

原 著

食道再建用胃管の挙上性と血流に関する臨床的実験的研究

横浜市立大学第2外科

米沢 健 土屋 周二 細井 英雄
池田 義雄 鈴木馨一郎

CLINICAL AND EXPERIMENTAL STUDIES ON THE LENGTH AND THE BLOOD FLOW OF THE GASTRIC TUBE USED FOR ESOPHAGEAL RECONSTRUCTION

Takeshi YONEZAWA, Shuuji TSUCHIYA, Hideo HOSHIOI, Yoshio IKEDA
and Keiichiro SUZUKI

Second Department of Surgery, Yokohama City University, School of Medicine

食道再建術として頸部で食道胃管吻合を行った127例を対象として胃管の挙上性について検討し、さらに成犬にて、正常胃からいわゆる全胃管、全胃管から形成胃管、形成胃管から山岸胃管とした場合の同一犬の同一部位の血流変化を、Sr⁸⁵ および Cr⁵¹-microsphere を用いて測定した。その結果、ヒトにおいて全胃管を形成胃管とすると平均36%、さらに山岸胃管とすると平均10cm 挙上性が良好となった。また犬において全胃管を形成胃管にすると胃管血流量は増加した。これらの結果より、胃管の挙上性および血流を良くするには、胃小弯を大きく切除し可及的胃管を細くすることが大切であろうと考えられた。

索引用語：食道再建術，食道胃管吻合術，食道手術の縫合不全，胃管血流，microsphere 法

I 研究目的

胃管を用いて食道を再建する方法は1895年 Biondieの報告に始まるが、今日でも最も一般的に用いられている有力な方法である。再建経路としては、食道癌に対する根治性または安全性の面から、胸部食道を全摘し胃管を胸壁前(1920年 Kirschner)または胸骨後経路(1957年 Waddell)で頸部まで挙上し食道と吻合する術式が多く採用されており、これらの術式では頸部吻合部の縫合不全発生防止の観点から挙上性の良い血流の良好な胃管を得ることが最大の課題とされている。そこで臨床例を対象としていわゆる全胃、大弯側形成胃管、山岸式胃管で具体的に挙上性がどの程度変化するか、また再建経路で使用する胃管の長さが如何に変るかを検討し、さらに雑種成犬を用いて各種胃管を作成し、血流量を測定し、いかなる胃管が挙上性が良くかつ血管が良好であるかをみいだすことを目的とした。

II 研究対象および方法

1) 胃管挙上性の検討対象および方法

表1 検索対象

	再建例	バイパス例	
形成胃管	81	6	87
山岸胃管	11	29	40
	92	35	127例
	再建例	再建例	
形成胃管	65	22	87
山岸胃管	31	9	40
	96	31	127例

昭和42年から昭和53年までの12年間に横浜市立大学第2外科において胃管を用い頸部で食道胃管吻合術を行った127例(表1)を対象とした。

まず全胃を食道胃接合部で切除し、右胃大網動静脈以外を結紮切断し、胃を遊離した後、幽門輪から最高挙上点までの距離を測定した。次に大弯に沿つて幅2.5cmの胃管を作製し幽門輪から最終拍動枝までの距離、また実際に再建に使用した胃管の長さは、作成した形成胃管長から吻合時切除した胃口側端の長さを引いた長さとした。また再建経路の長さには個人差があり、これを具

体的に測定することは困難なので、胸骨の長さを測定しこの指標とした。形成胃管を十二指腸から切離した山岸式胃管¹⁾²⁾³⁾においては、右胃大網動静脈の vascular pedicle の長さ実際に再建に使用した胃管の長さを前述のように測定した。

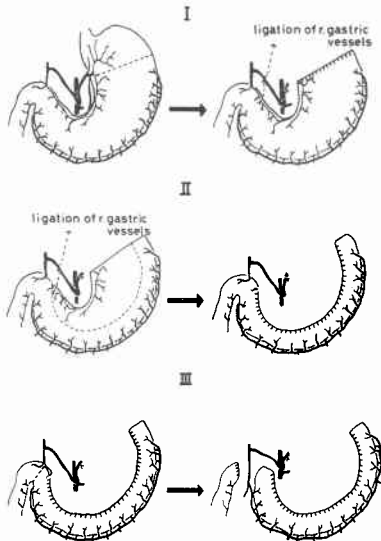
2) 胃管の血流測定の対象および方法

① 対象および胃管作製法

24頭の雑種成犬(体重10~14kg)を用い下記のごとく胃管の血流測定を行った。血流測定に先立ち24時間は絶食とし、実験はすべて pentobarbital sodium 25mg/kg で静脈麻酔を行い気管内挿管陽圧呼吸下に行った。

I 群=11頭(正常胃を謂る全胃管とした場合の血流量の比較): 雑種成犬にて胃の血流測定後、図1のごと

図1 実験法



く、栄養血管を右胃大網動静脈のみとし他の血管を切離後、angular incisure から Fornix の頂点を結ぶ線で小弯を切除した。いわゆる全胃管を作成し2度目の血流測定を行った。

II 群=13頭(全胃管と形成胃管の血流量の比較): I 群のごとく全胃管を作製した後1回目の血流測定を行い、その後この胃管を十二指腸と同じ幅の大弯側形成胃管とし2回目の血流測定を行った。

III 群=10頭(形成胃管と山岸胃管の血流量の比較): II 群のごとく大弯側形成胃管を作製後1回目の血流測定を行い、同胃管を十二指腸と切離した山岸胃管とし2回目の血流測定を行った。

② 血流測定法

血流測定には、左心室に注入された tracer が1回の心収縮で拍出され、組織の血流量に比例して組織に分布されるという原理を利用して、Rudolph⁴⁾等(1967)が開発した microsphere 法を用いた。すなわち q : 組織内の microsphere の数, f : 血流量, c : 血中の microsphere の濃度とすると、組織内の microsphere 数 $q = f \int_0^{\infty} c(t) dt$ となり、一方 CO : 心拍出量, Q : 注入した microsphere 数とすると $Q = c \int_0^{\infty} c(t) dt$ となる。このことから、組織血流量は $f = c \cdot \frac{Q}{CO}$ で計算される、使用した microsphere は、直径 $25 \pm 5 \mu$ 、球形で比重1.3の ^{85}Sr または ^{51}Cr を封入した生物学的には全く不活性な carbonized microsphere である。心拍出量は diognogreen 2.5mg を左心耳より注入し、大腿動脈に挿管した silicone tube より dye-curette に導き dye-densitometer により求めた濃度曲線と diognogreen 0.025mg および 0.05mg を血液10ml に希釈してえた標準液の濃度曲線を測定この両者から算定した。心拍出量測定後、直ちに microsphere (1回注入量0.1ml=約 8.2×10^4 個) を左心耳より注入し、2回目の microsphere 注後 KCl 飽和溶液によって心停止を起こさせ、胃管を摘出した。摘出した胃管は幽門輪から口側へ3cmの間隔で切断し、粘膜一粘膜下層、漿膜一筋層に分け、個々の重量を測定後、組織中の microsphere 量を autospectrogram counter で測定した。microsphere の測定は、それぞれの isotope の energy peak ($Sr^{85} = 400 \sim \infty KeV$, $Cr^{51} = 250 \sim 400 KeV$) に window setting をして測定し、それぞれ over lap して測定された値に関しては、Rudolph の公式を用いてそれぞれの activity を分離算定した。

また臓器血流量を左右する因子として、栄養動脈への注入圧が挙げられるが、この変化は本実験の場合腹部大動脈圧の変化で代用し得ると考え、腹部大動脈圧を持続的に測定した。

III 成績

1) 胃管挙上性について

形成胃管により頸部で食道胃管吻合を行った87例の形成胃管作製前のいわゆる全胃の長さは平均 27.5 ± 2.5 cm であり、これを幅2.5cmの大弯側形成胃管とすると、その最終拍動枝までの長さは 38 ± 4.0 cm となった。これらの長さは、胸壁前および胸骨後の再建経路別にみても差は認められなかったが、実際に頸部での食道胃管吻合に使用した胃管の長さは、胸壁前経路で 33.2 ± 2.0 cm,

図 2
胃管長

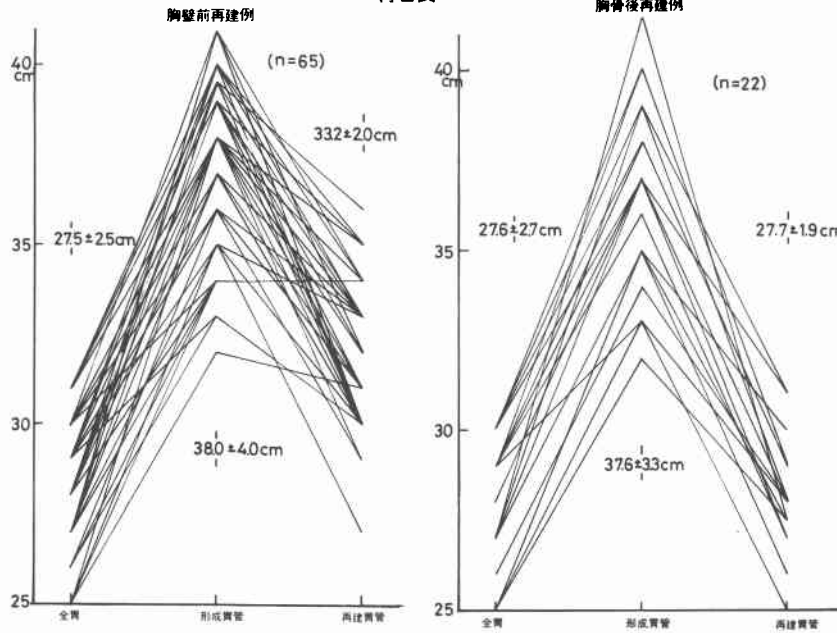


表 2 再建胃管長

	胸壁前	胸骨後
形成胃管	33.2±2.0cm n=65	27.7±1.9cm n=22
山形胃管 (血管蓋)	22.0±3.1cm (12.2±4.1cm) n=31	22.0±4.0cm (11.8±3.0cm) n=9

胸骨後経路で27.7±1.9cm と胸壁前再建では平均5.5±0.9cm 長い胃管を必要とした(図2)。また再建経路の長さの指標とした胸骨の長さは、胸壁前再建例で19.0±2.1cm 胸骨後再建例で20.0±2.4cm で差はなかった。形成胃管と十二指腸を切離すると平均12.0±3.5cm の右胃大網動静脈の血管系が得られた。この胃管では、胸壁前経路で、頸部へ挙上し食道胃管吻合を行うと22.0±3.1cm、胸骨後で22.0±4.0cm の胃管を必要としたが、再建経路による差はなく、また形成胃管に比較して胸壁前で10.5±2.6cm、胸骨後で5.6±3.4cm 短い胃管で再建が可能となった(表2)。

胸壁前再建例を対象として術後縫合不全の有無で胃管長をみると、縫合不全例と非縫合不全例の間で全胃の長さ、再建経路の長さの指標とした胸骨長には差を認めないが、再建に使用した胃管の長さは縫合不全例の方が3.0±1.4cm 長かった。全胃長に対する再建胃管長の比

表 3 縫合不全別にみた胃管長(胸壁前再建例)

	縫合不全例 n=22	非縫合不全例 n=42
A: 全胃	27.2±2.1	28.1±2.3cm
B: 再建胃管	35.3±2.3	> 32.4±2.0
C: 胸骨	19.2±1.5	19.0±2.1
B/A	1.28±0.12	> 1.17±0.08
B/C	1.81±0.15	> 1.61±0.14

表 4 平均心拍出量

	1 日目測定 (⁸⁵ Sr)	2 日目測定 (⁵¹ Cr)
I 群 (n=11)	2110±340	2090±430
II 群 (n=13)	2060±500	2000±380
III 群 (n=10)	1980±310	1920±280 ml/min

および胸骨長に対する再建胃管長の比も縫合不全例の方が大きかった(表3)。

2) 胃管の血流について

① 心拍出量および大動脈圧の変化(表4)

pentobarbital sodium 25mg/kg 静脈麻酔下における各

群の平均心拍出量には差がなく、また各群において1回目血流測定時と2回目の血流測定時の平均心拍出量の間にも差は認められなかった。実験中連続的に測定した、平均大動脈圧にも各群間および1回目血流測定時と2回目血流測定時の間に著明な差はなかった。また、平均大動脈圧にも差は認められなかった。

② I群における血流量の変化(図3)

正常の胃においては、幽門輪から3~6cmの前庭部が2.66ml/g/minと最も血流が良好で、21~24cmの円蓋部が0.30ml/g/minと血流量が最も少なかった。これを前述のような全胃管とすると幽門輪から3~6cmの部位では0.48ml/g/minと正常胃の18%に低下しているのに対し、21~24cmの部位では0.08ml/g/minと正常胃の73%を維持していた。

図3 血流量の変化
I群 (n=11)

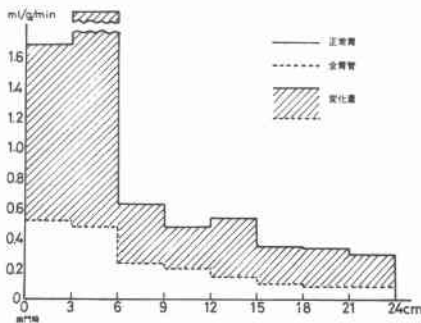
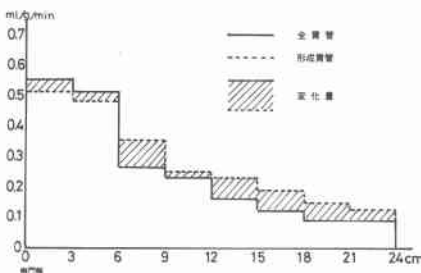


図4 血流量の変化
II群 (n=13)



また正常胃においては、0~3cmの部位と21~24cmの部位の血流量の差は1.39ml/g/minあるのに対し胃管にするとこの差は少なく0.44ml/g/minとなった。

③ II群における血流量の変化(図4)

全胃管を作り、血流を測定後これを形成胃管とした場合の血流の変化は幽門輪から0~6cmの部位では全胃管

の時の方が良好であったが、6cm以遠では形成胃管とした時の方が良好で、21~24cmの部位では0.04ml/g/min増加していた。また頸部での吻合部位に相当する長胃大網動脈(ヒト左胃大網動脈)の支配領域である15~21cmの部位では形成胃管にした時の方が平均0.07ml/g/min増加していた。

④ III群における血流量の変化(図5)

形成胃管を十二指腸から切離して山岸胃管にすると、3~6cmの血流量が0.44ml/g/minから0.63ml/g/minと増加したが、6cm以後では0.07ml/g/min~0.02ml/g/min減少した。

図5 血流量の変化
III群 (n=10)

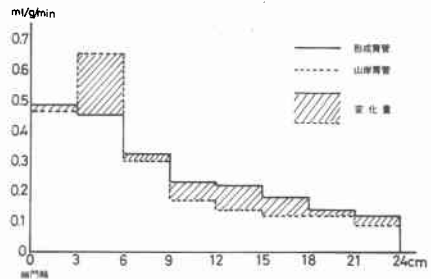
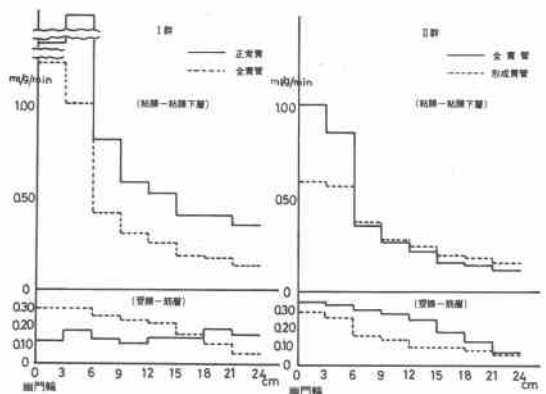


図6 胃管の層別血流量の変化



しかしながら山岸胃管では血管茎の弛みを伸すため犬では約6cm幽門輪に近い部位で吻合が行われると推定されるので形成胃管の吻合推定部位15~21cmの部位と山岸胃管の9~15cmの部位を比較すると差は全くなかった。

⑤ I, II群における層別血流量の変化(図6)

I群において正常胃の場合、粘膜-粘膜下層は漿膜筋層に比較して非常に血流量は豊富であった。また漿膜-

層の血流は幽門輪に近い部位も、円蓋部付近も0.11~0.19ml/g/minと部位により著明な差がないのに対し、粘膜-粘膜下層では幽門輪に近い3~6cmで5.29ml/g/minの血流量があるのに対し、円蓋部に近い21~24cmの部位では0.36ml/g/minと少なかった。正常胃を全胃管とした場合、粘膜-粘膜下層では、最も血流量の豊富な3~6cmで1.02ml/g/minと80%低下していたのに対し胃管先端部では0.18ml/g/min(18~21cm)、0.14ml/g/min(21~24cm)で54%~61%の減少にとどまっていた。一方、漿膜-筋層では、正常胃より全胃管の方が、0~18cmまでは血流量が増加していたが、18~24cmでは逆に全胃管の方が42~62%減少しており、変化率は粘膜-粘膜下層に比較して小さかった。II群において全胃管を形成胃管とすると粘膜-粘膜下層では幽門輪から0~3~6cmの部位で0.55~0.51ml/g/minが0.51~0.48ml/g/minに減少するのに対し、6~24cmの部位では逆に形成胃管の血流量が多少増加していた。漿膜-筋層では、0~24cmまで全体に全胃管の方が形成胃管より血流量は多かった。

IV 考 察

従来、胸壁前食道胃管吻合術の術後縫合不全の主な原因として、再建経路の長さに見合った十分な長さの胃管が得られないために起こる吻合部の緊張と、胃管または食道の血流障害が考えられており、この点を改善するため胃管作製上いろいろの工夫が行われている。

すなわち、羽生⁹⁾らはいわゆる全胃管に対し漿膜筋層に横割を加えることにより、さらに御子柴⁹⁾らは胃管漿膜筋層を広範に剝離することにより胃管の延長をはかり、さらに吻合部を大網で被覆し、従来の方法と比較して哆開率が減少したと報告している。最近井口⁷⁾らは、全胃管を形成胃管とすると全胃管長の31%増の胃管が得られると報告し、さらに形成胃管作製時、長いベツツ型縫合器を使用せず、また全層縫合を行わずに手縫いで粘膜粘膜下層縫合、漿膜筋層縫合を別々に行うと全胃管長よりもさらに46%長い胃管が得られたと報告している。われわれの今回の対象例でも全胃管よりも平均36%長い形成胃管が得られており、これは胃管の全層縫合に長い縫合器を使用せず短い山岸式短直状型胃腸縫合器(長さ約5cm)を使用していると思われる。したがって、長い胃管を得るには、筋層の厚い小弯を大きく切除し大弯に沿って可及的細い胃管を作成することが有用である。すなわち胃を扇にたとえるならば筋層の厚い小弯は要であり、この要をはずし最も大きな円弧である大弯に沿って

胃の小弯を少しずつ延しながら切除すると最も長い胃管ができる訳である。したがって形成胃管においては胃管の長さが不足することは少ないが、縫合不全防止の観点からみると、かならずしも長い胃管を使用することは有利とはいいがたい。このことは、縫合不全例と非縫合不全例の再建に使用した胃管の長さを比較しても、非縫合不全例の方が再建に用いた胃管の長さが短いことでも理解できる⁹⁾。また、再建に使用した形成胃管長と全胃管長の比をみても縫合不全例においてこの比は大きく、一方使用胃管長と胸骨長の比をみてもやはり縫合不全例においてこの比は大きい。このことは、再建に使用する胃管は、再建経路にみあった長さで、全胃を必要最少限に利用したものが良いことをものがたっている。

胃管の血流を改善させる目的でいろいろの術式が工夫されている。すなわち、荒木⁹⁾、Moore¹⁰⁾、Goldsmith¹¹⁾らは食道胃管吻合部を有意大網膜で被覆し早期に副血行路の新生を期する術式を提唱し、中山¹²⁾、中村¹³⁾、松本¹⁴⁾らは胃管の血管と頸部の血管を直接吻合し血行の改善をはかる方法を試みているが、問題のすべてが解決したとはいいがたい。胃管に起る循環障害の原因としては、①胃管は主として右胃大網動脈で栄養されており他の血管は切離されている。②胃の小弯が切除され機械的損傷および反射性血管収縮が起る。③栄養血管の索引、屈曲、挛縮をきたしやすい。④胃管が胸骨、鎖骨、皮膚などにより圧迫されることなどが考えられるが、これらの影響を客観的に測定した報告¹⁵⁾は少ない。現在胃管の血流状態は、組織酸素濃度、pH、温度、酵素活性などを測定し間接的に血行状態を把握する方法や、実験的には水素クリアランス式組織血流計、交叉熱電対式組織血流計、microsphere法などにより観察されている。一方、切除胃や死体胃を用いたmicroangiographyにより胃管の血管床を観察しようとする試みもある。まずヒト胃管のmicroangiographyから胃管の血流を検討した研究者は、できるだけ胃壁内の血管網特に粘膜下層の血管網を温存した方が、胃管先端の血行を保つには有利とあると考え比較的幅の広い胃管を推奨している¹⁶⁾。しかしながら、胃管は主として右胃大網動脈の限定された血流で栄養されており、この限られた血流で胃管先端血行を良好に保つには、胃管の幽門輪に近い部分の血管床を少なくすることも合理的であり、したがって比較的細い胃管が有用ともいえる。また胃壁の厚さの割りに血管網の豊富なのは大弯側であり、この点からも胃の小弯を十分切除し大弯に沿って可及的細い胃管を作製するこ

とが望ましい。しかしながら、胃管の幅を細くするにも限度があり、胃大網動脈から分枝する壁枝が温存される幅でなければならず、それにはわれわれが作製している幅2.5cm~3cm¹⁷⁾¹⁸⁾が限度である。今回の実験結果でも、前回の成績¹⁵⁾同様、全胃管を細い形成胃管とすることにより胃管先端の血流量は増加しており、これは杉町¹⁹⁾らの報告と一致する。正常の胃を胃管とした場合の血流の変化をみるのに従来は、主とし幽門部の血流量に対する胃管先端の血流量の比で論じられてきた。本来正常胃においても胃管先端に相当する部分は胃前庭部に比較して血流量は非常に少なく、胃前庭部と比較して胃管先端の血流を論じるは誤りである。すなわち同一個体の同一部位において、胃管作製前後の血流量を測定比較しなければならない。その点今回われわれが血流測定に用いた方法が適している。正常胃を全胃管とした場合には、幽門輪から胃管先端にいくにしたがい血流量は減少するが、その減少のしかたは幽門輪に近い部位よりも胃管先端の方が少ない。これは本来血流量の少ない部位ほど血管切離や切除等の影響を受けにくいことを意味するものとする。また著明に血流が減少するのは、本来血流量の少ない漿膜一筋層よりも、むしろ比較的血流量の豊富な粘膜一粘膜下層である。したがって胃管の血流の変化を論じるには、いずれの方法で測定するにしろ粘膜一粘膜下層の血流が測定されなければならない。臨床的には手術時胃管の循環状態を肉眼的に判断する場合、漿膜側からの観察だけでは不十分で、粘膜側からの観察が大切である。全胃管を形成胃管とした場合も、漿膜一筋層の血流は全胃管に比較して減少するが、粘膜一粘膜下層の血流は胃管先端では増加している。このことから胃管の血流状態を把握するには、粘膜一粘膜下層の血流を測定することが大切である。このためには測定する各層別に電極を刺入する方法も考えられるが、同一個所の各層では困難なことも予想される。形成胃管を十二指腸から切離した山岸胃管では、形成胃管より確かに多少胃管先端の血流量は減少するが、実際に食道と吻合に使用する胃管の長さは形成胃管の約2/3であり、その部位と形成胃管の先端部の血流とを比較すると血流量は同じかむしろ多い。したがって、山岸式胃管は形成胃管と比較して挙上性の面だけでなく、血流の面でも遜色はない。以上食道再建用胃管について挙上性、血流の面から臨床的、実験的に検討し報告したが、血流に関しては low flow の状態を正確に把握する確実な方法は未だなく、まして臨床面で血流測定に応用し得る方法はない。この

点に関して今後の基礎的な研究開発が望まれる。

V 結 語

われわれの行った形成胃管により頸部で食道胃管吻合を行った127例を対象とし、胃管の挙上性を、また雑種成犬にていろいろの胃管を作製し microsphere 法により血流測定を行った結果以下の結論を得た。

- ① 全胃を形成胃管とすると平均36%挙上性が良くなる。
- ② 形成胃管を十二指腸と切離すると胃管の挙上性は平均約10cm 良くなる。
- ③ 縫合不全発生の点からみて、食道再建用胃管は胃を少なく使用し、再建経路にみあった長さが良いと思われる。
- ④ 正常胃を胃管とすると、従来血流量の豊富な部位ほど著明に減少する。
- ⑤ 胃管先端の血流は全胃管よりも形成胃管の方が良い。
- ⑥ 胃管の血流については、粘膜粘膜下層の血流が重要で、この測定観察が望ましい。
- ⑦ 形成胃管を十二指腸と切離しても、血流は著明に変化しない。

なお本論文の主旨は、昭和54年7月第14回日本消化器外科学会において報告した。

文 献

- 1) Yamagishi, M., et al.: An isoperistaltic gastric tube, new method of esophageal replacement. Arch. Surg., **100**: 689—692, 1969.
- 2) 山岸三木雄, 池田典次: 順蠕動性胃管を用いた新しい食道再建法. 外科診療, **11**: 67—69, 1969.
- 3) Shackelford: Isoperistaltic gastric tube, surgery of the alimentary tract. Vol. I: 841—845, 1978.
- 4) Rudolph, A.M., et al.: The circulation of the fetus in utero. Circ. Res., **21**: 163, 1967.
- 5) 羽生富士夫ほか: 食道癌に対する胸部食道全剝, 胸壁前食道胃吻合術—吻合部縫合不全を防止する新しい術式—. 臨床外科, **26**: 29—33, 1971.
- 6) 御子柴幸男ほか: 新しい胸壁前食道胃吻合術—胃管漿筋層剝離, 有茎大網被覆法—. 手術, **27**: 667—670, 1973.
- 7) 井口 潔ほか: 再建食道のための長い胃管作製の新しい工夫. 手術, **28**: 1—5, 1974.
- 8) 米沢 健: 胸骨前・形成胃管吻合術における頸部縫合不全に関する臨床的考察. 日消外会誌, **11**: 58—69, 1978.

- 9) 荒木千里：食道胃吻合術に関する実験的研究。日外宝函，**9**：206—223, 1932.
- 10) Moore, T.C., et al.: Used of intact omentum for closure of full thickness esophageal defects. *Surgery*, **45**: 899—904, 1959.
- 11) Goldsmith, S.H., et al.: Protection of intrathoracic esophageal anastomosis by omentum. *Surgery*, **63**: 464—466, 1968.
- 12) 中山恒明ほか：食道外科における中山式細小血管吻合器の手術々式。外科治療，**7**：250—257, 1962.
- 13) 中村輝久ほか：血行再建によつて安全ならしめた胃管利用の胸壁前食道再建術。手術，**25**：21—26, 1971.
- 14) Matsumoto, Y.: Studies on esophageal reconstruction by means of the pedunculated gastric tube with additional microvascular anastomosis. *Arch. Jap. Chir.*, **34**: 1118—1136, 1965.
- 15) 米沢 健：食道再建用胃管の血流に関する実験的研究。日消外会誌，**9**：575—582, 1976.
- 16) 丸山圭一：食道・胃・小腸・大腸の細細血管構築（吻合部癒合反応への影響）。現代の臨床，**9**：92—96, 1975.
- 17) 池田典次，米沢 健ほか：順蠕動性胃管による安全な食道再建法。手術，**28**：691—698, 1974.
- 18) Ikeda, N., Yonezawa, T., et al.: Two-stage operation using an isoperistaltic gastric tube for cancer of the esophagus. *Chir. Gastroent.*, **9**: 169—176, 1975.
- 19) 杉町圭蔵，上尾裕昭他：食道再建用胃管の太さと血流量に関する研究。日消外会誌，**12**：122, 1979.