

原 著

食道再建用胃管の血流に関する実験的研究

横浜市立大学第2外科 (主任: 土屋周二教授)

米 澤 健

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

Takeshi YONEZAWA, M.D.

Second Department of Surgery, Yokohama City University School of Medicine

(Professor and Director Syuuji TSUCHIYA M.D.)

胸骨前皮下経路によつて胃管を用い食道再建を行う術式は、最も安全な食道再建術式とされながら、頸部における食道胃管吻合の縫合不全発生の多いことが欠点とされている。そこで、縫合不全発生の因子の1つと考えられている胃管血流障害について、実験犬に3種類の胃管を作製、Sr⁸⁵-Microsphere法により血流を測定し、比較検討した。胃管の血流は胃小弯側を大きく切除し大弯側に沿つて可及的胃管を細くすることにより良好となる。また大弯側形成胃管を十二指腸から切離し、右胃大網動静脈によつてのみ血行が保たれる形のものにしても胃管血流には著変なく、この方法も必要によつて採用されて良い術式と考えられた。

I. はじめに

現在、胸部食道癌切除後の再建臓器として胃管が最も多く用いられており、われわれも昭和42年より胃大弯側から作製した胃管を胸骨前皮下経路で頸部に挙上し、再建を行つている¹⁾²⁾。このように全胃管ないし大弯側形成胃管を用い胸骨前皮下経路で再建を行うことは最も安全な術式とされながら、頸部における食道胃管吻合部に縫合不全をきたしやすいことが欠点とされている。胸骨前皮下経路によつて再建し、頸部吻合部に縫合不全をきたした場合には、胸腔内吻合の場合と異り、直接死に結びつくことは少ないが、外瘻形成から経口摂取不能、さらに低栄養状態となつて死に至つたり、また瘻孔閉鎖後に吻合部狭窄を生ずることも少なくない。そこで、その防止対策もいろいろ検討されているが、いまだ確実な方法はない。この縫合不全の原因として、栄養障害、心肺機能障害等の全身的要因のほか、吻合部の緊張、胃管ないし食道の循環障害、吻合部の内圧上昇などの局所的要因が考えられている。われわれは、このうち術後肺合併症と食道胃管吻合部内圧の上昇、さらにこれらと縫合

不全との関連性についてこれまで強調してきた³⁾⁴⁾。一方、食道再建術における食道ないし胃管の循環障害に関しては、開胸による心肺機能の低下、迷走神経切断の胃管血流におよぼす影響、臓器剝離あるいは胃管作製時の栄養血管切断の影響などが考えられている。そこでわれわれは、実験的に種種の胃管を作製し、食道および胃管の血流を測定し、循環障害の面からみて食道再建に用いるのにいかなる胃管が有利であるかを検討してみた。

II. 実験方法

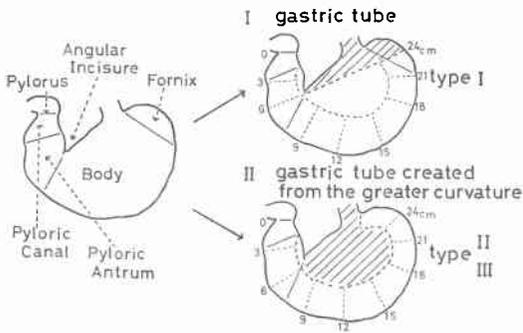
1. 実験対象および胃管作製法

39頭の雑種成犬(体重9~14kg)を用い下記の各群について胃ないし胃管の血流測定を行つた。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 静脈麻酔下で気管内挿管陽圧呼吸下に行つた。

a) 対照群8頭: 食道, 胃, 十二指腸, 小腸, 大腸の血流量を測定した。

b) 胃管 Type I 群 (全胃管作製群) 10頭: 図1の如く、栄養血管を右胃大網動静脈のみとして他の血管を切

図1 Gastric Tube



離し, angular incisure から Fornix の頂点を結ぶ線で小弯を切除し, 胃を広範に用いたいわゆる全胃管作製群.

c) 胃管 Type II 群 (大弯側形成胃管作製群) 10頭: Type I の胃管と同様に血管を処理し, 図1の如く, 十二指腸と同じ太さに大弯側に沿って胃管を形成した大弯側形成胃管作製群.

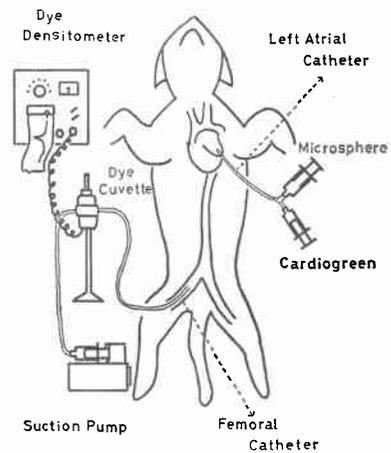
d) 胃管 Type III 群 (十二指腸から切離した大弯側形成胃管, いわゆる山岸式胃管作製群⁹⁾¹⁰⁾) 11頭: Type II の胃管と同様に胃管を作製し, 胃管を十二指腸から切離して右胃大網動静脈を vascular pedicle とした胃管作製群.

胃管作製群 (Type I ~ III) においては頸部で, 食道を切断し, 口側食道を頸部外食道瘻とし, また実際に胸部食道切除時に起こる横隔膜上迷走神経切断の食道再建臓器におよぼす影響をみるため, 頸部において迷走神経を切断した. なお胃管の血流測定は胃管作製完了後1時間目に行つた.

2. 血流の測定方法

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, 主として Rudolph⁹⁾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 $Q = co \int_0^{\infty} c(t) dt$ (Stewart Hamilton の公式) となる. このことから, 組織血流量は $f = co \times \frac{q}{Q}$ 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 Sr^{85} を封入した生物学的に全く不活性な carbonized microsphere である. なおこの Sr^{85} -carbonized microsphere の specific activity

図2 Experimental Method



は $2.57 mci/g$ で, 1回注入量は $0.1 ml$ (約 8.2×10^4 個) である. 心拍出量は図2の如く Diagnogreen $2.5 mg$ を左心耳より注入し, 大腿動脈に挿管した silicone tube より dye-cuvette に導き dye-densitometer により求めた濃度曲線と diagnogreen $0.025 mg$ および $0.05 mg$ を血液 $10 ml$ 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 を左心耳より注入, その後 KCl 飽和溶液によつて心停止をおこさせ, 食道, 胃, 十二指腸, 小腸, 大腸を摘出した. 摘出した胃 (対照群) および全胃管 (胃管 Type I 群) は胃管 Type II ~ III 群と同様, 大弯側に沿って十二指腸の幅の胃管とし, 他の胃管と同様に幽門輪から口側へ $3 cm$ 間隔で切断し, 粘膜-粘膜下層, 漿膜-筋層に分け, 個々の重量を測定後, 組織中の microsphere を東芝製 Auto-Gamma Counter (Model-RDI-222型) によつて測定した. また食道, 十二指腸, 小腸, 大腸についても胃および胃管と同様に, 粘膜-粘膜下層, 漿膜 (外膜) 一筋層別に重量および組織中の microsphere を測定した. また臓器血流量を支配する因子の1つとして, 栄養動脈への血液の流入圧の変化が問題となるが, 消化管の栄養動脈への血液流入圧の変化は, 腹部大動脈圧の変化で代用し得るものと考え, 腹部大動脈圧を持続的に測定した.

III. 実験結果

1. 胃管作製による心拍出量および大動脈圧の変化

pentobarbital sodium $25 mg/kg$ 静脈麻酔下における各群の平均心拍出量は, 表1の如く各群ともばらつきが大

表1 Mean Cardiac Output

	ml/min	ml/kg/min
Control	2090 ± 360	198 ± 45
Type I	2240 ± 520	187 ± 30
" II	1910 ± 240	187 ± 43
" III	2300 ± 430	185 ± 58

大きく、著明な差は認められない。単位体重当りの心拍出量の平均値を求めてみると、対照群に比較して胃管群 (Type I ~ III) は心拍出量は少ない傾向が認められるが、各胃管群の間に差はない。また microsphere 注入時の大動脈圧は、各群の間に差は認められない。

2. 対照群における各消化管の血流分布について

対照群において、食道、胃、十二指腸、小腸、大腸の平均血流分布率をみると表2の如く、消化管では小

表2 Mean Blood Distribution & Perfusion Rate of Alimentary Tract

	Control Group distribution rate	perfusion rate	Gastric Tube G. perfusion rate
Esophagus	0.1102 ± 0.0029 %CO	0.0073 ± 0.0021 %CO/g	—
Stomach	2.6261 ± 0.7193	0.0384 ± 0.0121	—
Duodenum	1.4163 ± 0.5126	0.0606 ± 0.0103	0.0512 ± 0.0116 %CO/g
Small Intestine	7.6251 ± 2.6118	0.0486 ± 0.0085	0.0412 ± 0.0098
Large Intestine	2.9326 ± 0.9871	0.0665 ± 0.0196	0.0600 ± 0.0142

腸が7.6251±2.6118% CO (CO : cardiac output) と最も多く、食道が0.1102±0.0029%CO と最も少ない。次に単位重当りの血流分布率 (perfusion rate) を比較してみると、食道は平均0.0073±0.0021% CO/g、胃0.0384±0.0121% CO/g、十二指腸0.0606±0.0103% CO/g、小腸0.0486±0.0085% CO/g、大腸0.0665±0.0196% CO/gと食道の血流が非常に少なく、十二指腸および大腸の血流が消化器の中では良好である。

3. 対照群における食道の血流分布について

対照群における食道全体の血流分布率は0.1102±0.0209% CO であるが、食道を上中下に3等分してみると、平均血流分布率は図3、表3の如く、下部食道ほど血流分布率は高く、perfusion rate でみても下部食道の

図3 Perfusion Rate of Esophagus

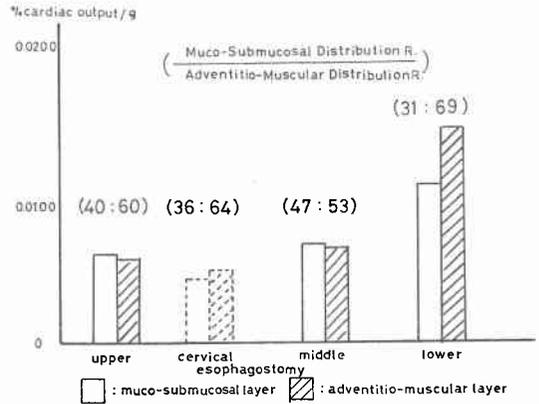


表3 Mean Esophageal Blood Flow in Control Group

	Distribution Rate	Perfusion Rate
upper	0.0303 ± 0.0107 %CO	0.0055 ± 0.0022 %CO/g
middle	0.0396 ± 0.0099	0.0070 ± 0.0026
lower	0.0582 ± 0.0131	0.0148 ± 0.0089

CO : Cardiac Output

血流が良い。さらにこれらを粘膜—粘膜下層 (m-sm)、外膜—筋層のa-mp) 別の perfusion rate からみると下部食道ほど a-mp の血流が良好である。因みに胃管群において頸部外食道瘻とした食道では m-sm 0.0048±0.0012% CO/g, a-mp 0.053±0.0018% CO/g であり対照群における上部食道のそれらと大差ない。また全層を100とした場合の m-sm と a-mp の血流分布比は上部40 : 60、中部47 : 53、下部31 : 69で、食道下部において a-mp の血流の占める割合の大きいことが目立つ、一方頸部外食道瘻とした場合のそれは36 : 64であった。

4. 対照群の胃および胃管の血流分布について

まず胃および胃管全体の血流分布率の平均値をみると、対照群の胃では前述の如く2.6261±0.7193% CO であるのに比較して、大部分右胃大網動脈で栄養され、胃の一部が切除された胃管群では、Type I 1.0683±0.0532% CO, Type II 0.6797±0.3080% CO, Type III 0.5742±0.1861% CO と低値を示している。perfusion rate でみると Type I 0.0118±0.0064% CO/g, Type II 0.0139±0.0018% CO/g, Type III 0.089±0.0042% CO/g と対照群の0.0384±0.0121% CO/g に比して胃管では血

表4 Mean Distribution & Perfusion Rate in Stomach and Gastric Tube

distance from Pylorus	Control	Type I	Type II	Type III
0-3 cm	03287 ± 00967 (00802 ± 00169)	01193 ± 00461 (00247 ± 00101)	01428 ± 00378 (00230 ± 00112)	01354 ± 00412 (00198 ± 00099)
3-6	04030 ± 01261 (01259 ± 00219)	01046 ± 00389 (00229 ± 00079)	01313 ± 00388 (00215 ± 00098)	01430 ± 00486 (00281 ± 00121)
6-9	01295 ± 00418 (00301 ± 00095)	00546 ± 00211 (00115 ± 00041)	00767 ± 00311 (00154 ± 00061)	00835 ± 00309 (00130 ± 00068)
9-12	01480 ± 00629 (00231 ± 00083)	00520 ± 00188 (00101 ± 00046)	00746 ± 00232 (00111 ± 00039)	00554 ± 00168 (00072 ± 00042)
12-15	01635 ± 00842 (00259 ± 00091)	00403 ± 00126 (00070 ± 00029)	00668 ± 00144 (00104 ± 00033)	00409 ± 00201 (00061 ± 00031)
15-18	01126 ± 00462 (00166 ± 00067)	00315 ± 00101 (00055 ± 00031)	00623 ± 00183 (00084 ± 00030)	00214 ± 00098 (00053 ± 00026)
18-21	00716 ± 00402 (00165 ± 00071)	00212 ± 00052 (00041 ± 00023)	00587 ± 00162 (00068 ± 00021)	00147 ± 00067 (00053 ± 00026)
21-24	00563 ± 00211 (00143 ± 00062)	00187 ± 00098 (00040 ± 00021)	00425 ± 00141 (00059 ± 00024)	00140 ± 00049 (00041 ± 00019)

% Cardiac Output
(% Cardiac Output/g)

流が悪く、各胃管群の間では Type II において最も血流は良好で、Type III が多少これに劣る。対照群の胃および Type I 群の胃管を Type II および III 群と同じように大弯側に沿って形成し、幽門輪から 3 cm 間隔で測定してみると、対照群の血流分布は幽門輪に近い前庭部が高く、これより隔つた穹窿部で低いことがわかる(表4)。また m-sm, s-mp 別の perfusion rate および全層を100とした場合の層別血流分布比でみると、対照群では前庭部 m-sm の血流が s-mp に比して非常に良好であるのに対し、穹窿部では両者の差は少くなる。(図6)。胃管群では、対照群に比較して、どの部分の血流量も少なく、各胃管群の間では、Type I および II では胃管先端にいくにしたがい血流が徐々に減少するのに対し、Type III では対照群と同様に幽門輪から 6 cm ぐらいのところまで一度血流が増加し、その後先端にいくにしたがい漸減する傾向が認められる。また胃管先端の全層の血流は Type II 群において最も良好である(表4)。次に胃管群の m-sm, s-mp 別に、perfusion rate をみると、図4、5の如く、m-sm においては対照群に比較して胃管群では著しく低値を示しているのに対し、s-mp では幽門輪に近い部位において、胃管群の方がむしろ対照群よりも高値を示している。また胃管先端においては、m-sm にみられるほど対照群と胃管群の間に差はない。s-mp の perfusion rate は各胃管群の間で大差はないが、m-sm においては Type II の perfusion rate が胃管先端にいくにしたがって、Type I および III に比較して高い。しかし

図4 Mean Perfusion Rate of Muco-submucosal Layer(%Cardiac Output/g)

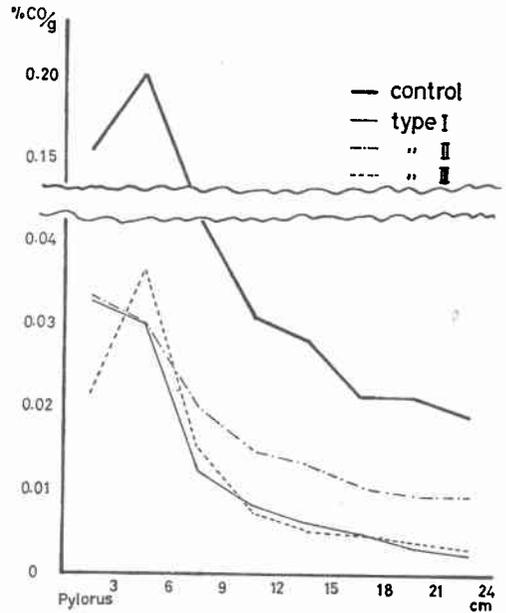
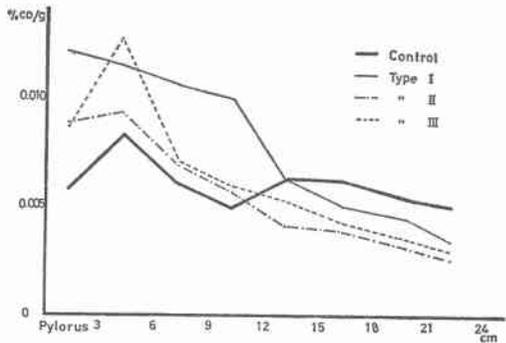


図5 Mean Perfusion Rate of Sero-Muscular Layer (% cardiac output/g)

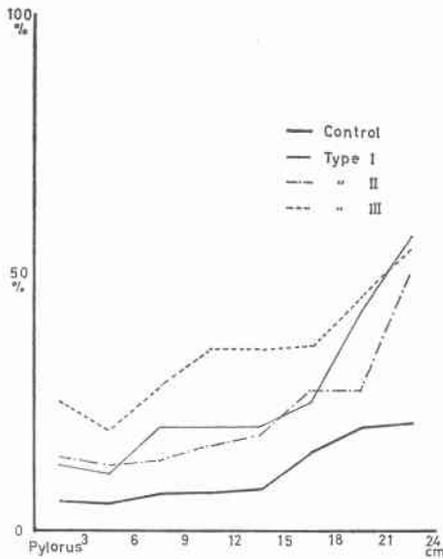


Type I と Type III の間には差がない。全層血流量を100とした場合の、m-sm, s-mp の血流分布比をみると、胃管群においては対照群よりも、s-mp 血流の占める割合が大きく、この傾向は胃管先端にいくに従い著明である(図6)。

IV. 実験結果の総括

胃から胃管を作製した場合、いかなる胃管においても血流量は著明に減少し、また、この傾向は胃管先端にいくにしたがって著明となる。さらに胃管血流量を粘膜一粘

図6 Segmental Distribution Ratio
Muco-Submucosal D.
Sero-Muscular D.



膜下層、漿膜一筋層別にみると、胃管を作製した場合、正常胃に比較して、粘膜一粘膜下層の血流量は著しく減少するのに対し、漿膜一筋層の血流量減少は比較的少ない。胃管の粘膜一粘膜下層の血流量は胃管先端にいくにしたがい急激に減少するのに対し、漿膜一筋層の血流量は胃管先端でさほど減少しない。いわゆる全胃管、大弯側形成胃管、山岸式胃管^{9) 7)}の間で血流量減少の程度を比較すると、胃管先端の血流は大弯側形成胃管が最も良い。また山岸式胃管の如く、大弯側形成胃管と十二指腸との間を切離した形の胃管でも、胃管の血流は全胃管と比較して遜色はない。食道の血流は、一般に下部にいくほど良好である。また頸部外食道瘻造設のため、周囲から剝離、転位された上部食道の血流量は、正常状態における同部位の血流に比し、とくに減少しない。

V. 考 察

William Harvey の時代から数多くの血流測定に関する研究がなされているが、今回われわれが胃および胃管の血流測定に用いた microsphere 法は、Prinzmetal が人の心臓の shunt の検査にガラス球を使用したのに始まり、Rudolph and Heyman⁹⁾、Neutze⁹⁾、Forsyth¹⁰⁾、らによつて確立された方法であり、3つの仮定から成り立っている。すなわち① microsphere は均一に血流と混ざりあい、rheological に赤血球と同様に取扱うる

こと。② microsphere が血流を変化させないこと。③ microsphere が arteriole に impact した後は血中に存在しないこと。の3つである。①の mixing の問題に関しては、Two¹¹⁾ and Wagner¹²⁾ が label した microsphere と label した赤血球を同時に注入し、分布率を比較した結果、両者のそれは同じであつたと報告しており、一方 Sibata and Macleam¹³⁾ とも同様に肺における両者の分布率は同じであつたと述べている。また Kaihara¹⁴⁾ とも二種の異つた核種を label した microsphere を5～8分間隔で注入し、分布率を比較検討した結果、2つの分布率には差は認めなかつたと報告しており、Mixing に関してはさほど問題はないと思われる。②の microsphere 自体が血行動態を変えるか否かに関して、Johnson⁷⁾ らは、多量の microsphere は血行動態を変化させると述べているが、前述の Kaihara¹⁴⁾ らは2種の microsphere を連続して注入しても2つの microsphere の分布率が変らないことから血行動態を変化させないとしており、適当量を使用すればほとんど障害はないものと考えられている。③の microsphere が組織に impact した後、血中に存在するか否かの問題に関しても Wagner¹²⁾ らは全く問題はないと述べている。これらの問題の他に microsphere 法による血流測定では、使用する microsphere の大きさが問題となるが、福島¹⁵⁾、Kennedy and Japlin¹⁶⁾ は25±5 μの microsphere では、組織の infarction の症状は起らないと報告しており、今回われわれの使用した microsphere (φ25±5 μ) では大きさの点でも問題ないものとする。microsphere 法と他の血流測定法とを比較した研究として、Rudolph and Heyman⁹⁾ の臍帯静脈の血流量を本法と電磁流量計を用いて測定、比較したものがあるが、彼らの報告をみると、これら2つの方法による測定結果はよく一致している。以上より、今回われわれが用いた microsphere 法は本研究において組織血流量を測定するのに十分信頼し、応用し得る方法と考えられる。正常犬における臓器血流分布に関する報告としては、Delaney and Custer¹⁸⁾ の Rb⁸⁶ clearance 法によるものがある。彼らによると心拍出量に対する消化管血流分布率は、胃1.90±0.26% CO、小腸6.48±0.61% CO、大腸1.62±0.48% CO とわれわれの実験結果に比して多少低い値のように思われるが、ほぼ一致している。また彼らは食道の perfusion rate を0.21±0.03ml/min/g と報し、われわれの測定値0.15±0.04ml/min/g より高値であるが、これは彼らの血流測定を行つた食道が、食道噴門接合部より4～6 cm 口側

の比較的血流の良い下部食道であるためと思われる。われわれの実験では、上部食道は中下部食道に比べて *perfusion rate* が低いという結果が得られたが、この事実は、上部食道を用いて食道胃管吻合を行う胸骨前皮下経路の食道再建術に縫合不全が多発する原因の1つを説明するものと考えられる。

また対照犬の頸部食道と、頸部外食道瘻とした胃管群の頸部食道との間で *perfusion rate* に著明な差が認められないことから、二期手術によつて胃管を頸部に挙上し、食道胃管吻合を行った場合、循環障害で問題となるのは手術操作により引き起された食道側ではなく胃管側の循環障害であるといえる。われわれが臨床例において経験する胃管循環障害の主な原因としては、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こと。② 迷走神経が胸部で切断されていること。③ 胃管作製上胃の一部が切除され機械的刺激が加わることなどが考えられる。迷走神経切断が胃の血液循環動態に与える影響については、数多くの報告があるが、これらは Ballinger¹⁹⁾、Padula²⁰⁾、Bell²¹⁾、Peter²²⁾らの如く迷切により腹部臓器血流は一過性に著明な減少を示すとするものと、Folkow²³⁾、Kewenter²⁴⁾、Tibblin²⁵⁾、Devenport²⁶⁾らのように迷切を行つても腹部臓器血流は不変であるとするものの2つに大別される。また横隔膜上迷走神経切断と横隔膜下迷走神経切断とは腹部臓器血流におよぼす影響が全く異なるとする説もある。すなわち横隔膜上迷走神経切断では腹部臓器血流は一過性に増加し、横隔膜下迷走神経切断では一過性に減少するとするものである。この現象を説明し得る報告として、Hillarp²⁷⁾は横隔膜直上の迷走神経には *adrenergic fiber* が含まれているとし、また Kewenter²⁴⁾は横隔膜直上で迷走神経を切断し、断端に周波数および振幅の異なる電気刺激を与えると、小腸の血流は増加する場合と減少する場合があると報告している。いずれにしても迷走神経切断の腹部臓器血流におよぼす影響についてはまだ定説はないが、一過性であることだけは事実であり、われわれが食道再建を行う場合、胸部食道切除の際の迷走神経切断の再建臓器に対する影響がなくなった時期に再建を行う二期分割手術が、再建臓器の血流からみて有利であると考えられる。われわれの実験でも、対照群よりも胃管群の心拍量が低下し、また胃管群において、十二指腸、小腸、大腸の *perfusion rate* は対照群のそれらに比較して減少しており、これらの変化には一部迷走神経切断の影響が考えられる。しかしながら、迷走神経切

断による消化管血流量減少の原因については、相対的に起こる交感神経緊張状態によるとする考えと、消化管運動減弱による二次的血流減少であるとするものがあり真の原因は不明である。次にわれわれの実験で正常胃を胃管とした場合、漿膜—筋層の血流量に著変をみないにもかかわらず、粘膜—粘膜下層の血流量が著明に減少する傾向がみられ、しかもこの粘膜—粘膜下層血流量の占める割合は漿膜—筋層に比較して胃管先端にいくにしたがい少なくなるという現象がみられた。この現象は、われわれが食道再建を行う場合、胃管の血流状態を漿膜面からのみ判断しがちであるが、消化管吻合において組織の癒合には粘膜—粘膜下層が最も重要なはたらきをするとされていることと考へ合せ、漿膜面と同時に血流減少をきたしやすい粘膜面から観察することの重要性を示唆するものとする。正常の胃を胃管とした場合、*perfusion rate* は著明に低下することは事実であり、血流量の低下は胃管作製上さげえないものとする。そこで現在主として食道再建に使用されている三種類の胃管を血流面から比較してみると、前述の如く、全胃管よりも大弯側形成胃管の血流は良好である。これは筋層の厚い小弯側を可及的大きく切除することによつて、右胃大網動脈に依存する限定された血流で栄養される胃管体積が減少し、その結果として、*perfusion rate* が良くなるものと考えられる。したがつて全胃管に比較して大弯側形成胃管は長い胃管が作製可能なばかりでなく、血流の面からみても食道再建にとつて有利である。また山岸名誉教授²⁸⁾²⁹⁾によつて考案された、十二指腸から切離された大弯側形成胃管を、右胃大網動脈の自然の弛みを応用して挙上する方法でも、これを十二指腸との連続性を保つたいわゆる大弯側形成胃管に比較すれば多少その血流量は減少するものの、全胃管に比べれば遜色のない比較的良好な血流が保たれている。この点、胃管がとどきにくい時や、胃管先端の切除ののぞましい一部の症例には推奨される方法と考へる。次に組織においてどの程度血流障害が起こると吻合部の縫合不全が発生するかが重要な問題となるが、間嶋²⁸⁾は P³² 標識赤血球を用いて、Kirschner-中山式胃管の血流量を測定した結果、正常部血流量の約70%以下になると壊死になる可能性があり、さらに55%以下になると完全に壊死になると述べており、木村²⁹⁾も血流量と漿膜面組織酸素分圧から実験的に検討し、血流が50.7%以下になると組織酸素分圧は0となり、この値が縫合不全を起す血流減少の限界であろうと推測している。しかしながらわれわれの実験では、胃管

群の血流量は比較的血流の良好な幽門輪に近い部位で、対照群に比較して平均40.3%、最も血流量の少ない胃管先端で35.0%の減少を示しているが、これらの胃管全体が壊死に陥ることは考え難く、また他の実験において同様の胃管を胸骨前皮下に埋没して長期に観察を行つた結果、胃管の大部分が壊死に陥つた例はないことから血流低下がある程度時間持続するとはじめて壊死が起こるものと推測される。次に犬を用いて胃および胃管の血流を論ずる場合、ヒトと犬の胃に対する血管支配の解剖学的差が問題になってくるが、犬においては人に比較して、左胃動脈が食道胃接合付近で流入していること、また短胃動脈および左胃大網動脈が右胃大網動脈より発達していることなどから、左胃動脈を切離し、さらに脾動脈が切離されて左胃大網動脈の血流が低下した胃および胃管においては、人と比較して、胃体部および胃穹窿部の血流はより著しく低下しているものと考えられ、人においては、犬における実験結果より良好な血流が得られているものと思われる。食道再建の場合、頸部における食道胃管吻合の縫合法によつてもこの部分の血流状態は変化するものと考えられ、今回の実験結果からは血流量の多い粘膜-粘膜下層に対して損傷の少ない縫合法が適当と思われる。この点に関して寺田³⁰⁾は吻合部の色素注入造影による血流状態の観察から、また藤塚³¹⁾は粘膜下層における浮腫発生の観点から内臓2層縫合法は他の縫合法に比較して吻合部の虚血が強いと述べているが、食道再建における食道胃管吻合の成立には吻合部の緊張に対する組織の抗張力の点も考慮されなければならない、簡単に結論を出すことは困難であるが、この点についても今後実験を重さね検討してきたい。

VI. 結 語

いわゆる全胃管、大弯側形成胃管、山岸式胃管を犬において作製し、Sr⁸⁵-carbonized-microsphereを用い胃管血流量を測定し、比較検討した結果以下の結論を得た。

① 三種の胃管の中では、大弯側形成胃管の血流が最も良く、胃管先端の血流を増加させるには、胃管を大弯側に沿つて可及的に細くし、結果として小弯側を大量に切除することが重要である。

② 大弯側形成胃管を十二指腸から切離しても胃管血流に著明な変化のないこのことから、食道再建時、必要な長さの胃管を作製したのち胃管先端の血行に不安を感じた場合は、胃管と十二指腸を切離して、胃管の挙上を容易にし、胃管先端の循環障害の部分を十分切除して食道胃管吻合を行うことが合理的かつ有用である。

③ 胃管の血流低下は、漿膜-筋層よりも吻合部癒合に最も重要な粘膜-粘膜下層に著明であり、吻合時には血流の状態を漿膜面よりもむしろ粘膜面から観察判定することが重要である。

稿を終るに臨み、ご指導、ご校閲を賜つた土屋周二教授に深甚なる感謝を捧げる。

本論文の主旨は、第8回日本消化器外科学会において報告した。

文 献

- 1) N. Ikeda, T. Yonezawa, et al.: Two-stage operation using an isoperistaltic gastric tube for cancer of the thoracic esophagus., *Chir. Gastroent.*, **9**: 196, 1975.
- 2) 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, 1974.
- 3) 池田典次, 米沢 健ほか: 術後肺合併症からみた上中部食道癌手術のあり方について. 日外会誌, **74**: 1139, 1973.
- 4) 米沢 健ほか: 胸部食道癌手術における長期術後管理, 特に教室の手術法(胸腹部食道切除+順蠕動性胃管による胸骨前再建)における特殊性. 日外会誌, **76**: 196, 1975.
- 5) 山岸三木雄ほか: 胃管を用いた代用食道の経験と創意. 日外会誌, **68**: 1074, 1967.
- 6) 山岸三木雄ほか: 順蠕動性胃管を用いた新しい食道再建法. 外科診療, **11**: 67, 1969.
- 7) Yamagishi, M., et al.: An isoperistaltic gastric tube, *Arch. Surg.*, **100**: 689, 1970.
- 8) Rudolph, A.M., et al.: The circulation of the fetus in utero. *Circ. Res.*, **21**: 163, 1967.
- 9) Neutze, J.M., et al.: Use of radioactive microspheres to assess the distribution of cardiac output in rabbits., *Am. J. Physiol.*, **215**: 486, 1968.
- 10) Forsyth, R.P., et al.: Normal distribution of cardiac output in the unanesthetized rhesus monkey. *J. Appl. Physiol.*, **25**: 736, 1968.
- 11) Two, D.E., et al.: Validity of using regional pulmonary arterial blood flow with macroaggregates of human serum albumin. *Am. J. Roentg.*, **96**: 664, 1966.
- 12) Wagner, H.N., et al.: Studies of the circulation with radioactive microspheres. *Invest. Radiol.*, **4**: 374, 1969.
- 13) Shibata, H.R. and MacLean, L.D.: Blood flow in tumors. In *Progress in Clinical Medicine*. I.M. Arieli. ed. **33**, 1966.
- 14) Kaihara, S., et al.: Measurement of the distribution of cardiac output. *J. Appl. Physiol.*, **25**: 696, 1968.
- 15) 福島恒男: 迷走神経切断後の腹部臓器血流量に

- 関する実験的研究。日消外会誌, 6: 319, 1973.
- 16) Kennedy, J.C. and Japlin, G.V.: Shunting in cerebral microspheres. *Am. Surg.*, **33**: 763, 1967.
 - 17) Johnson, D.E., et al.: Aggregated albumin labeled with various radioisotopes. In *Radioactive Pharmaceuticals*, Anderson G.A., et al, ed. CONF-65111, United States Atomic Energy Commission, Division of Technical Information, Springfield, Virginia, 1966.
 - 18) Delaney, J.P. and Custer, J.: Gastrointestinal blood flow in the dog., *Circ. Res.*, **17**: 394, 1965.
 - 19) Ballinger, W.F., et al.: Mesenteric blood flow following total and selective vagotomy, *Surg.*, **57**: 409, 1965.
 - 20) Padula, R.T., et al.: Vascurarity of the mucosa of the small intestine after vagotomy and splanchinectomy. *Surg. Gyne. & Obst.*, **127**: 41, 1968.
 - 21) Bell, P.R., et al.: Effect of vagotomy on gastric mucosal blood flow, *Gastroent.*, **54**: 1032, 1968.
 - 22) Peter, E.T., et al.: Effect of vagal and sympathetic stimulation and ablation on gastric blood flow, *J.A.M.A.*, **183**: 1003, 1963.
 - 23) Folkow, B.: Regional adjustment of intestinal blood flow, *Gastroent.*, **52**: 423, 1967.
 - 24) Kewenter, J.: The vagal control of jejunal and ileal motility and blood flow. *Acta. Physiol. Scand. Suppl.*, **251**: 1, 1965.
 - 25) Tibblin, S.: The influence of vagotomy on superior mesenteric artery blood flow, *Surg. Gyne. & Obst.*, **129**: 1231, 1969.
 - 26) Davenport, H.W.: *Physiology of the digestive tract*. Second edition, Year Book Medical Publishers Inc. Chicago, 1966.
 - 27) Hillarp, N.A.: Peripheral autonomic mechanisms, "Handbook of Physiology" Sec 1.2, 979, Williams and Wilkins, 1960.
 - 28) 間嶋正徳: 胸部前食道・胃または食道・空腸吻合創の治癒機転の研究—とくに胸廓前移植胃・空腸管に発生する壊死機転について。日本外科宝函, **28**: 1766, 1959.
 - 29) 木村嘉憲: 有茎腸管の血行動態および血行遮断の限界についての実験的研究。日外会誌, **73**: 449, 1972.
 - 30) 寺田和彦: 縫合操作に伴う食道胃吻合部の血流障害について。日胸外会誌, **18**: 824, 1970.
 - 31) 藤塚立夫: 食道吻合における各種縫合法の実験的検討。日胸外会誌, **17**: 1141, 1969.