

犬を用いた人工食道の研究 —材料の比較と内膜新生・狭窄発生に関して—

京都大学医学部第一外科

大石 健, 今村 正之, 戸部 隆吉

和歌山赤十字病院外科

長 嶺 慎 一

〔原稿受付：昭和61年12月22日〕

Experimental Study of the Artificial Esophagus of the Dog: Comparison of Materials and Concerning to the Neogenesis of the Intima and the Occurrence of the Stenosis

1st First Department of Surgery, Faculty of Medicine, Kyoto University

KEN OHISHI, MASAYUKI IMAMURA, TAKAYOSHI TOBE

Department of Surgery, Wakayama Red Cross Hospital

SHINICHI NAGAMINE

We studied several materials for artificial esophagus in dogs and obtained satisfactory results with silicone plus polypropylene mesh and silicone plus woven teflon processed by collagen; however, stenosis after rejection of the materials still occurred. We also examined the reconstruction after stripping of the esophageal intima. Stenosis occurred between two to four weeks after stripping but disappeared two to three months later.

These results point to the necessity of developing new materials with large affinity for human tissue.

はじめに

最近の食道外科・麻酔法の進歩に伴い、食道癌の手術成績は大巾に向上してきた。しかし、食道手術の侵

襲は大きく、特に腹部手術既応のある患者では、胃又は腸管の挙上に困難を感じることもある。そこで、古くから手術侵襲を少くし、術後の状態をより生理的にする目的で、代用食道の研究が行なわれてきたが、代

Key word: Artificial esophagus, Polypropylene mesh, Collagen, Stripping of the esophageal intima.

索引語：体内人工食道，ポリプロピレンメッシュ，コラーゲン，食道内膜剝離。

Present address: Gochi-cho 255 Yohkaichi-city National Yohkaichi Hospital

用食道使用時の縫合不全発生率，狭窄発生率は依然として高い．我々は犬の頸部食道，胸部中下部食道において高分子化合物で作成した人工食道を使用して，材料の比較検討並びに内膜新生と狭窄発生 の機序の研究を行ったので報告する．

方 法

実験動物として体重 8～14 kg の雑種成犬を使用した．頸部・胸腔内共術後吸引は施行せず，術後 4～10 日間，1 日約 500 ml の Ringer 液を点滴した．食餌は術後 1 週間前後より，固型ドッグフードを軟らかくして与え，次第に固くしていった．狭窄が発生しても，特にブジー，点滴等の加療は行なわなかった．

A) 頸部吻合：Nenbutal[®] (pentobarbital) 20～50 mg/kg 静注後，前～左側頸部を約 6～7 cm 横切開し，食道を引き出し，約 1～3 cm 切除後人工材料を縫合し，本来の食道の位置に留置した．

B) 胸腔内吻合：同様麻酔下に挿管し，右第 V 又は第 VI 肋間で開胸．奇静脈は温存したまま，下方の食道を約 4～5 cm 切除し，人工材料を縫合留置した．縦隔胸膜はできるだけ縫合閉鎖した．

C) 胸腔内食道内膜剥離：(図 1) 比較実験として B と同様に開胸し，同部位の食道全層に約 3～4 cm の縦切開を加え，内膜を全周に亘って約 3～5 cm 剥離切除し，内膜断端を止血のみで放置し，外膜・筋層を一層結節縫合した．縦隔は縫合閉鎖して閉胸した．次いで一定期間経過後，食道を造影した後犠死させ，食道剥離部を摘出した．更に全層切開縫合後の創傷治癒

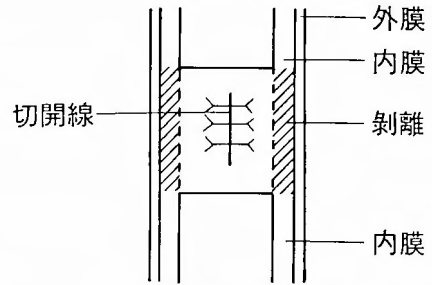


図1. 内膜剥離実験

と比較のため，摘出食道の全層組織内 hydroxyproline 量を測定した．測定部位は切開縫合部より約 0.5 cm 側方の剥離中央部とした．又，3.5 ヶ月後の摘出食道の，剥離部より 5 cm 離れた正常部を control 値とした．測定法は prockop 改良法によった¹⁻³⁾．

1 実験材料

① Silicone チューブ (内径 11 mm) ② 人工血管 (woven teflon, 内径 20 mm) ③ 人工血管を collagen 加工したもの ④ Davol 社製 Marlex mesh[®] (polypropylene) ⑤ Marlex mesh をあらかじめ背部皮下に 1～2 ヶ月埋没し，mesh 全体が結合組織で被われた時点で摘出した，結合繊維化 mesh．

各々の材料を単独又は組み合わせて使用した．

2. 吻合法 (図 2)

1) 端々吻合：材料と食道断端を 4-0 絹糸で結節縫合した．

2) 内筒重積法：口側，肛側共材料を食道内に約 0.5

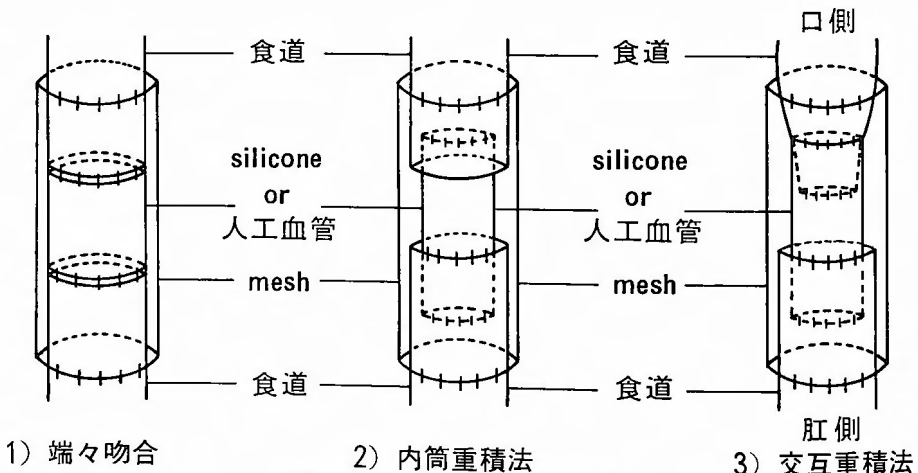


図2. 実験に用いた吻合法

表1 頸部吻合実験の成績 (1)

使用材料	実験番号	吻合法	生存日数	縫合不全	材料残存	内皮形成	狭窄発生	死因
silicone + 人工血管	①	交互	173日	—	+	—	—	低栄養
	②	〃	15日	+	+	—	—	縫合不全
silicone + mesh	③	内筒	79日	—	+	—	—	低栄養
	④	交互	92日	—	+	—	—	〃
	⑤	〃	62日	—	+	—	—	〃
	⑥	内筒	26日	+	+	—	—	〃
	⑦	交互	9日	+	+	—	—	縫合不全
silicone + 器質化 mesh	⑧	交互	1年	—	—	+	—	低栄養
	⑨	〃	10ヶ月	—	—	+	+	〃
	⑩	〃	3ヶ月	—	+	—	—	〃
	⑪	〃	24日	—	+	—	—	〃

～0.8 cm くらい挿入し、材料断端と食道内膜を糸糸で連続縫合した。更に食道断端を材料内腔に糸が出ないようにして、連続縫合した。

3) 交互重積法：肛側は2)と同様にし、口側食道を材料内に 0.5～1 cm 挿入し、食道断端と材料内壁を連続縫合した。更に材料断端と食道外膜を連続縫合した。各吻合法共、材料を組み合わせる場合、人工血管又は mesh で内部材料 (silicone) を被い、吻合部より 0.5～1 cm 離して食道外膜と連続縫合した。

mesh の場合は、mesh 側面を連続縫合して円筒形にした。

結 果

A) 頸部吻合は11例に施行 (表1・2)

吻合法について：内筒重積法の縫合不全発生率50% (1/2), 平均生存日数52.5日, 最長生存日数79日, 交互重積ではそれぞれ22% (2/9), 4.1ヶ月, 1年であった。

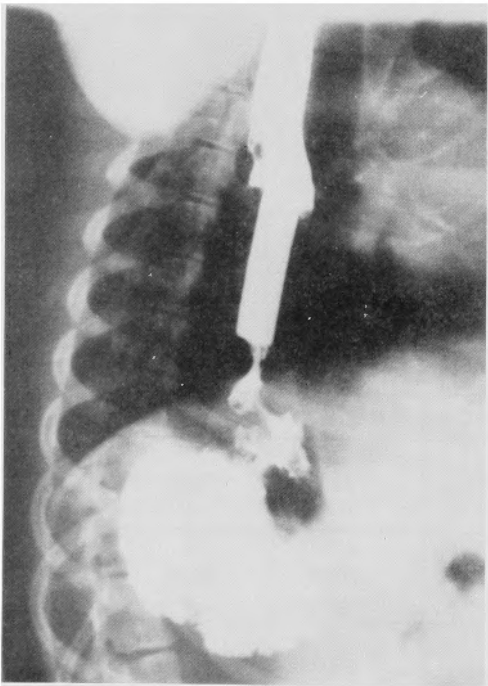
表2 頸部吻合実験の成績 (2)

吻合法	縫合不全発生率 (例数/総例数)	平均生存日数	最長生存日数
内筒重積法	50 % (1 / 2)	52.5 日	79 日
交互重積法	22 % (2 / 9)	4.1 ヶ月	1 年

材 料	縫合不全発生率 (例数 / 総例数)	平均生存日数	最長生存日数
silicone + 人工血管	50 % (1 / 2)	94 日	173 日
silicone + mesh	40 % (2 / 5)	53 日	92 日
silicone + 器質化 mesh	0 % (0 / 4)	6.5 ヶ月	1 年

表3 胸腔内吻合実験の成績 (1)

使用材料	実験 番号	吻合法	生存 日数(日)	縫合 不全	材料 残存	内皮 形成	狭窄 発生	死 因
silicone + mesh	⑫	内筒	22	—	+	—	—	低栄養
	⑬	〃	4	+	+	—	—	縫合不全
	⑭	〃	26	—	+	+	—	低栄養
	⑮	交互	43	—	—	+	+	〃
	⑯	〃	5	—	+	—	—	胸 水
silicone + 器質化 mesh	⑰	端々	5	+	+	—	—	縫合不全
	⑱	内筒	5	+	+	—	—	〃
	⑲	〃	6	—	+	—	—	低栄養
	⑳	〃	90	—	+	—	—	〃
	㉑	交互	35	—	+	—	—	〃
	㉒	〃	4	+	+	—	—	縫合不全
	㉓	〃	26	—	—	—	—	低栄養
	㉔	〃	60	—	—	+	+	〃



胸腔内吻合後68日
材料残存し通過良好であった。

図3 症例41（犬）

表4 胸腔内吻合実験の成績 (2)

使用材料	実験 番号	吻合法	生存 日数(日)	縫合 不全	材料 残存	内皮 形成	狭窄 発生	死 因
Collagen 加工 人工血管 (以下 人工血管◎)	②⑤	端々	6	—	+	—	—	胸 水
	②⑥	"	4	+	+	—	—	縫合不全
	②⑦	"	19	—	+	—	—	低栄養
	②⑧	"	13	—	+	—	—	"
	②⑨	"	5	+	+	—	—	縫合不全
	③⑩	"	55	—	—	+	±	低栄養
silicone + 人工血管	③①	端々	25	—	—	—	—	低栄養
	③②	"	6	+	+	—	—	縫合不全
	③③	"	4	+	+	—	—	"
	③④	交互	30	—	—	—	+	低栄養
	③⑤	"	6	+	+	—	—	縫合不全
	③⑥	"	41	—	—	+	+	低栄養
silicone + 人工血管◎	③⑦	交互	37	—	—	+	+	低栄養
	③⑧	"	66	—	—	+	+	"
	③⑨	内筒	24	—	+	—	—	"
	④⑩	"	42	—	—	+	+	"
silicone + 人工血管 + mesh	④①	内筒	78	—	+	—	—	低栄養

材料について: silicone+人工血管ではそれぞれ50% (1/2), 94日, 173日, silicone+mesh 40% (2/5), 53日, 92日, silicone+器質化 mesh 4例共縫合不全なし, 6.5ヶ月, 1年であった。

頸部吻合の場合, 胸腔内吻合より良好であったが, これは縫合不全が発生しても致死的となり難いこと, 材料が周囲組織内に嵌屯した状態になって脱落し難いため, 狭窄発生が妨げられるためと考えられる。

B) 胸腔内吻合は30例に施行 (表3, 4, 5)

吻合法について: 端々吻合では縫合不全発生率50% (5/10), 平均生存日数14.2日, 最長生存日数55日, 内筒重積法では, それぞれ22% (2/9), 33日, 90日, 交互重積法では18% (2/11), 32日, 66日であった。

材料別では silicone+mesh 20% (1/5), 20日, 43日, silicone+器質化 mesh 37.5% (3/8), 29日, 90日, 人工血管 (コラーゲン加工) 33% (2/6), 17日, 55日, silicone+人工血管50% (3/6), 18.6日, 41日, silicone+人

工血管 (加工) 4例縫合不全なし, 41.8日, 66日であった。

吻合法別に見た場合, 端々吻合が悪いが他の2者に大差なく, 材料別では silicone+人工血管 (加工), silicone+mesh, silicone+器質化 mesh が比較的良い成績であった。技術上, 下部食道では両側開胸になりやすく, 両側開胸になると胸水死亡等, 成績が悪くなった。

頸部, 胸腔内共材料が残存していれば通過は良好であった。(図3)材料は症例20, 24で一部が組織中に包埋され, 器質化が認められ (図4) 又内膜新生も認められたが (図5) 他の症例では全て次第に排除され脱落した。材料が脱落すると高度狭窄が発生し (図6, 7) 嘔吐, 食思不振等で死亡するという経過が多かった。(例外として症例8のみ, 材料脱落后狭窄の発生をみなかった。(図8)) 長期生存例で, 材料が残存している症例では, 材料が新生食道 (結合組織) 内に嵌屯

表5 胸腔内吻合実験の成績 (3)

吻合法	縫合不全発生率(例数/総例数)	平均生存日数	最長生存日数
端々吻合	50 % (5 / 10)	14.2 日	55 日
内筒重積法	22 % (2 / 9)	33 日	90 日
交互重積法	18 % (2 / 11)	32 日	66 日

材 料	縫合不全発生率(例数/総例数)	平均生存日数	最長生存日数
silicone + mesh	20 % (1 / 5)	20 日	43 日
silicone + 器質化 mesh	37.5 % (3 / 8)	29 日	90 日
人工血管 [◎]	33 % (2 / 6)	17 日	55 日
silicone + 人工血管	50 % (3 / 6)	18.6 日	41 日
silicone + 人工血管 [◎]	0 % (0 / 4)	41.8 日	66 日

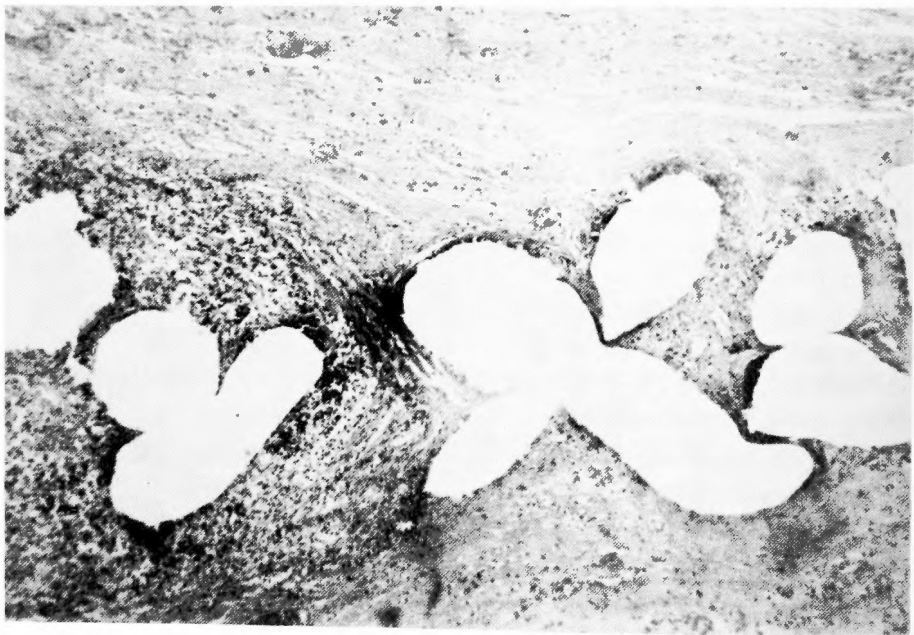


図4 症例24 (犬)

mesh 使用後60日
mesh 周囲の細胞浸潤が認められるが、mesh は組織中に取り込まれていた。

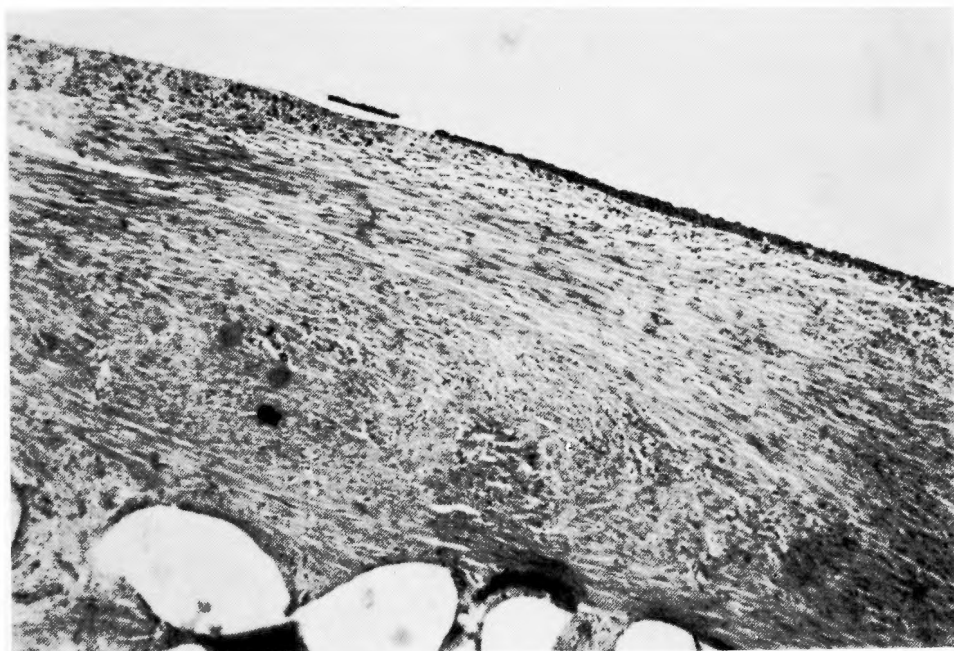


図 5 症例20 (犬)

mesh 使用後90日
mesh の器質化と，新生結合組織内膜面の内膜新生が認められた。



図 6 症例37 (犬)

胸腔内吻合後30日
材料脱着し，胃管挿入不能の高度狭窄が発生していた。

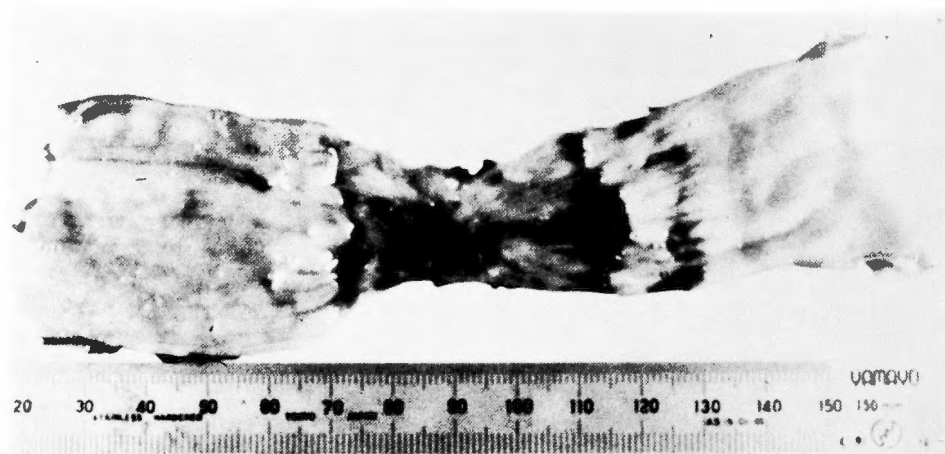


図7 症例36 (犬)

silicone + 人工血管使用後41日

材料は脱落し、新生結合組織は薄く、高度狭窄をおこしていた。
組織的には内膜新生が認められた。



図8 症例8 (犬)

頸部吻合後7ヶ月

材料は消失しているが狭窄はなく、通過良好であった。

した状態で存在していた。材料が残存していると、材料による刺激のため、内膜新生は認められなかった。

材料が脱落すると内膜の新生が開始するが、最も早

く開始が認められたものは、26日目で約1cmの内膜新生であった。(図9)開始時期は材料の存在と関連が大きく、時期は不定だった。新生内膜は最初は一層の



図9 症例14 (犬)

手術後26日

新生結合組織に内膜新生が認められた。(×32)

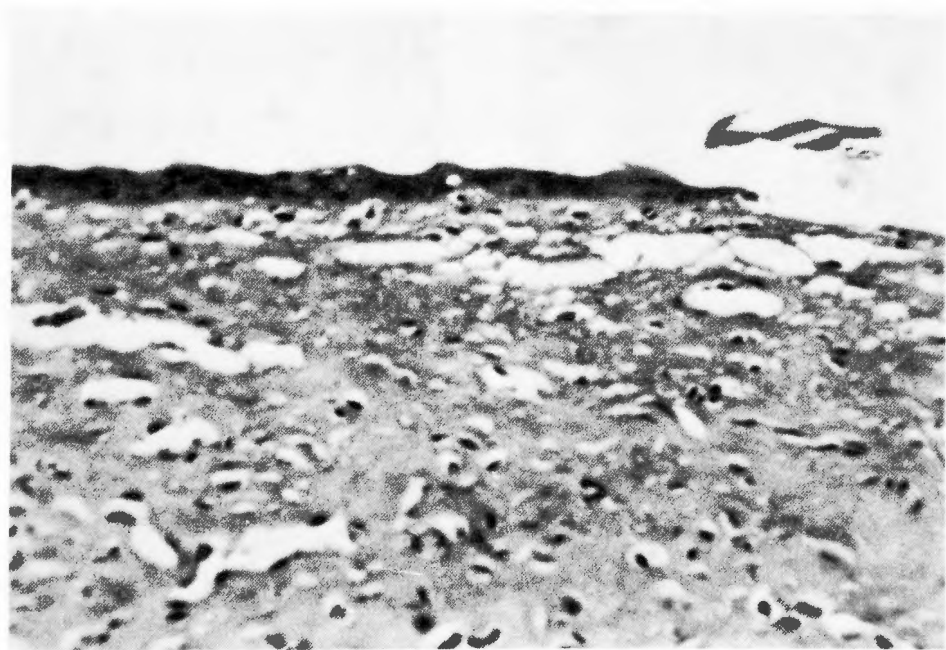


図10 症例14 (犬)

図8の強拡大(×320)

新生内膜先進部は1～2層扁平上皮組織であった。

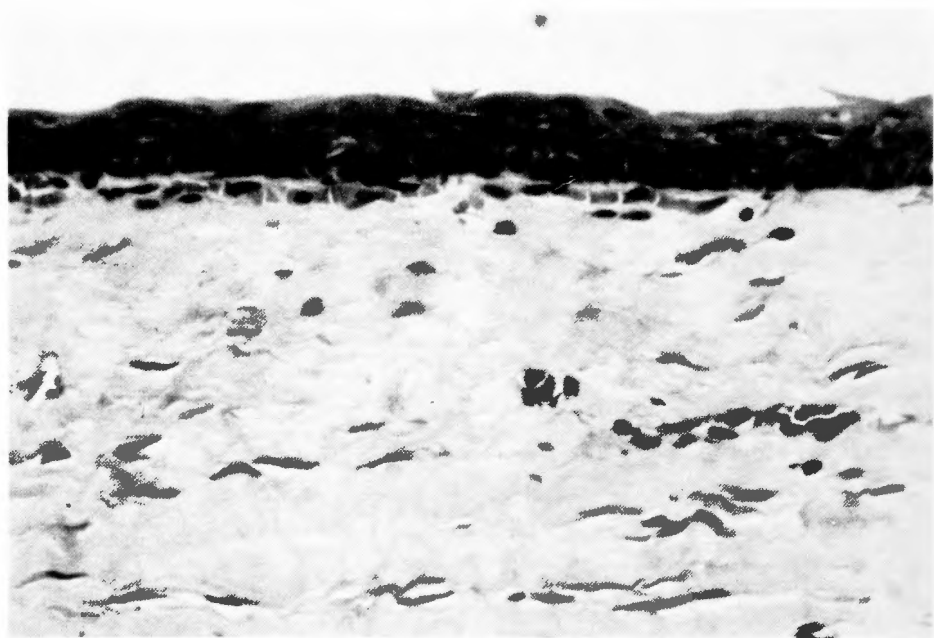


図11 症例14 (犬)

図10の新生内膜先進部より 0.8cm 近位部では重層扁平上皮が完成していた. (×320)

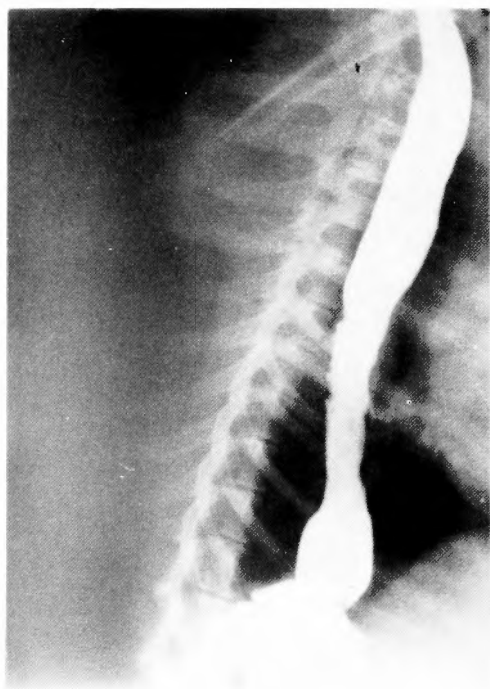


図12

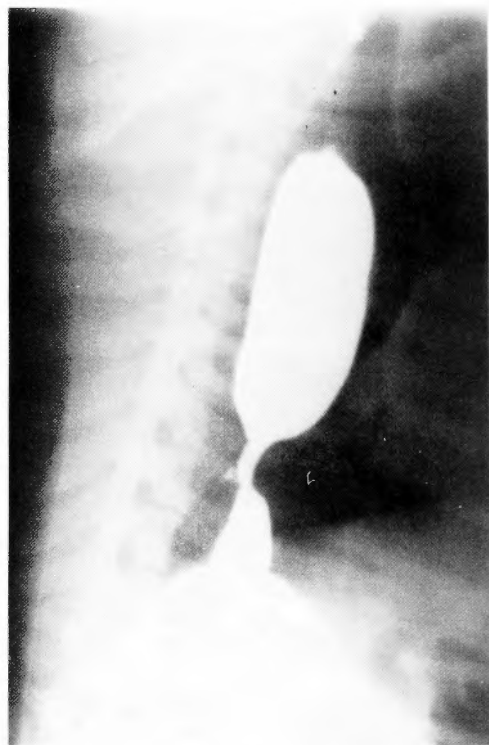


図13



図14

内膜剥離後1ヶ月目
更に口側拡張，狭窄が進行していた．しかし食事
摂取は可能で嘔吐は頻回でなかった．

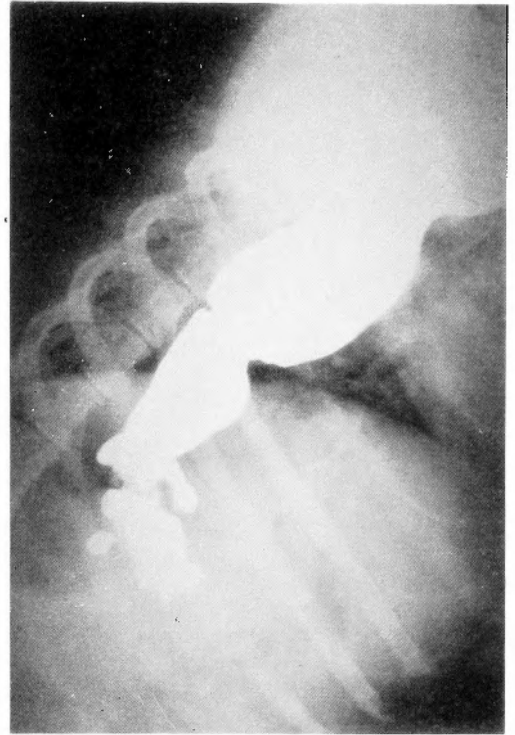


図15

内膜剥離後2.5ヶ月目
狭窄は消失し，通過良好であった．

扁平上皮が延長してゆき（図10）次第に基底層ははっきりとした重層扁平上皮になってゆくものと推測された（図11）．

C) 胸腔内膜剥離実験

剥離後3日～3.5ヶ月の期間で，各4～9例観察した．術後1週くらいまでは狭窄は認められなかった（図12）．2週前後より狭窄が始まり，固型食では嘔吐も認めた（図13）．狭窄は1～1.5ヶ月くらいまで存在しているが（図14）2ヶ月前後で殆んど消失した（図15）．狭窄の存在している時期でも軟食の摂取は可能で，嘔吐も認めなかった．剖検でも，狭窄部の通過は良好で，人工食道留置後発生する器質的狭窄と異なり，機能的狭窄と推測された．

内膜再生は2週前後より開始し（図16），3週前後で

図10 内膜剥離後4日目
殆んど狭窄を認めなかった．

図11 内膜剥離後2週間目
狭窄発生を認めたが口側の拡張は高度ではなく，食事摂取は可能であった．

ほぼ完成すると推測された（図17）．再生内膜は人工食道後の新生内膜と異なり，内膜先進部よりしっかりとした重層扁平上皮であった．狭窄との関連では，内膜形成時狭窄傾向が出現し，完成後もしばらく残存するが，漿・筋層の存在・食物のブジー効果等により次第に消失していった．

hydroxyproline 量は術前値と比較して，1週くらいより増加し始め，2週くらいでピークに達し，以後2ヶ月くらいまで漸次減少していくが，3.5ヶ月後の縫合部，並びに剥離部より5cm離れた正常部 control値で，共に術前値の約3倍の値を示し，collagen 産生を思わせた（表6）．

考 察

人工食道は1907年に Bircher が皮膚管，次いで1922年に Allen が筋膜を使用した臨床報告を出したのが最初とされ，以後多数の研究報告がなされているが，次の2つの方法に大別される．1つは生体組織を利用するもの．他の1つは人工材料を使用するもの，又は併用である．前者では筋膜^{6,7)}，皮膚⁸⁻¹¹⁾，食道^{12,13)}，大



図16

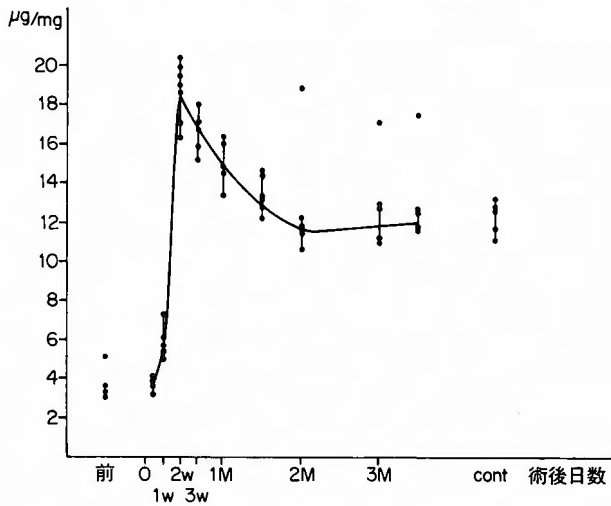
内膜剥離後2週間目
重層扁平上皮のしっかりした内膜新生が認められた。



図17

内膜剥離後3週間目
両側より内膜新生が認められた。完成直前と思われる。

表 6 内膜剝離実験後食道組織内
hydroxyproline 量の経目的変動 ($\mu\text{g}/\text{mg dry tissue}$)



動脈¹⁴⁻²¹⁾, 腸管^{22,23)}, 結合織管²⁴⁻²⁶⁾, 気管²⁷⁾ (OMS 管^{13,28,29)} 等々あるが, いずれも縫合不全, 狭窄が解決できず, 次第に後者に主役の座を譲っている。

後者は1952年に Berman^{30,31)} が polyethylene 管を使用した報告をして以来, 高分子化学の進歩と共に数多くの材料の報告がなされている。polyethylene^{9,10,13,15,17,26,30,41,71)} stainless steel wire mesh^{42,43)} vinyl⁴⁴⁻⁴⁶⁾ silicone rubber⁴⁷⁻⁵²⁾ polyvinyl formalsponge^{53,54)} Teflon^{18,55-57)} Dacron⁵⁸⁻⁶⁰⁾ polyethylene mesh⁶¹⁻⁶⁷⁾ Nylon^{18,20,68,69)} collagen⁷⁰⁾ silicone⁷⁰⁾ Tantalum⁸⁾ Tetron^{24,25)} 等であるが, これらも報告により差はあるが, 依然として縫合不全, 狭窄発生の問題は解決されていない。我々は比較的成績の良い silicone, Teflon (人工血管), polypropylene mesh 等を使用したか, そのうち silicone+器質化 mesh, silicone+collagen 加工人工血管を使用した群の成績が比較的良好であった。

縫合不全防止のためには, 種々の吻合法が考案されている。緊縛法^{26,30,36,40)} 端々吻合^{10,12,21,45,57,69)} はさみ込み法^{54,64,67)} 内筒重積法^{13,35,45,59)} 交互重積法^{31,45,56-58,63)} 等である。端々吻合は縫合は比較的成績が悪いようである。我々の実験でも, 端々吻合は縫合不全発生率50%であったが, 内筒重積法は27.3%, 交互重積法は20%と少なく, 縫合不全に関しては, 端々吻合を除く, どの方法でも, 習熟すればかなり防止できるものと思われた。

狭窄について述べると, どのような吻合法を施行し

ても1週間~1ヶ月くらいの間に材料が脱落し, 狭窄が発生した。材料が一定期間存在すれば, それ以後脱落しても狭窄は発生しないという報告³⁶⁾もあるが, 我々の実験結果では, 材料が存在する限り, それが常に内膜刺激要因となり, 内皮形成を妨害した。材料脱落后に内皮形成は開始されるが, 同時に狭窄も進行すると考えられた。しかし⑧の症例では4ヶ月間材料が存在し, 脱落后も狭窄が発生しなかった。⑨の症例では, 7ヶ月材料が存在し, 脱落后狭窄が進行した。従って狭窄の発生には局所状態も大きな影響を及ぼすのではないかと推察された。岩佐²⁵⁾, 山崎²³⁾らは頸部食道内膜剝離実験により, 食道では内膜生成過程で狭窄傾向が認められると報告している。我々の胸腔内食道の内膜剝離実験(実験C)でも, 内膜再生時の2~4週目くらいに狭窄傾向が認められた。しかし2~3ヶ月観察すると, 次第に狭窄が消失していった。従って狭窄発生は内膜生成過程自体にもあるが, 外膜筋層が内腔を保持している限り, 内膜も器質的な狭窄形成することなく, 内腔保持するものと推測された。人工食道では, 材料の外側の新生結合組織膜に内腔保持力がないため, 材料排除と共に狭窄が進行すると思われる。

hydroxyproline 量は, 一般の創傷治癒⁷²⁻⁷⁴⁾と異なり, 3日くらいでは殆んど増加せず, 2週目に peak が認められた。結合組織増生の遅延並びに延長を示唆していると思われた。

以上, 食道の完成には内膜の増殖, 延長が重要であるが, 外膜・筋層も内腔保持力として重要であると思

われた。著者らは、人工食道の完成には、西野⁶⁵⁾らと同じく、材料を器質化残存させ、材料のスプリント作用で内腔を保持し、内側に内皮形成を図るのが最も良いと考える。そのための方法として polypropylene mesh を器質化したり、人工血管に collagen 加工し、silicone で吻合した外側を被って、極力不潔にならないように努め、材料の器質化残存を試みた。しかし、前者は器質化していた結合組織部分が数日中に消失し、器質化以前の元の状態に戻って排除され、後者は collagen 加工の有無に関係なく、1ヶ月くらいで排除されるため、collagen の特性が発揮されなかった。但し、両法共加工しないものと比較して、成績は良く、前処置の効果はあるものと思われた。

以上、器質化 mesh, collagen 加工人工血管で材料を残存させ、内面に内膜を形成させるという目的は達し得なかったが、食道癌手術時、頸部吻合困難時の補助として、又症例によっては臨床応用も可能ではないかと考えられた。

結論として、人工食道の成功は現在の材料では困難で、より組織親和性が高く、局所の短期間の清潔維持で器質化される材料、あるいは不潔下でも器質化される材料の開発が必要と思われる。

結 語

犬における人工食道の実験で、silicone+器質化 polypropylene mesh, silicone+collagen 加工人工血管 (Teflon) で比較的良好な成績を得た。しかし、材料の脱落、狭窄発生の問題は解決されず、今後更に検討を要する。

参 考 文 献

- 1) Prockop DJ, Kimmel JR. A specific method for the analysis of hydroxyproline in tissues and urine, *Anal. Bio-chem* **1**: 228-239, 1960.
- 2) Kivirikko KI, Laitinen O, Prockop DJ: Modifications of a specific assay for hydroxyproline in urine, *Anal. Biochem* **19**: 249-255, 1967.
- 3) 福山富太郎, 山田美恵子, 鈴木妙子: 尿・ヒドロキシプロリンの測定法について. 公衆衛生院研究報告 **20-2**: 99-106, 1971.
- 4) Seiichi Inayama, Tetsuiohi Shibata, Jun'ich Ohtsuki 他: A new microanalytical method for determination of hydroxyproline in connective tissues, *Keio J. Med.* **27**: 43-46, 1978.
- 5) 稲山誠一, 柴田徹一, 阿部冷彦, 他: 創傷治癒に関する基礎的研究—Hyp の新微量定量法 (KISO 法) とその適用—. 最新医学 **34-8**: 1806-1808, 1979.
- 6) 大沢 達: 食道外科, 日外会誌 **34**: 1319, 1933.
- 7) Salomon J, Nudelman I, Kissin L 他: Experimental segmental replacement of esophagus by biological tissues, *Israel J. Med.* **13**: 272-277, 1977.
- 8) Edgerton MT: One-stage reconstruction of the cervical esophagus or trachea, *Surgery* **31**: 239-250, 1950.
- 9) Dumm JB, Macmanus JE, Anderson AA 他: Esophageal reconstruction by means of prosthesis, experimental and clinical experience, *J. thoracic Surg* **30**: 368-372, 1955.
- 10) 隅越喜久雄: 頸胸部食道移植に関する実験的研究, 東北医誌 **52**: 232-245, 1955.
- 11) Connor BG, Campbell FH, Pickrell KL. Esophageal reconstruction with free autogenous dermal grafts, an experimental study, *Surgery* **39**: 459-469, 1956.
- 12) Pate JW, Sawyer PN: Failure of freeze-dried esophageal grafts, *Am J Surg* **86**: 152-153, 1953.
- 13) 與芝新平: 食道移植に関する実験的ならびに臨床的研究. 日大医誌 **15**: 1939-1965, 1956.
- 14) 牧野惟義, 荒瀬秀隆, 楠原淳郎, 他: 管臓器特に血管, 食道, 輸尿管の遊離移植に関する研究. 日外会誌 **54**: 528-530, 1953.
- 15) 牧野惟義, 額賀 宏, 臼田金爾他: 管臓器特に食道, 尿管及び気管の遊離移植に関する研究(2報). 日外会誌 **55**: 609-612, 1954.
- 16) 篠井金吾: 異種血管を用いて食道移植に成功せる臨床. 日外会誌 **54**: 436, 1953.
- 17) 臼田金爾: 食道移植に関する研究 (異種保存動脈移植を中心として). 日外会誌 **56**: 1043-1069, 1955.
- 18) 丸岡元男, 長順一郎, 高森安生, 他: 代用食道に関する実験的研究—特に異種保存動脈並びにナイロン及びテフロン人工血管移植について. 日胸外会誌 **8**: 417-418, 1960.
- 19) 長順一郎: 代用食道に関する実験的研究—特に異種保存動脈移植について. 熊本医会誌 **35**: 185-211, 1961.
- 20) Boyd TF: A prosthesis for replacement of the intrathoracic esophagus, *Surg forum* **13**, 256-258, 1962.
- 21) 倉知 圓: 食道再建に関する実験的研究. 金沢十全医会誌 **80**: 595-616, 1971.
- 22) 小泉博義, 和田達雄: 自家腸管の粘膜筋板及び粘膜下組織を使用せる食道再建術の実験的研究. *Jap J transpla* **3**: 145-146, 1967.
- 23) 山崎淳之祐: 代用食の実験的研究. 日大医誌 **28**: 643-655, 1969.
- 24) 岩佐 裕, 池田 誠, 海老瀬尚文, 他: 人工食道に関する研究 (第1報). 日外会誌 **63**: 918-920, 1962.
- 25) 岩佐 裕, 池田 誠, 海老瀬尚文他: 人工食道に関する研究 (第2報). 日胸外会誌 **12**: 603-604,

- 1964.
- 26) 池田 誠：代用食道に関する実験的研究. 京府医大誌 **75** : 32-55, 1966.
- 27) Farrior RT: Primary reconstruction of cervical esophagus use of the free tracheal graft, Arch Otolaryngol **79** : 258-268, 1964.
- 28) 安藤 隆, 與芝新平, 加藤 出：食道切除に関する実験的研究. 日外会誌 **55** : 593-594, 1954.
- 29) 安藤 隆, 與芝新平, 加藤 出：OMS 管移植による食道切除の臨床経験. 日外会誌 **56** : 619-621, 1955.
- 30) Berman EF: The experimental replacement of portions of the esophagus by a plastic tube, Ann Surg **135** : 337-343, 1952.
- 31) Berman EF: A plastic prosthesis for resected esophagus, Arch Surg **65** : 916-919, 1952.
- 32) Berman EF: Carcinoma of the esophagus: a new concept in therapy, Surgery **35** : 822-835, 1954.
- 33) Schackelford RT, Sparkuhl K: Palliative resection of the esophagus with use of a plastic tube, Ann Surg **138** : 791-794, 1953.
- 34) Baronfsky ID: Fascia lata transplants for resected cervical esophagus, Surgery **30** : 355-360, 1951.
- 35) Battersby JS, King H: Esophageal neplacement with plastic tubes, experimental study, Arch Surg **69** : 400-409, 1954.
- 36) 阿保七三郎, 石川義信, 山口逸郎：胸部食道移植に関する実験的研究（ポリエチレン管並びにシリコンラバーポリエチレン管の応用）. 日胸外会誌 **5** : 710-719, 1957.
- 37) Yasargil EC, Heß R, Enderlin F: Experimentale Untersuchungen zum Ersatz des thorakalen Oesophagus, Thorax Chir **4** : 474-489, 1956.
- 38) Moore TC, Bounous G: Experimental use of nylon mesh supported pericardial grafts for closure of full thickness esophageal defects, J. thorac cardiovasc. surg **38** : 108-114, 1959.
- 39) Koontz AR, Kimberly RC: Tantalum and marlex mesh (with a note on marlex thread): an experimental and clinical comparison-Preliminary report, Ann Surg **151** : 796-804, 1960.
- 40) 井上幸万：合成高分子による代用食道の実験的研究. 日胸外会誌 **11** : 115-131, 1963.
- 41) O'connor T, Watson R, Lepley D 他: Esophageal prosthesis for palliative intubation, Arch Surg **87** : 275-279, 1963.
- 42) Braunwald NS, Hufnagel CA: Reconstruction of the esophagus with wire mesh prosthesis, Surgery **43** : 600-605, 1958.
- 43) Barnes WA, Redo SF, Ogata K: Replacement of portion of canine esophagus with composite prosthesis and greater omentum, Jthoracic cardiovasc surg **64** : 892-896, 1972.
- 44) 中山恒明：食道癌切除後ビニール管による食道形成 3 治験例. 日外会誌 **54** : 733, 1953.
- 45) 丸岡元男：高位食道の 2 手術例. 日外会誌 **56** : 1253, 1955.
- 46) 高森安生：人工食道に関する実験的研究. 熊本医学会誌 **35** : 830-865, 1961.
- 47) 石川義信, 阿保七三郎：シリコンラバーによる胸部食道再建臨床例. 日消会誌 **56** : 260, 1959.
- 48) 石川義信, 阿保七三郎：合成高分子有機化合物による胸部食道アロプラスティックの臨床的研究. 総合医学 **16** : 745-749, 1956.
- 49) 阿保七三郎：合成高分子有機化合物による食道並びに気管アロプラスティックに関する実験的並びに臨床的研究. 日外会誌 **61** : 86-96, 1960.
- 50) 古賀昭夫：人工食道に関する実験的研究. 神戸医大紀 **27** : 85-108, 1965.
- 51) Watanabe K, Murr JBD: Segmental replacement of the thoracic esophagus with a silastic prosthesis, Am J Surg **121** : 238-240, 1971.
- 52) 千葉清彦：体内人工食道に関する実験的研究. 弘前医学 **28** : 342-360, 1976.
- 53) 松尾 裕：人工食道による食道再建術に関する実験的研究（ポリビニールフォルマルスポンジの応用）. 日外宝 **28** : 2246-2257, 1959.
- 54) 松尾 裕, 木下辰男：人工食道による食道再建術, とくにポリビニールフォルマルスポンジの応用について. 日胸外会議 **8** : 418, 1960.
- 55) Harrison JH: A comparison of the tissue reactions to plastic materials, Arch surg **74** : 139-144, 1957.
- 56) Kothe W: Der experimentelle Untersuchungen zur Überbrückung von Oesophagus defekten mit homoio-heteroplastischen Transplantaten, Arch Klin Chir **298** : 786-791, 1961.
- 57) Morfit HM, Dramish D: Longterm end results in bridging esophageal defects in human beings with teflon prosthesis, Am J Surg **104** : 756-760, 1962.
- 58) Schuring AE, Ray JW: Experimental use of dacron as an esophageal prosthesis, Ann Otol **75** : 202-207, 1965.
- 59) Hoferichter J: Die Rekonstruktion des Oesophagus mit Kunststoffen I. Möglichkeiten und Grenzen der Alloplastik, Langenbecks Arch Klin Chir **317** : 39-50, 1967.
- 60) Leininger BJ, Peacock H, Neville WE: Esophageal mucosal regeneration following experimental prosthetic replacement of the esophagus, Surgery **67** : 468-473, 1970.
- 61) Usher FC, Gannon JP: Marlex mesh—a new plastic mesh for replacing tissue defects—1. experimental studies, Arch surg **78** : 131-137, 1959.
- 62) Usher FC, Fries JG, Ochsner JL: 2. clinical studies, Arch surg **78** : 138-145, 1959.
- 63) Sheena KS, Ballantyne AJ, Healey JE: Replace

- ment of the cervical esophagus with marlex mesh, *Surgery* **51**: 648-651, 1962.
- 64) 岡本良夫, 帶津良一: 合成網による人工食道の限界. *日胸外会誌* **12**: 604-606, 1964.
- 65) 西野 樹: HiZex 網による代用食道の実験的研究. *日胸外会誌* **14**: 1082-1095, 1966.
- 66) Lister J, Altman RP, Allison WA: Prosthetic substitution of thoracic esophagus in Puppies, *Ann Surg* **162**: 812-824, 1965.
- 67) 帶津良一: 人工食道の機能的研究. *日胸外会誌* **18**: 684, 1970.
- 68) Schobinger R: The use of platysma and nylon tubing in the reconstruction of the cervical esophagus in dogs, *Plast reconstr surg* **23**: 36-48, 1959.
- 69) Laguerre JN, Schoenfeld H, Calem W 他: Prosthetic replacement of esophageal segments, *J thoracic cardiovasc surg* **56**: 674-682, 1986.
- 70) 川村 功, 小越章平, 碓井貞仁, 他: 人工食道の研究. *人工臓器* **10**: 506-509, 1981.
- 71) 高橋郁夫, 大坪 修, 稻生綱政: EPTFE による人工食道. *人工臓器* **10**: 502-505, 1981.
- 72) Cronin K, Jackson DS, Dunphy JE: Changing bursting strength and collagen content of the healing colon, *surg gynecol & obstet*: 747-753, 1968.
- 73) 市川英幸: 胃壁切開縫合創の治癒過程に関する実験的研究, とくに副腎皮質ステロイド剤の影響. *信州医誌* **30**(1): 50-68, 1982.
- 74) 林 四郎, 市川英幸: 消化管吻合法と創傷治癒. *外科治療* **47.1**: 38-46, 1982.