	〃	—	—	—	—	—	S(-)	○	28	—	○	○

○開存、●閉塞、★破裂

図20 新鮮自家静脈片移植後の血管造影像：



移植片は動脈瘤様に拡張しているが、明らかに開存状態が認められる。

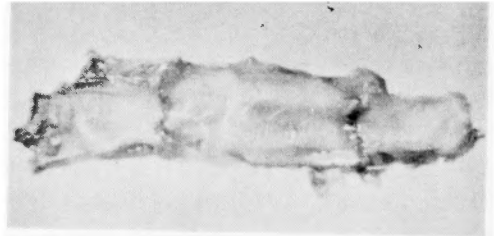
(No. 91 左大腿動脈、術後61日目、井口式吻合器による)

た。中膜及び外膜も結合織性の接合は良好であつた。移植静脈片は内膜・中膜ともによく静脈固有の原形を有していたが、外膜には結合織の増生がみられた。ナイロン糸及び井口式クリップを中心とした肉芽組織の増生は軽度であつた(図22)。

1. 小 括

新鮮自家静脈片は弾力性に乏しく、移植後宿主動脈に比し著明に拡張し、血流に渦を生じマリスを認めたが、15例中12例(80%)が開存した。移植片は2ヵ月を経過しても、拡張の状態を保っていた。組織学的検索の結果、移植片は静脈本来の構造を残しており、従つて一応勝れた移植片と思われた。

図21 新鮮自家静脈片移植後の剖検所見：



移植片及び吻合部の内腔は平滑で血栓形成や狭窄は認められない。

(No. 98 左大腿動脈、術後28日目、手縫法による)

図22 新鮮自家静脈片移植後の組織像。



吻合部には新生内膜の増生がみられる。移植静脈片(左側)は内膜、中膜ともに移植片固有の原形を残している。縫合糸周辺の組織反応は殆んどみられない。

(No. 98 右大腿静脈、術後23日目、H.E.染色、×28、手縫法による)

第4項 新鮮自家動脈片移植実験

I. 実験方法

犬11頭を用い、大腿動脈又は頸動脈を露出し、これを移植片として長さ2～6 cm切除し、10%ヘパリン加生理的食塩水中に浸漬し、同じ犬の別に露出した頸動脈又は大腿動脈へ移植した。宿主動脈の切除の長さは1～2 cmとした。吻合は手縫法、井口式及び中山式器械吻合法により実施した。

II. 実験所績 (表13)

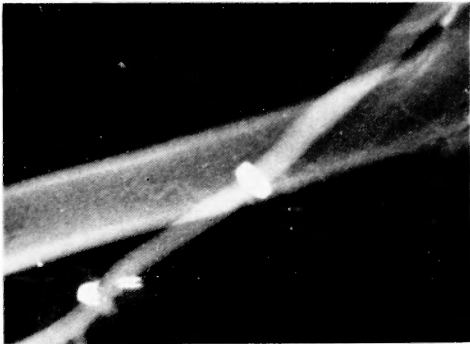
1. 術直後の吻合部開通状態

術直後の移植片の状態をみると、宿主動脈に比し大口径の動脈片を移植した場合には、血流再開後太く拡張したが、小口径の動脈片を移植した2例 (No. 107, No. 109左頸) では、ほぼ宿主動脈の太さを示した。

2. 術後の吻合部の開存状態の観察

大腿動脈への移植例では、術後の観察期間中全例末梢搏動は良好であつた。頸動脈への移植例では、搏動を触知することはできなかったが、血管造影にて1例 (No. 107) に閉塞が認められた。他の11例は血管造影でも開存が認められたが (図23)、特記すべきことは、移植片は手術時宿主動脈と内径の差があつたにもかかわらず、何れも血管造影上宿主動脈の径と一致した太さになつていたということである。例えば頸動脈片を大腿動脈へ移植した例 (No. 102) で7日目に、大腿動

図23 新鮮自家動脈片移植後の血管造影像：



移植片 (自家頸動脈) の内径は宿主動脈 (右大腿動脈) のそれに一致している。一方のリングは2分され、はずれている。
(No. 101. 術後88日目、中山式吻合部による)

脈片を頸動脈へ移植した例 (No. 109) で14日目に、既に径が一致しているのが認められた。

3. 病理学的所見

a) 肉眼的所見：剖検にても同様の所見が認められ、開存例の内膜は平滑で吻合部の狭窄は全くみられず、移植片は弾性を有し、動脈本来の性質を有していた (図24)。結局12例中1例に閉塞がみられ、開存率は92%であつた。

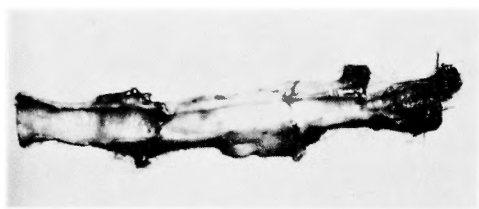
b) 組織学的所見：吻合部は新生された結合組織性の

表13 新鮮自家動脈片移植の成績

No.	体重 (kg)	宿主動脈	内径 (mm)	移植動脈	内径 (mm)	長さ (cm)	吻合方法	使用プッシュ又はリング		縫合追加		吻合直後の狭窄	開通	観察期間 (日)	開存状態
								中枢側 (mm)	末梢側 (mm)	中枢側	末梢側				
99	8.0	右大腿動脈	2.5	左頸動脈	3.0	3	井口式吻合器	2.5	2.0	1	2	S (—)	○	85	○
100	8.5	左 "	2.5	左 "	3.0	4	"	3.0	2.5	1	—	S (+)	○	40	○
101	6.1	右 "	1.8	左 "	2.5	3	"	2.0	2.0	1	2	S (—)	○	64	○
102	11.0	右 "	2.0	左 "	2.5	2	"	2.5	2.5	3	1	S (—)	○	7	○
103	5.5	左 "	1.2	左 "	3.0	3	中山式吻合器	3.0	3.0	—	—	S (+)	○	30	○
104	8.0	右 "	2.5	左 "	4.0	4	"	3.0	3.0	—	—	S (—)	○	215	○
105	5.2	右 "	1.8	左 "	3.0	6	"	2.0	2.0	—	—	S (—)	○	100	○
106	6.2	右 "	2.0	左 "	3.0	4	"	2.0	2.0	—	—	S (—)	○	64	○
107	19.0	左頸動脈	3.0	左大腿動脈	3.0	2	手縫法 (ナイロン糸2点連続)	—	—	—	—	S (—)	○	153	●
108	10.0	左大腿動脈	1.0	左頸動脈	2.0	3.5	"	—	—	—	—	S (—)	○	6	○
109	11.5	右大腿動脈	1.8	右 "	2.5	3	"	—	—	—	—	S (—)	○	14	○
		左頸動脈	2.5	左大腿動脈	2.0	2	"	—	—	—	—	S (—)	○	14	○

○ 開存, ● 閉塞

図24 新鮮自家動脈片移植後の剖検所見。

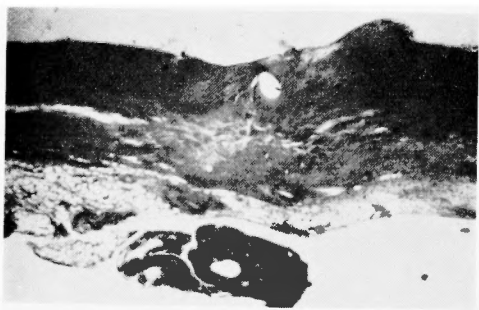


内腔は平滑で移植片は弾性を有している。

(No. 99 右大腿動脈、術後85日目、井口式吻合器による)

内膜で完全に接合し、その表面に内皮細胞の新生がみられた。内膜及び外膜においても結合織性の連絡が良好にでき上っていた。移植片には内膜・中膜ともに肥厚・変性などの所見は認められず、動脈固有の構造が残っており、外膜の結合織性の増生も軽微であつた。手縫法を行なつた例では、ナイロン糸周辺には肉芽形成が認められたが、組織反応は殆んどなく(図25)、井口式クリップもほぼ同様であつたが、中山式リング周辺の肉芽形成はこれに比しやや著明で、かなりの組織反応が認められた。

図25 新鮮自家動脈片移植後の組織像：



吻合部は薄い新生内膜で覆われている。頸動脈(右)は内膜、中膜ともに動脈固有の構造を残している。縫合糸を中心とする組織反応は殆んど認められない。

(No. 109 右大腿動脈、術後14日目、ナイロン糸使用、H.E.染色、×28、手縫法)

4. 小 括

新鮮自家動脈片は弾性を有し、肉眼的及び組織学的検査の結果から、7ヵ月以上の例でも動脈本来の性状や構造を保っていた。移植片の内径が宿主動脈の内径に比し大きくてもまた小さくても、1～2週間後には宿主動脈の内径にほぼ一致した太さとなる事実が認められ、高い開存率(92%)とあわせ考えると、最も勝れた移植片と思われた。

第3節 冠動脈再建に関する実験

第1節及び第2節の実験から、細小動脈の吻合方法としては、ナイロン糸を使用する熱達した手縫法、及び器械吻合法が最も勝れており、また移植片としては、新鮮自家動脈片が最も勝れていることが明らかとなった。そこでこれらの知見を基にし冠動脈再建術について、特に内胸・冠動脈吻合について次の実験を行なった。

第1項 冠動脈遮断実験

内胸・冠動脈吻合を施行するにあつて、先ず一時的冠血流遮断を行ない、心電図の変化、intercoronary collateral anastomosis (ICCA)の状態を検索し、一方実験的冠動脈遮断犬について血清トランスアミナーゼを測定した。

〔A〕 一時的冠動脈遮断による心電図の変化、及び正常心の ICCA

I. 実験方法

体重5.3～7.2kgの正常犬7頭を用い、thiopental sodium (0.03 g/kg)の静脈麻酔を行ない、気管内挿管による人為呼吸下に、左第IV肋間にて開胸し、心嚢を切開し左回旋枝起始部から0.5～1.0 cmの部分を中心から剝離した。次いでこの部に絹糸をめぐらし回旋枝を10分間遮断し、遮断前、遮断中及び遮断後の心電図の変化を、波形が遮断前に回復するまで、標準及び単極肢誘導により記録した。同時に乏血心筋の色調の変化や心搏動の状態を観察した。心電図波形が遮断前に回復した後屠殺、心臓を摘出し Schlesinger mass を150mmHgの圧をもつて左右冠動脈より注入して Postmortem coronary arteriogram を作成し、ICCAの発達状態を検索した。ICCAの発達程度は以下の如き基準により分類した。(1) 肉眼的に ICCA が全く認められないもの：(-)，(2) 細い第3分枝からなるICCAが2本以下認められるもの：(+)，(3) 細い第3分枝からなるICCAが3本以上多数認められるもの：(++)，(4) 太い第2分枝からなるICCAが認められるもの：(+++)。

II. 実験成績(表14)

心電図所見は標準及び単極肢誘導を記録したが、代表として以下II誘導のみについて述べる。

1. 遮断前心電図所見

全く異常がみられなかつたのは2例(No. 110, No. 115)で、他の5例ではT波の逆転がみられた。

2. 遮断中の心電図所見

遮断直後に逆転した深いT波が現われ、次いでST-Tの増高と深いT波が現われ、続いてST-Tの増高と

表14 冠遮断時の心電図と ICCA

No.	体 重 (kg)	心 電 図 所 見							Postmortem coronary arteriogram (ICCA)		
		遮断前 Tの逆転	遮断直後の T逆転	遮断中の ST, Tの 上昇	二連脈	心室 細動	その他 の変化	遮断解除後 直後	回復までの 時間	左 室 前 壁	右 室 前 壁
110	7.2	—	—	ST, Tの 平低下	出 現	—	—	—	直 後	卅	卅 +
111	6.8	0.2mV 以下	0.5mV以上	0.5mV 以上	出 現	—	—	心室性 頻 脈	5分	—	+ +
112	6.8	0.2mV 以下	0.5mV以上	0.5mV 以上	—	—	—	—	30分	+	卅 +
113	7.0	0.2mV 以下	0.5mV以上	0.2mV 以下	出 現	—	—	心 室 細 動	60分	卅	+ +
114	5.3	0.2mV 以下	0.5mV以上	0.5mV 以上	—	出現	徐 脈	—	5分	卅	— —
115	5.8	—	—	0.2mV~ 0.5mV	—	—	房 室 ブロック	—	2分	+	卅 +
116	6.2	0.2mV 以下	0.2mV~ 0.5mV	0.5mV 以上	—	—	—	—	2分	+	+ —

深いQが認められたが、1例(No. 110)ではST, Tの平低下がみられた。その後ST, Tは増高のまま経過するもの(No. 112, No. 116)もあつたが、3例(No. 110, No. 111, No. 113)では二連脈が発生し、1例(No. 114)では心室細動(心マッサージとカウンター・ショックにて除細動した)と徐脈、1例(No. 115)では房室ブロックが認められた。

3. 遮断解除後の心電図所見

遮断中ST, Tの上昇が著明であつた4例(No. 112, No. 114, No. 115, No. 116)は、遮断解除直後からST, Tは急速に下降し、それぞれ30分、5分、2分、2分後に遮断前心電図波形に復した。解除直後2例(No. 111, No. 113)においてそれぞれ心室性頻脈(図26)及び心室細動が発生したが、前者は数秒間で消失して5分後遮断前波形に戻つたが、後者はカウンター・ショックにて除細動し、回復に60分を要した。

4. Postmortem coronary arteriogram

ICCAは全例に認められた。回旋枝遮断による心電図変化が軽微であつたNo. 110は、ICCAの発達が著明で、左室前壁及び心尖部に(卅)のICCAが認められた。その他の例では何れも(卅)以下のICCAが認められた。一般にICCAの発達の度合が少ない例程遮断による心電図の変化が強い傾向がみられた(図27)。

〔B〕冠動脈遮断による血清トランスアミナーゼの変動

I. 実験方法

体重6.9~13.0 kgの犬7頭を用い、GOFによる気管

内麻酔下に全身を氷水中に浸漬し、食道温を29~30℃に下降せしめ、左第IV肋間にて開胸した。心嚢を切開、左前下行枝の起始部から1cmの部分を経糸にて緊縛し、冠動脈遮断犬を作成した。心筋色調や心電図により、冠動脈が遮断されていることを確かめたのち閉胸し、麻酔常温時、低体温時、遮断後3時間、6時間、24時間以下毎日に採血し、血清トランスアミナーゼ値(S-GOT及びS-GPT)を測定した。測定方法はヤトロン社製の試薬を用い、Reitman-Frankel法に従つて行なつた。

II. 実験成績(表15)

1. 冠遮断前

常温時冠遮断前のS-GOTは最高63u.、最低24u.で、平均37u.、S-GPTは最高66u.、最低19u.で、平均33u.であつた。食道温29~30℃の低体温時の値は常温時に比し、有為の差が認められなかつた。

2. 冠遮断後

冠遮断後3時間で全例上昇をはじめ、24時間ないし48時間で最高値を示した。最も上昇したS-GOTは最高値300u. (No. 117)で遮断前の約14倍で、最低値を示した例(No. 123)でも153u.であつた。一方S-GPTはS-GOT程著明な変化を示さなかつたが、共に6日以後ほぼ遮断前に復した。

〔C〕小 括

次上の実験結果から、冠動脈が遮断されると、心電図にST, Tの増高、房室ブロック、二連脈、心室細動などの異常波形が現れるが、10分後に遮断を除く

図26 冠回旋枝遮断による心電図の変化 (II誘導, No. 111 犬)

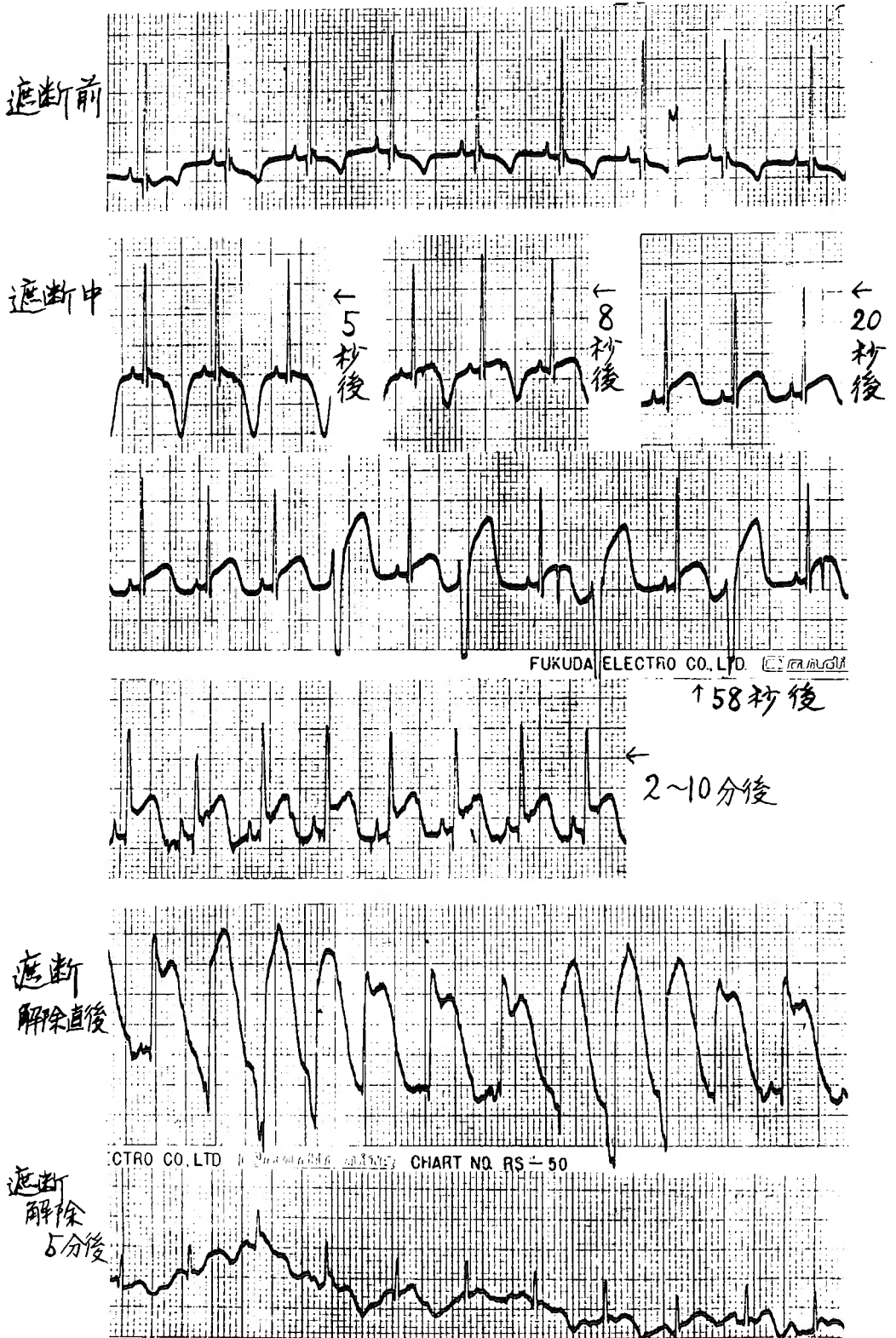
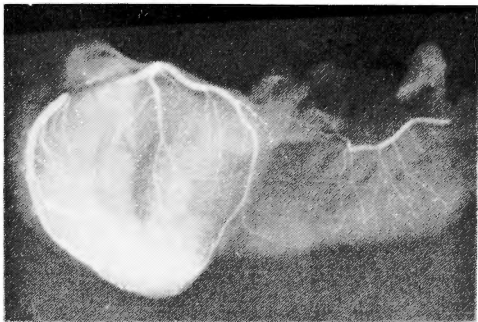


図27 Postmortem coronary arteriogram



ICCA の発達は極めて軽度にしき認められない。(No. 111, 図26と同じ犬)

表15 冠遮断犬の血清トランスアミナーゼ測定成績

No.	体重 (kg)		冠 遮 断 前		冠 遮 断 後									
			常 温	時 低	1 日		2 日	3 日	4 日	5 日	6 日	7 日	8 日	
					3 時間後	6 時間後	24時間後	48時間後						
117	8.0	S-GOT	24	20	38	26	300	168	131	73	68	78	41	
		S-GPT	26	37	46	98	173	164	135	112	72	57	61	
118	7.5	S-GOT	29	27	52	71	172	101	55	28	48	27	32	
		S-GPT	19	29	38	42	116	77	76	50	56	43	38	
119	6.9	S-GOT	37	38	64	99	187	206	163	77	64	40	39	
		S-GPT	28	19	30	44	91	145	164	97	66	96	78	
120	13.0	S-GOT	34	28	42	165	175	122	72	41	37	43	41	
		S-GPT	26	26	29	41	83	100	82	59	51	75	52	
121	8.4	S-GOT	63	73	144	150	225	173	(死亡)					
		S-GPT	66	77	103	—	179	216						
122	8.4	S-GOT	45	22	105	172	162	148	77	(死亡)				
		S-GPT	31	31	44	85	207	118	123					
123	8.5	S-GOT	26	33	72	112	153	88	95	33	20	22	46	
		S-GPT	37	40	52	53	93	69	74	64	60	58	72	

と、長くても60分以内に上記の異常所見が回復することが判明した。Postmortem coronary arteriogram では ICCA は全例に認められ、ICCA の発達の 著明な例程 心電図変化は軽度であつた。また冠遮断時の血清トランスアミナーゼを測定したところ、遮断後12時間~24 時間で最高値を示す 曲線がえられ、S-GPT 値よりも S-GOT 値において変化が 著明で、特徴的であつた (図28)。以上の如き知見をもとにして、次の内胸・冠 動脈吻合実験を行なつた。

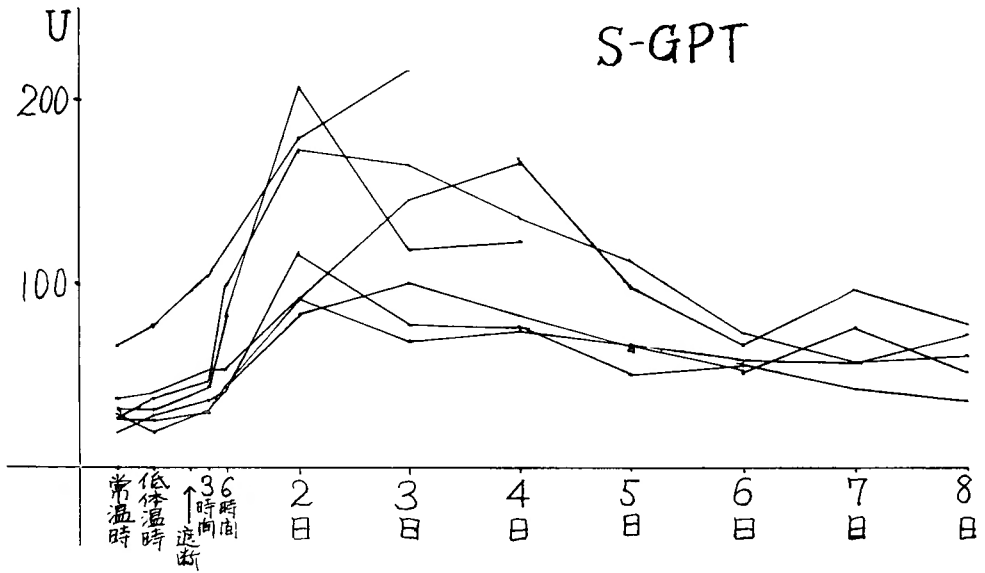
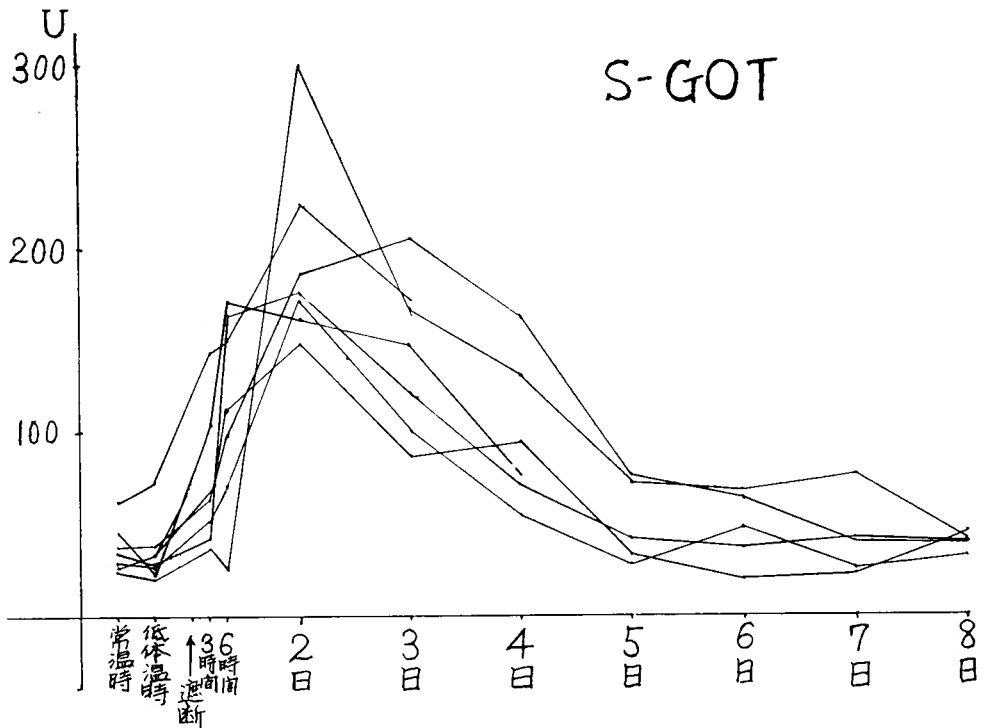
第2項 内胸・冠動脈吻合実験

I. 実験方法

(1) 吻合方法

体重12~23kgの犬6頭を用い、GOEによる気管内 麻醉下に氷水中に全身を浸漬し、1 C/10min の速度 で冷却を行ない、食道温を31~34℃に低下せしめた。 次いで犬を右側臥位に固定し、左第Ⅲ、Ⅳ肋軟骨を切 除し、開胸することなく左内胸動脈の分枝を結紮切離 し周囲組織より剝離したのち、左第Ⅳ肋間で開胸し、

図28 冠遮断犬における血清トランスアミナーゼの変動



更に鎖骨下動脈分岐部まで剝離した。次いで心嚢を切開し、左回旋枝を分岐部から1~2cm剝離した。先ず、左内胸動脈を中枢部で血管鉗子により遮断切離し、末梢部は結紮し、中枢部に中山式血管吻合リングを装着した。次に回旋枝を中枢部で結紮し、その末梢を鉗子で遮断したのち、両者の間で切離し、その末梢側断端に血管吻合用リングを装着し、中山式血管吻合器を用いて上述の内胸動脈の中枢端との間に吻合を行なった。吻合すべき内胸動脈の内径が1mm以下の場合には、鎖骨下動脈からの分岐部に近い内径1.5mm以上の部位で切離し、その中枢端と回旋枝との間に新鮮自家頸動脈片の移植を行なった。吻合終了後は直ちに鉗子を除去して遮断を解除し、心搏及び心筋の色調が回復したのち、心嚢を縫合することなく閉鎖し、40℃の温室中に入れ、食道温が36℃になるまで加温した。

(2) 検索方法

内胸・冠動脈吻合の術中・術後に次の事項について検索し、術前の所見と比較した。

a) 吻合中の心筋の色調及び心搏の変化を肉眼的に観察し、回旋枝を遮断してから吻合終了後血流を再開するまでの時間を測定した。

b) 吻合直後血流を再開した時の心搏の状態、心筋の色調、吻合部の狭窄の有無などを観察した。

c) 術後の経過中、次の事項につき検索した。

(i) 心電図：術後2時間まで頻回に標準並びに単極肢誘導心電図を記録し、術前と比較した。

(ii) S-GOT 値の測定：術前（常温時、低体温時）及び術後数日間採血し、S-GOT 値を測定した。

(iii) Postmortem coronary arteriogram：術後死亡又は屠殺した犬の心臓を摘出し、Schlesin-

ger mass を吻合部より中枢の内胸動脈から150mmHgの圧で注入して、Postmortem coronary arteriogram を作成し、吻合部の開存状態並びにICCAの発達状態を検索した。

(iv) 病理組織学的検索：摘出心臓を10%ホルマリンに固定したのち、回旋枝支配域心筋及び非支配域の心筋片を採取し、Hematoxylin-Eosin 及び Azan Mallory 染色を行ない鏡検した。

II. 実験成績（表16）

a) 術中の所見

回旋枝遮断により配下心筋は赤紫色を呈し、心搏は弱く不規則となった。回旋枝の血流遮断時間は最長9分であつたが、他の5例は6分以内であつた。吻合中心室細動は3例（50%）に発生したが、吻合終了後心マッサージ及びカウンター・ショックによつて除細動に成功した。

b) 術直後の所見

赤紫色を呈していた回旋枝配下の心筋の色調は、吻合が完了し血流が再開されると、瞬時にして鮮紅色となり心搏も漸次力強く回復してくるのが観察された。1例（No. 128）は吻合部リング上の内膜翻転が不十分であつたが、心室細動を認めたためそのまま吻合を完了し除細動に成功したが、吻合後にかなりの狭窄S（+）を認めた。他の5例は吻合部の狭窄は全くみられず、末梢冠血流は良好であつた。

c) 術後の経過中の所見

(i) 心電図：吻合部に狭窄のみられた1例（No. 128）は、血流再開10分後ST-Tの上昇がみられ、心筋の色調も不良となり、心室細動を発生し、吻合部に早期血栓が発生したためと思われた。そこで内胸動脈より50%ヘパリン加生食水2mlを注入し、除細動操作

表16 内胸・冠動脈吻合成績（中山式血管吻合器による）

No.	体重 (kg)	内胸動脈 内径(mm)	回旋枝 内径(mm)	自家頸動脈片		使用 リング (mm)	吻合直後の		冠遮断心 時間(分)	室細動	食道温 (℃)	観察開 期(日)	存 状態
				長さ (cm)	内径 (mm)		狭	開通					
124	16	1.5	1.5	4	2.5	2.0	S(-)	○	9	出現	31	3	●
125	23	2.0	2.5	—	—	3.0	S(+)	○	6	—	32	137	●
126	18	1.8	2.0	—	—	2.0	S(-)	○	6	—	33	10	○
127	16	1.5	1.8	3.5	2.5	2.0	S(+)	○	6	出現	34	2	○
128	12	1.2	1.5	—	—	2.0	S(++)	○	5	出現	34	7	●
129	20	1.8	2.8	—	—	3.0	S(-)	○	4	—	34	16	○

開存、○狭窄、●閉塞

を行なつたところ、30分後 ST. T は殆んど基線に復した。しかし1時間後再び ST. T の上昇を来し、吻合部の閉塞が懸念されたが細動はみられなかつた(図29)。他の5例では吻合直後にみられた異常波形は漸次回復し、全例1時間後にはほぼ術前の波形に復した。即ち、血流再開後約30分間は二連脈、徐脈その他の不規則な波形が発生し、電氣的不安定の時期があつたが、何れも1時間後には殆んど正常波形に復するの

が認められた(図30)。結局、心電図上では術後2時間の観察で、1例(No. 128)を除いて他の5例に吻合部の開存が推定された。

(ii) S-GOT 値の測定: 4例について S-GOT を測定した。全例術後の値は術前値に比し高かつたが、3例(No. 126, No. 127, No. 129)の増加は軽度で、平低な曲線を描き、最も増加した例(No. 126)でも最高値は 100u. で、冠遮断犬で測定した際の最も少な

図29 内胸・冠動脈吻合時の心電図(II誘導, No. 128犬)

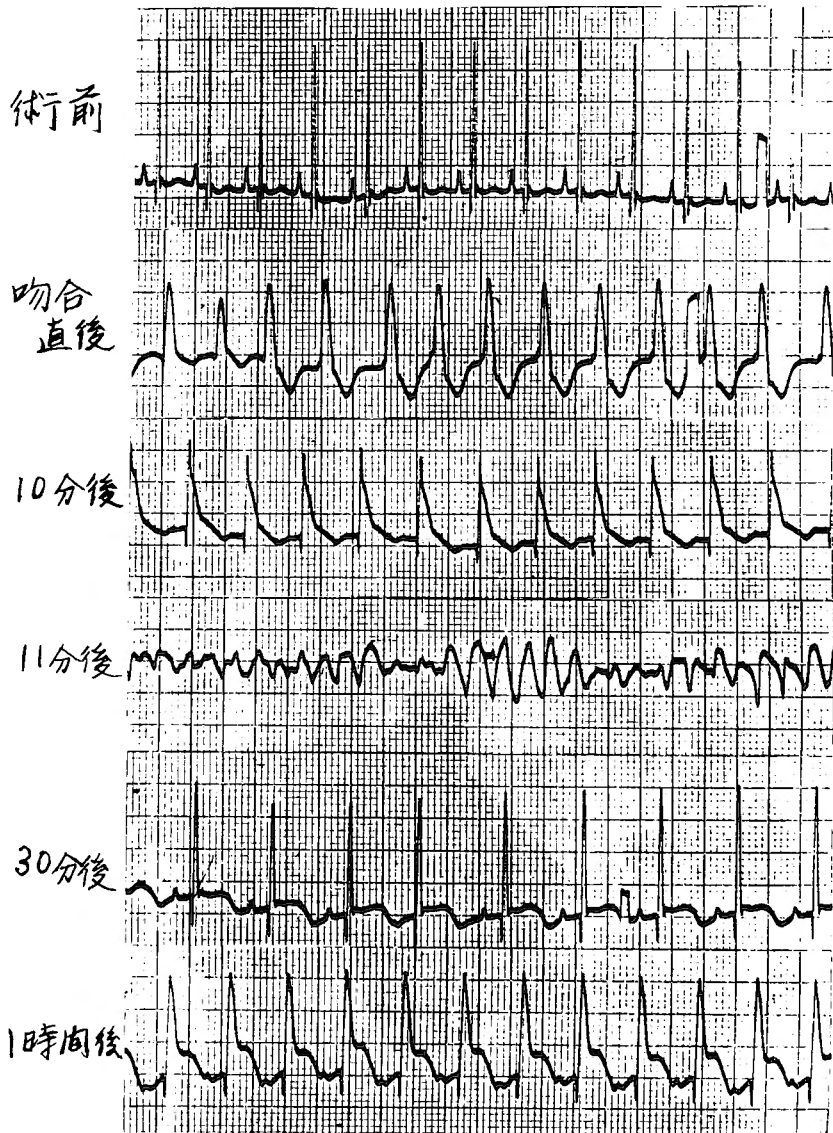
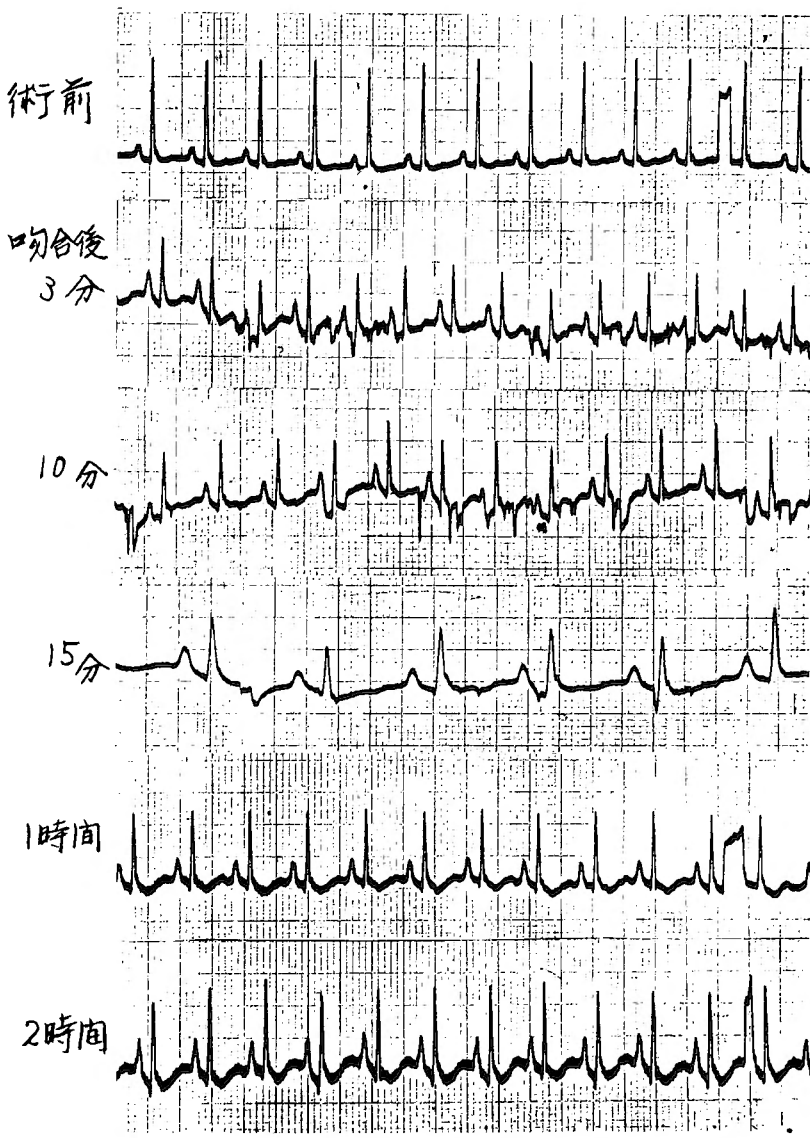


図30 内胸・冠動脈吻合時の心電図(Ⅱ誘導, No. 129犬)



かつた値(153u.-No. 123)よりもかなり低かつた。他の2例(No. 127, No. 129)の最高値もそれぞれ66u.及び60u.であり、一応吻合部の開存が推定された。1例(No. 128)は術後2日目までは著明な増加をみながつたが、3日及び4日目に155u.及び170u.と増加が著るしくなり、閉塞が推定された(表17, 図31)。

(iii) Postmortem coronary arteriogram: 長期生存したのは1例(No. 125)のみで、2例(No. 126, No.

129)は術後臍胸を併発して死亡し、残りの3例は術後1週間以内に心不全にて死亡した。死亡した犬のPostmortem coronary arteriogram では、3例(No. 126, No. 127, No. 129)は吻合部の狭窄が殆んどなく開存を示し、ICCAの発達は軽度であつた(図32)。他の3例では吻合部は閉塞され造影されえなかつた。長期生存したNo. 125は、前下行枝及び右冠動脈より注入したSchlesinger mass が回旋枝に逆流するのがみら

れ、ICCA の発達が極めて著明であつた。

(iv) 病理組織学的検索：開存例の回旋枝配下心筋には、横紋消失や空胞形成などの変化はなく、軽度の間質浮腫及び心筋内巣状線維化像が認められたのみであつた。閉塞例では、配下心筋に Patchy fibrosis が認められ、また間質細血管の拡張がみられ、血管腔内に Schlesinger mass が多量にみられた。

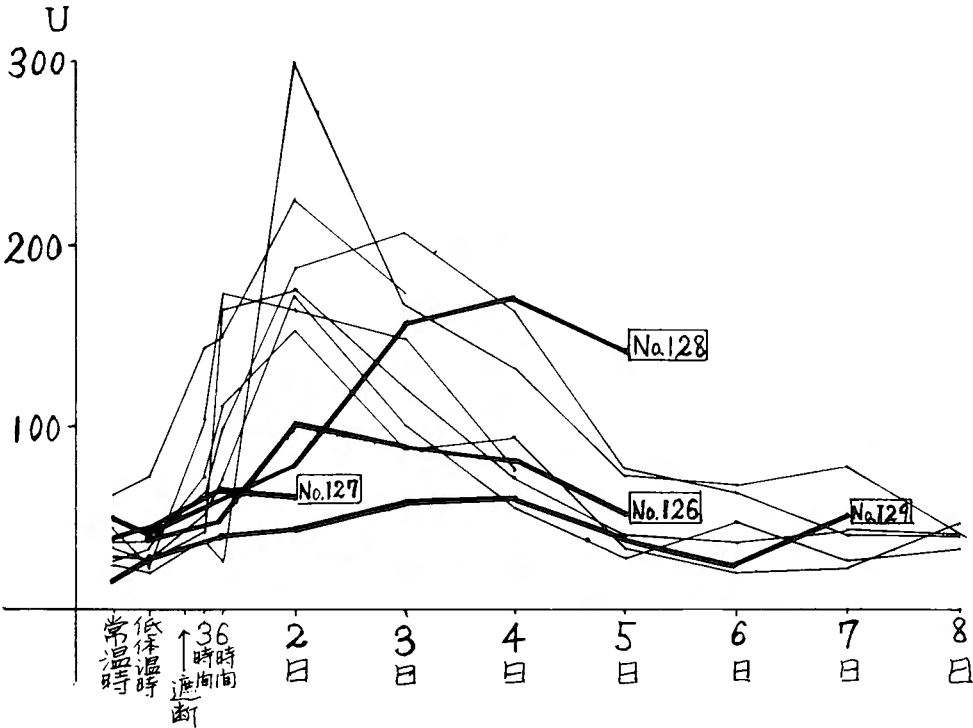
d) 小 括

内胸・冠動脈吻合方法は、操作が簡単で吻合時間の最も短い中山式血管吻合器を用いて行なつた。6 例中

表17 内胸・冠動脈吻合犬の S-GOT 測定成績

No.	体重 (kg)	冠遮断前		冠 遮 断 後						
		常 温 時	低 体 温 時	1 日 6 時 間後	2 日 24 時 間後	3 日 48 時 間後	4 日	5 日	6 日	7 日
126	18	—	39	49	100	88	80	51	—	—
127	16	38	44	66	62	—	—	—	—	—
128	12	50	41	—	79	155	170	140	—	—
129	20	16	29	41	14	58	60	38	23	51

図31 内胸・冠動脈吻合犬の S-GOT の変動
(冠遮断犬における S-GOT 値との比較)

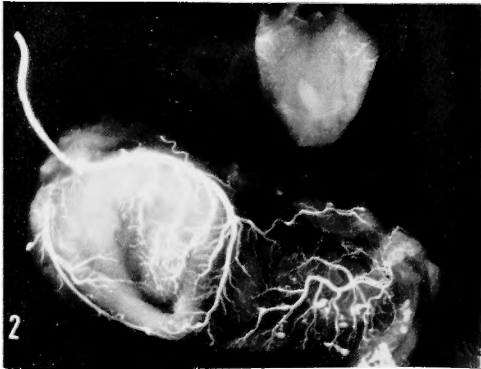


開存したのは3例(50%)で、心不全或は膿胸のため長期生存例はえられなかつたが、吻合部に狭窄はなく長期の開存が期待された。吻合すべき内胸動脈の内径が細い例では、新鮮自家動脈片を移植することによつて吻合に成功することができた。術後に心電図及び S-GOT の検索を行なつたところ、これによつて吻合部の開存の有無を或程度判定することができた。

第3章 総括並びに考按

I. 著者は犬の末梢動脈(内径1~3mm)の端々吻合を、各種の吻合法について行ない、その成績を比較検討した。このような細小動脈吻合の場合には、吻合部断端や縫合糸の内腔への僅かの露出、内膜の損傷、吻合部における屈曲、ねじれあるいはそれらによる狭窄の形成が容易に血栓性閉塞発原因となるものと考

図32 内胸・冠動脈吻合16日後の
Post-mortem coronary arteriogram :



吻合部は明かに開存が認められ、ICCA の発達は殆んどみられない。

えられる。

先ず手術手技の不適正による狭窄形成について、日比²⁵⁾は犬の大腿動脈に外部より狭窄を作成して実験した結果、これのみでは血栓を生じなかつたと述べ、教室の堀口⁴⁰⁾も緊縛による狭窄と縫合による狭窄とを作成して比較し、内膜に損傷のない前者では閉塞の発生はみられなかつたが、内膜の損傷を伴う後者では50%に閉塞が発生したことを認めている。著者の手縫法の実験(絹糸使用)でも、術直後吻合部に狭窄を来した場合には明かにその後に閉塞を来し易く、特に術直後の狭窄形成のために末梢搏動が減弱した場合にはその後の経過において100%閉塞を発生し、これらの前期実験例では31%の開存率をえたにとどまつた。そこでかかる吻合時の技術的な問題に留意して更に実験を進めたところ、後期における開存率は69%にまで成績が向上した。結局、絹糸使用群の前期・後期を通じた開存率は50%で、この成績は諸家の報告²⁷⁾²⁹⁾とほぼ一致している。

次に縫合糸については、開存率向上のため Phelan⁴⁸⁾も指摘したごとく、絹糸に比べて細く丈夫でしかも血栓附着の少ない⁴⁰⁾⁴¹⁾ナイロン糸を用いて縫合を行なつたところ、100%の開存率をえた。上述の如く閉塞の発生をできるだけ防止せんがためには、先ず吻合技術の熟練と縫合材料特に縫合糸の選択が極めて重要であることを確認したのである。

以上の経験から、各種吻合法の成績を吻合技術の安定した後期の実験例について比較した。その結果、肉眼による手縫法(ナイロン糸使用)、手術顕微鏡による吻合法、井口式及び中山式吻合器による吻合法の開存率はそれぞれ100%で、教室で考案された⁴⁹⁾吻合法⁵²⁾(用チューブ・短時間血流遮断・顕微鏡拡大下吻合法)は91%、接着剤使用による無縫合法は73%の開存率であつた(表18)。各吻合法とも何れも手技が熟練するにつれて開存率はかなりの成績向上を示した。ところで、各吻合法はそれぞれの長所と短所を有しており、即ち、接着剤による吻合法は組織反応は殆んどないが、未だ吻合部離解の不安があり、教室で考案された方法は冠血管外科応用には有力な方法であるが、一般の血管吻合には操作がやや繁雑である。また手術顕微鏡による吻合法は確実ではあるが、実地臨床上高価な設備と高度の熟練を要し、特に術野が深い場合や動揺する手術野での吻合は至難であり、一方器械⁴⁹⁾吻合法は操作が簡易でさほどの熟練を要せず、素速く吻合が行ないうるという勝れた利点がある反面、病的血管を吻

合する場合に血管壁が脆くてちぎれ、断端の翻転操作が困難である欠点を有している。これに対して手縫法は前述の如く、これらの欠点を補う簡易な方法と思われる。以上の如く各種吻合法について検討を加えた結果、現在ではナイロン糸を使用する肉眼による手縫法及び血管吻合器による吻合法が優秀で、これらの吻合法を駆使することにより、殆んどすべての細小動脈吻合を支障なく行ないうるものと考えに至つた。

表18 手技熟達後の細小動脈吻合成績

吻 合 方 法	例数	観察期間 (日)	開存	閉塞	開存率
肉眼による手縫法 (ナイロン糸使用)	13	5~49	13	0	100%
手術顕微鏡による縫 合法	8	20~34	8	0	100%
教室で考案された ⁴⁹⁾ 吻 合法	11	4~22	10	1	91%
接着剤使用による無 縫合法	11	38~187	8	3	73%
井口式血管吻合器に よる吻合法	8	9~92	8	0	100%
中山式血管吻合器に よる吻合法	9	29~215	9	0	100%

II. 次いで著者は手縫法及び器械吻合法を用いて、血管移植実験を施行し、移植片の検討を行なつた。移植片として同種動脈を用いる場合は、採取した移植片をそのまま移植する方法の他に、移植片の保存のためにこれを冷凍したり、あるいは40%ホルマリン¹⁶⁾、70%アルコールなどの薬物に固定保存し、用に臨んで使用する方法がある。著者は70%アルコール内に保存した同種動脈片について移植実験を行なつた結果、全例において閉塞が発生し、結局開存例はえられなかつた。移植片をアルコール内に保存すると、硬化して弾性が乏しくなり、また膨化するため内腔が粗雑となり、これらが血栓附着の原因となつて閉塞を発生するものと考えられるのである。またテトロン代用血管移植実験では一応9例中3例に開存がみられたが、何れも2週間以内の短期間の開存で、晩期に閉塞が発生した例があつたことを考慮すると、テトロン代用血管移植片の長期開存は絶望的と推測される。大口径血管における代用血管移植の成績は極めて良好であるが²⁶⁾、中・小口径の血管に移植した場合の成績は不良のようである。代用血管移植成功の限界を、Harrison、井口²⁹⁾、荒川⁴⁴⁾らは内径5mmまでと述べており、何れにしても細小動脈に代用血管を移植することは適当ではな

い点で大方の意見が一致している。細小動脈に対する代用血管移植が成功しない理由は、荒川、中島⁴⁴⁾らもいうように、移植された代用血管に先ず凝血、フィブリンが附着し、次いで新生内膜の形成が生じ、これが両端の吻合部から進展するという代用血管の生着過程によつて吻合部に狭窄が生じ、次いでこれが閉塞に至るものと考えられる。次に新鮮自家静脈片移植実験では、15例中閉塞の発生は2例、破裂が1例で、開存率は80%であり、藤森⁴⁷⁾ (85%)、別府¹²⁾ (77%)らの報告と大差がみられなかつた。Dale¹⁷⁾、Hall²³⁾、Linton³⁷⁾らも臨床例において静脈片の有用性を強調している。新鮮自家静脈片は移植後、動脈瘤様の膨隆がみられたり、スリルが触知され、また長期開存例では壁が瘢痕性に肥厚し、従つて晚期閉塞の発生が懸念された例もあつたが、組織学的検索では移植片は静脈固有の原形を保つており、即ち一応勝れた移植片と思われたのである。次に移植片として新鮮自家動脈片の優秀性については、広く知られている⁹⁾¹¹⁾。著者の実験でも12例中1例に閉塞がみられたのみで、開存率は92%と高く、移植片は弾性を有しているため、宿主動脈より細い動脈片を移植した場合でも移植片は狭窄を示さず、また宿主動脈より太い移植片を移植した場合においても静脈のように膨隆することもなく、1~2週間後には宿主動脈の内径に一致する事実が認められた。組織学的にも移植片は動脈本来の原形を保つており、最も勝れた移植片であることが確認されたのである。

Ⅲ. 以上の如き細小動脈の吻合並びに移植実験でえた知見をもとにして、その応用の一つとして冠動脈再建術に関する実験を行なつた。

さて、最近冠動脈疾患に対する外科的療法の研究が盛んとなり、代表的な手術方法は、(1)心膜⁵⁴⁾、肺⁷⁾¹⁵⁾²⁴⁾³⁸⁾、大網⁴⁶⁾などを心筋に癒着せしめる cardiopexy、Beck I 手術⁸⁾、肺動脈・左心耳間短絡形成術³⁶⁾、あるいは心筋内内胸動脈移植術⁵⁷⁾など、冠動脈には直接手を下すことなく心筋に供血をもたらしようとする間接法と、(2)最近血管外科の進歩に伴い発達してきた冠動脈に直接手術侵襲を加えて冠血流を改善せしめようとする直接法とであり、直接法には(a)冠動脈病変部の再開通をはかる方法と、(b)冠動脈病変部に bypass grafting を行なう方法とがある⁶⁾。著者は(b)に属する内胸・冠動脈吻合実験を行なつた。

内胸・冠動脈吻合実験を実施するに当つては、通常の他の血管再建術とは大いにおもむきが異つている。即ち(1)心搏のために、動揺した状態で吻合を行なわ

ねばならない、(2)冠血流遮断時間になるだけ短く、数分以内にとどめることが必要である、(3)また、冠動脈の剝離範囲を小とし、分枝の犠牲をできるだけ避け心室細動の発生を予防することが大切である。

これらの条件に対処せんがため、従来から多数の試みがなされている。Absolon¹⁾は Polyethylen tube を、Thal⁵³⁾は glass tube を用い、これを鎖骨下動脈から冠回旋枝に挿入し、冠血流を保ちながら縫合を行なつた。Julian³¹⁾、Moore⁴²⁾、Baker¹⁰⁾及び別府¹²⁾らも吻合部の内腔にチューブを挿入し、血流を保ちながら縫合し、縫合終了後 prosthesis を抜去する方法を行ない、かなりの成績をあげた。また nonsuture method によれば極めて短時間内に吻合が行ないうることから、本法が内胸・冠動脈吻合術に應用され、即ち吻合環として、polyethylen ring (Carter)¹⁴⁾、nylonring (Magovern³⁹⁾、Ratan)⁴⁹⁾、stainless steel ring (Hall)²²⁾、tantalum ring (Goetz)²¹⁾及び inox tube (Arnulf)⁵⁾が用いられて、それぞれかなりの好成績が報ぜられている。先に述べた教室で考案された吻合法⁵²⁾(用チューブ・短時間血流遮断・顕微鏡拡大下吻合法)も同様の見地から創案された方法で、冠血流遮断が短い nonsuture method に、開存率の高い手術顕微鏡による吻合法の長所を併せ具えており、動揺する心搏のもとでも縫合が容易で、しかも異物となるチューブは抜去されるという利点を有している。最近、簡易で迅速な吻合を行ないうる血管吻合器の内胸・冠動脈吻合への応用が試みられ始めた。著者も中山式血管吻合器により内胸・冠回旋枝吻合を行ない、好結果をえた。しかし内胸動脈は回旋枝に比して細く、ために吻合後供血が不十分ではないかという懸念があり、また内胸動脈剝離のために数本の肋骨切除が必要で、手術侵襲はかなり大きいと考えられた。そこで内胸動脈が細い例に対しては、鎖骨下動脈の分岐部に近い中枢寄りの太い部分の内胸動脈と回旋枝との間に新鮮自家動脈(頸動脈)の移植を試みたところ、前述の欠点を補うことができ、その有用性が認められたのである。

吻合実験を施行するに先だつて、予備実験として冠動脈遮断実験を行ない、冠遮断時の心電図変化及び冠遮断後の回復の状態を検討した結果、遮断による心電図異常波形は解除後1時間で回復することを知つた。また冠遮断犬の S-GOT 値は24~48時間で最高値を示し、岸井³⁹⁾、青山³⁾らの実験とはほぼ同様の成績をえた。従つて心電図並びに S-GOT 値は内胸・冠動脈吻合後、吻合部の開存の有無の判定にある程度役立つも

のと思われるのである。以上の実験から、一応内胸・冠動脈吻合の臨床応用の可能性が認められたが、本法がより安全に施行されるためには尚多くの問題を残しており、今後の解決に俟つべきものと考えられる。

第4章 結 論

現在行なわれ、また研究されている細小動脈に関する各種の吻合法及び移植実験を、同一条件下に施行し、その成績を比較検討するとともに、その応用の一つとして内胸・冠動脈吻合実験を行ない、以下に述べるとき結論をえた。

(1) 肉眼による手縫法は64%，手術顕微鏡による縫合法は88%，教室で考案された吻合法は81%，接着剤使用による無縫合法は45%，井口式血管吻合器による吻合法は94%，及び中山式血管吻合器による吻合法は100%という開存率を示した。但し、各吻合法とも手技に熟練した後期においては成績が著しく向上し、即ちナイロン糸使用肉眼による手縫法、手術顕微鏡による縫合法、井口式及び中山式血管吻合器による吻合法はそれぞれ100%の開存率を示し、教室で考案された吻合法は91%，接着剤による無縫合法は73%という開存率を示した。

(2) これら各種の吻合法について、開存率の他に、簡易さ、確実さ、吻合速度などの手技上の問題点を総合的に考慮した結果、ナイロン糸使用肉眼による縫合法及び井口式、中山式の両血管吻合器による吻合法の3者が、比較的勝れているものと考えられた。

(3) 内径3mm以下の細小動脈に、70%アルコール内保存同種動脈片及びテトロン代用血管(中尾)を移植したところ、前者は6例全例閉塞し、後者は9例中3例(33%)が開存したが、この開存した3例ともに血栓による狭窄形成が認められ、即ち両移植片は細小動脈移植には不適当と思われた。

(4) 新鮮自家静脈片は15例中12例(80%)開存した。静脈片は弾性に乏しく、移植後動脈瘤様に膨隆を生じたが、組織学的検索から術後2ヵ月までの追求で移植片の変性はみられず、一応勝れた移植片と思われた。

(5) 新鮮自家動脈片は12例中11例(92%)開存し、移植片は弾性を有し、組織学的にも術後7ヵ月までの追求で動脈本来の構造を示し、最も勝れた移植片と思われた。

(6) 冠動脈を一時的に遮断し、遮断前・中・後の心電図の波形を調べたところ、遮断により生じた異常波

形(ST-T増高、房室ブロック、二連脈、心室細動など)は遮断解除後1時間以内に遮断前の波形に戻り、またpostmortem coronary arteriogramを施行したところ、inter-coronary collateral anastomosis (ICCA)は全例に認められ、ICCAの発達が著明なものの程、上述の心電図変化が軽度である事実が判明した。また冠遮断犬を作成し、血清トランスアミナーゼ値の変動を追求したところ、S-GOTがS-GPTに比し変化が著明で冠遮断後24~48時間で最高値を示すことを知った。

(7) 内胸・冠動脈吻合実験を中山式血管吻合器を用いて行なつたところ、6例中3例(50%)に開存がみられた。内胸動脈の内径が細かつた2例では、鎖骨下動脈よりの分岐部附近と回旋枝との間に新鮮自家頸動脈片を移植することによってこの吻合に成功を収めることができた。

稿を終るに臨み、御指導を賜った恩師麻田栄教授、武内敦郎講師及び福田勝次博士並びに御協力を戴いた寺西輝高博士、辻仁志士及び協同研究者各位に心から感謝の意を表する。

(本論文の要旨は、第65回日本外科学会総会及び第3回日本人工臓器学会総会において発表した)

文 献

- 1) Absolon, K. B., Aust, J. B., Varco, R. L., and Lillehei C. W.: Surgical treatment of occlusive coronary artery disease by endarterectomy or anastomotic replacement. Surg. Gynec. & Obst., **180**: 180, 1956.
- 2) Androsov, P. I.: New method of surgical treatment of blood vessel lesions. Arch. Surg., **73**: 962, 1956.
- 3) 青山進午: 冠動脈疾患の心筋代謝。総合臨牀, **11**: 269, 昭37.
- 4) 荒川義郎: 中小動脈に於ける代用血管移植に関する研究。日外会誌, **61**: 1101, 昭35.
- 5) Arnulf, G.: The re-establishment of coronary circulation by means of grafts and anastomosis. An experimental report. J. Cardio. Surg., **1**: 245, 1960.
- 6) 麻田 栄, 三崎英生, 寺西輝高: 冠不全の外科的治療 一とくに冠動脈再建手術の現況について一。治療, **46**: 459, 1961.
- 7) Asada, S., Takeuchi, A., Nakamura, K., Suzuki, S., Murakawa, S., Gondo, I., Takemoto, S., Otsawa, K., Chiba, T., Teranishi, T. and Misaki, H.: A modified cardiopneumonopexy utilizing

- congestive lung and asbestos poudrage in myocardial revascularization. Arch. Jap. Chir., **30** : 225, 1961.
- 8) Beck, C. S. and Leighninger, D. S. : Operation for coronary artery disease. J. A. M. A., **156** : 1226, 1957.
 - 9) Baker, N. : quoted from Phelan, J. T. et al. Surg., **43** : 969, 1958.
 - 10) Baker, N. H. and Grindlay, J. H. : Technic of experimental systemic-to-coronary artery anastomosis. Proc. Mayo Clin., **34** : 497, 1959.
 - 11) Bricker, E. M. : quoted from Creech, O. et al. Surg., **36** : 431, 1954.
 - 12) 別府俊男 : 冠動脈心疾患の外科療法に関する実験的研究. 内胸・冠動脈吻合術と冠動脈 Patch Grafting. 日胸外会誌, **12** : 924, 1964.
 - 13) Blakemore, A. H., Lord, J. W., and Stefko, P. L. : The severed primary artery in the war wounds ; A non-suture method for bridging arterial defects. Surg., **12** : 488, 1942.
 - 14) Carter, E. L. and Rath, E. J. : Direct nonsuture coronary artery anastomosis in the dog. Ann. Surg., **148** : 212, 1958.
 - 15) Carter, B. N. and Gall, E. A. : An experimental study of collateral coronary circulation by cardiopneumonopexy. Surg., **25** : 489, 1949.
 - 16) Creech, O., De Bakey, M. E., Self, M. and Halpert, B. : The fate of heterologous arterial grafts : An experimental study. Surg., **36** : 431, 1954.
 - 17) Dale, W. A., Pridgen, W. R. and Shoulders, H. H. : Failure of composite (Teflon and vein) grafting in small human arteries. Surg., **51** : 258, 1962.
 - 18) Deterling, R. A., Coleman, C. C. and Parshley, M. S. : Experimental studies of the frozen homologous aortic graft. Surg., **29** : 419, 1951.
 - 19) Edwards, W. S. and Tapp, J. S. : Chemically treated nylon as arterial grafts. Surg., **38** : 61, 1955.
 - 20) Girvin, G. W., Wilhelm, M. C. and Merendino, K. A. : The use of Teflon fabric as arterial graft. An experimental study in dogs. Am. J. Surg., **92** : 240, 1956.
 - 21) Goetz, R. H., Rohman, M., Haller, J. D., Dee, R. and Rosenak, S. S. : Internal mammary-coronary artery anastomosis : A nonsuture method employing tantalum rings. J. Thor. Cardio. Surg., **41** : 378, 1961.
 - 22) Hall, R. J., Khouri, E. M. and Gregg, D. E. : Coronary-internal mammary artery anastomosis in dog. Surg., **50** : 560, 1961.
 - 23) Hall, K. V. : The great saphenous vein used in situ as an arterial shunt after extirpation of the vein valves. Surg., **51** : 492, 1962.
 - 24) Harken, D. H., Black, H., Dickson, J. F. and Wilson, H. E. : De-epicardialization : A simple effective surgical treatment for angina pectoris. Circulation, **12** : 955, 1955.
 - 25) 日比大吉郎 : 血栓形成に関する実験的研究. 名古屋医学誌, **75** : 475, 昭33.
 - 26) Harrison, J. H. : Synthetic materials as vascular prostheses. A comparative study in small vessels of Nylon, Dacron, Orlon, Ivalon sponge and Teflon. A. J. Surg., **95** : 3, 1958.
 - 27) 藤森正雄, 坂内五郎, 安斉徹男, 塩崎秀郎, 荒井 良, 野原盛三 : 細小血管縫合法の研究 (第 I 報). 日外会誌, **64** : 862, 昭38.
 - 28) 井口 潔 : 金属クリップによる 血管吻合器の考案. 手術, **12** : 668, 1958.
 - 29) 井口 潔 : 血管吻合器の外科的意義. 日外会誌, **63** : 312, 1962.
 - 30) Jacobson, J. H. and Snarez, E. L. : Microsurgery in anastomosis of small vessels. Surg. Forum, **11** : 243, 1960.
 - 31) Julian, O. C., Lopez-Belio, M., Moorehead, D. and Lima, A. : Direct surgical procedures on the coronary arteries : Experimental studies. J. Thorac. Surg., **34** : 654, 1957.
 - 32) 木本誠二 : 血管外科 (宿題報告). 日外会誌, **53** : 654, 1962.
 - 33) 岸井利昭, 杉浦昌也 : 血清 トランスアミナーゼの測定と実験的冠塞栓症に於けるその変動, 呼吸と循環, **5** : 405, 1957.
 - 34) 神谷喜作 : 緊急血管外科, **1**, 1963.
 - 35) Knox, G. and West, J. P. : Dacron graft in the treatment of arteriosclerotic occlusion of the superial femoral artery. Ann. Surg., **145** : 59, 1957.
 - 36) Lillehei, C. W. : Experimental basis for a new operation for coronary artery disease. Surg., **45** : 487, 1959.
 - 37) Linton, R. R. and Darling, R. C. : Autogenous saphenous vein bypass grafts in femoropopliteal obliterative arterial disease. Surg., **51** : 62, 1962.
 - 38) Lezius, A. : Die Behandlung der Angina Pectoris und der Koronarinsuffizienz durch die Kardiopneumonopexie. Arch. f. Chir., **267** : 738, 1951.
 - 39) Magovern, G. J., Kent, E. M., Lovowitz, B. S., Ratan, R. S., Lovette, J. B., Burman, S. O. and Orwig, V. : A nonsuture method of anastomosis of the left internal mammary artery to the coronary artery. J. Thor. Cardio. Surg., **42** : 642, 1961.
 - 40) 三崎英生, 堀口泰弘, 寺西輝高, 辻 仁志, 武内敦郎 : 血管移植による 細小動脈再建法の検討. 第3回日本人工臓器学会.

- 41) 枘岡 進：上大静脈移植に関する実験的研究。とくに各種血管縫合糸の影響について。日胸外会誌，**12**：1001, 1961.
- 42) Moore, T. C. and Rileri, A. : Maintenance of coronary circulation during systemic-to-coronary artery anastomosis. Surg., **43** : 245, 1958.
- 43) Nitz, T. : Discussion am VI internat. med. Kongress in Moskau. Centralb. f. Chir., 1042, 1897. (Ann. Surg., **153** : 599, 1961.)
- 44) 中島 穰：血管移植の研究，特に合成代用血管とアルコール内保存同種ならびに異種動脈片との比較。日外会誌，**60** : 147, 昭34.
- 45) 中山恒明：新しい血管縫合器の考案。医科器械学雑誌，**31** : 35, 1961.
- 46) O'Shaughnessy, L. : Surgical treatment of cardiac ischemia. Lancet, **1** : 185, 1937.
- 47) Payr, E. : The question of circular anastomoses of blood vessels with absorbent prostheses. Arch. f. Klin. Chir., **72** : 32, 1904.
- 48) Phelan, J. T., Bothan, R. J., Young, W. P. and Schmidt, E. R. : The effect of suture material in determining the patency of small artery graft. Surg., **43** : 969, 1958.
- 49) Ratan, N. S., Leon, M., Lovette, J. B., Lovowitz, B. S., Magovern, G. J. and Kent, E. M. : Modified nonsuture anastomosis of coronary artery and internal mammary artery in dogs. Surg. Forum, **11** : 239, 1960.
- 50) Self, M. M., Cooley, D. A., DeBakey, M. E. and Creech, O. : The use of braided nylon tubes for aortic replacement. Ann. Surg., **142** : 836, 1955.
- 51) Shumacker, H. B. and King, H. : The use of pliable plastic tubes as aortic substitutes in man. Surg. Gynec & Obst. **99** : 287, 1954.
- 52) 寺西輝高：Mammary-to-coronary artery anastomosis に関する実験的研究。日胸外会誌，**11** : 693, 昭38.
- 53) Thal, A., Perry, J. F., Miller, F. A. and Wangenstein, O. H. : Direct suture anastomosis of the coronary arteries in the dog. Surg., **40** : 1023, 1956.
- 54) Thompson, S. A. and Raisbeck, M. J. : Cardiopericardiopexy ; Surgical treatment of coronary artery disease by the establishment of adhesive pericarditis. Ann. Int. Med., **16** : 495, 1942.
- 55) 戸田 博：血管外科（宿題報告）。日外会誌，**53** : 631, 1952.
- 56) Urschel, H. C. and Roth, E. J. : Small arterial anastomoses : I. Nonsuture. Ann. Surg., **153** : 599, 1961.
- 57) Vineberg, A. M. : Development of anastomosis between coronary vessels and transplanted internal mammary artery. Canad. Med. A. J., **55** : 117, 1946.
- 58) Voorhees, A. B., Jaretski, A. and Blakemore, A. H. : The use of tubes constructed from Vinyon "N" cloth in bridging arterial defects. Ann. Surg., **135** : 332, 1952.
- 59) 和田達雄，松本昭彦，丸山雄二，村上国男，栗根康行，関 正威：代用血管。外科診療，**5** : 649, 1963.
- 60) 吉村敬三，小池 正，古川俊隆，水野克巳，太田和夫，高田真行，稲生綱政：接着剤の外科的応用。外科診療，**5** : 638, 1963.