

## 食道再建用胃管の血行動態に関する実験的研究

山口大学医学部外科学教室第2講座（指導：石上浩一教授）

佐々木 薫

〔原稿受付：昭和59年12月1日〕

### Experimental Studies on Hemodynamics of the Gastric Tube for Esophageal Reconstruction

KAORU SASAKI

The Second Surgical Division, Yamaguchi University School of Medicine  
(Director: Prof. KOICHI ISHIGAMI)

The hemodynamics of the gastric tube for esophageal reconstruction relating to the anastomotic breakdown at the esophagogastric anastomotic region were investigated in experimental dogs using hydrogen gas clearance flowmeter.

The results are as follows:

- 1) The tissue blood flow at the tip of the gastric tube was most abundant in the tube created from one-third of the stomach along the greater curvature, as compared with those of the whole stomach and the gastric tube created from two-thirds of the stomach along the greater curvature.
- 2) When the blood circulation was impaired at the tip of the gastric tube, end-to-end anastomosis after resecting the portion with impaired blood flow was better than end-to-side anastomosis. When the blood circulation was good enough at the tip of the gastric tube with narrow width, end-to-end anastomosis was better than end-to-side anastomosis.
- 3) The anastomotic stoma should be made over 3 cm apart from the tip of the gastric tube, when end-to-side anastomosis was performed.
- 4) When the overtension was imposed on the tip of the gastric tube, the blood flow at the tip of the gastric tube was impaired.
- 5) When the gastric tube was brought upwards antethoracically, the tissue blood flow at the tip of the gastric tube was disturbed and venous pressure of the left gastroepiploic vein, which was elevated together with the gastric tube, was increased.

From these results, the hemodynamics of the gastric tube were analyzed and some valuable knowledges were obtained in preventing the esophagogastric anastomosis from anastomotic breakdown.

Key words: Gastric tube, Esophagogastric anastomosis, Hydrogen gas clearance method, Tissue blood flow.

索引語：食道再建用胃管，食道胃吻合，水素ガスクリアランス法，組織血流量。

Present address: The Second Surgical Division, Yamaguchi University School of Medicine, Ube, Yamaguchi 755, Japan.

## はじめに

食道癌に対する外科的療法は気管内麻酔、抗生物質、高カロリー輸液をはじめとする輸血液、外科技術などの進歩と共に近年急速に発達し、一般に普及するようになり、術後直接死亡率は5～6%に低下し、術後5年生存率も20%をこえるまでに向上してきた。さて食道癌手術の術後合併症として、最も高率に発生し、直接死亡につながるものとして、吻合部縫合不全および肺合併症の両者がある。このうち吻合部縫合不全は手術手技の進歩、術前・術中・術後の管理などの進歩によって減少の傾向にあるが、肺合併症は各種管理の進歩にもかかわらず、手術適応やリンパ節郭清の拡大などによってなお高率に発生している。吻合部縫合不全の発生には多くの局所のおよび全身的因子が関係しているが、最も重視すべきものは食道再建用胃腸管の血行障害と吻合部に及ぶ過緊張である。食道再建用胃腸管の血行動態については、われわれは早くから<sup>32</sup>P標識赤血球、電磁血流計などを用いて検討を行ってきたが、最近水素ガスクリアランス法<sup>9)</sup>の開発によって組織血流量の測定が可能となったので、著者は主として食道再建用胃管について、胃管の大きさ、さらに従来検討が十分なされていない、食道と胃管との吻合の型式、胃管への緊張の負荷などについて、これらと胃管の血行動態との関連について検討を加えた。

## 実験方法

### (1) 実験動物および麻酔法

雑種成犬(体重6～18kg)を用い、ペントバルビタールナトリウム(ネプタール®, Abbott Laboratories) 25mg/kgで静脈麻酔ののち、気管内挿管を行い、人工呼吸器による調節呼吸を行った。実験中は、大腿動脈に21Gエラスト針を挿入し、圧力トランスデューサー(Gould Statham Instruments Inc., P23ID)とポリグラフを使用して動脈圧を測定・記録した。

### (2) 水素ガスクリアランス法による組織血流量の測定

水素ガスクリアランス式組織血流計(Unique Medical Co. Ltd., PHG-201)とワイヤ型白金電極(Unique Medical Co. Ltd., UHE-201)を用い、開腹後、電極を測定部位に刺入・固定した。水素ガスは10%濃度で気管内チューブを介して吸入させ、得られたクリアランス曲線から組織血流量を算出した。

### (3) 左胃大網静脈圧測定法

胃管作成に際して、胃大彎側の血管を損傷せぬように摘脾を行ったのち、左胃大網静脈を短胃静脈との連続性を保ったまま、脾静脈から切離し、その胃管側断端を圧力トランスデューサー(Gould Statham Instruments Inc., P23ID)に接続し、ポリグラフを用いて、門脈の高さを基点として静脈圧を測定した。

#### 実験1. 各種大きさの胃管先端部の組織血流量の検討 (n=6)

開腹後、右胃大網動脈最終枝より3cm口側で胃の長軸と直交する線上において、これを3等分したおのおのの midpoint のうち、大彎側寄りの2点をそれぞれP点およびQ点とし、この2点の粘膜下層に電極を刺入・固定した。電極固定後、図1に示すように4種類の胃管を順次作成した。すなわち、左胃動静脈、左胃大網動静脈および短胃動静脈を結紮・切離し、噴門において食道との連続性を断断したものを“全胃管A”，これから右胃動静脈を幽門輪の部で切離したものを“全胃管B”，さらに胃小彎側1/3を切除したものを“大彎側2/3胃管”，胃小彎側2/3を切除したものを“大彎側1/3胃管”とした。これらの胃管において、P点およびQ点の組織血流量を同時に測定・記録した。

#### 実験2. 吻合型式による胃管吻合部組織血流量の検討

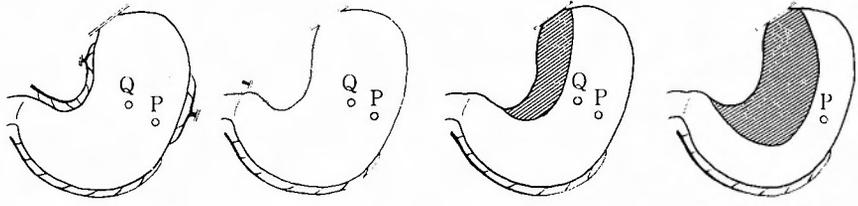
##### (i) 端側吻合と端々吻合の比較 (n=7)

先端から6cm幽門側まで右胃大網動静脈が分布している大彎側2/3胃管において、先端から6cmの後壁中央に、長さ1.5cmの端側吻合用切開を加え、同部を縫合・止血し、その1.5cm幽門側(a点)と先端側(b点)の後壁粘膜下層組織血流量を測定した。次に胃管先端部6cmを切除した端々吻合用断端から1.5cm幽門側の前壁(c点)・後壁(d点)の粘膜下層組織血流量を測定した(図2)。

なお、a点とd点は同一部位であり、食道との吻合時には、端側吻合では食道後壁とa点、食道前壁とb点か、また端々吻合では食道後壁とd点、食道前壁とc点が吻合されることになる。

##### (ii) 右胃大網動脈枝の分布様式による比較

右胃大網動脈枝が胃管先端より6cm幽門側まで分布する大彎側2/3胃管(I群; n=6)と、右胃大網動脈枝が胃管先端まで分布する大彎側2/3胃管(II群; n=5)において、それぞれ胃管先端から6cm幽門側後壁に長さ1.5cmの吻合用切開を加え、前・後の吻合創



全胃管 A      全胃管 B      大彎側  $\frac{2}{3}$  胃管      大彎側  $\frac{1}{3}$  胃管  
 左胃動静脈切離      右胃動静脈切離      小彎側  $\frac{1}{3}$  切除      小彎側  $\frac{2}{3}$  切除  
 左胃大網動静脈切離  
 短胃動静脈切離  
 噴門において離断

図1. 各種の大きさの胃管先端部 (P点およびQ点) の組織血流量の測定

より 1.5 cm 先端側 (R点) および幽門側 (S点) の粘膜炎下層組織血流量を測定し、さらに胃管先端から 3 cm および 6 cm の部を切除した時の R点および S点の組織血流量を測定した。なお I 群, II 群とも 6 cm 切除では R点での測定は不能で、大彎側 2/3 胃管の平均横径は 4 cm であった。

(iii) 端側吻合における吻合用切開創の作成が胃管先端部血流量に及ぼす影響 (n=8)

右胃大網動脈枝が胃管先端まで分布する大彎側 2/3 胃管において、図 3 のように、先端から 1.5 cm の前壁中央の粘膜炎下層に固定し、吻合用切開を加える前の組織血流量を測定したのち、電極から 4.5 cm, 3 cm, 1.5 cm 幽門側の胃管前壁を順に全層にわたり横軸切開・縫合したときの組織血流量を順次測定した。なお、吻合用切開は胃管長軸と直角に、ほぼ胃管巾の全長にわたる切開とした。

実験3. 胃管に対する荷重負荷が胃管先端部組織血流量に及ぼす影響 (n=6)

右胃大網動脈最終枝が胃管先端より 3 cm 幽門側まで分布する大彎側 2/3 胃管を作成し、胃管先端より 1.5 cm 幽門側の前壁中央粘膜炎下層および筋層に電極を固

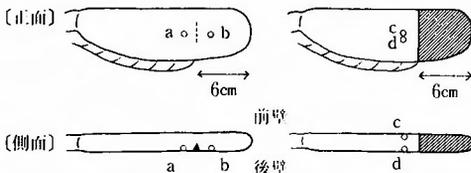


図2. 端側吻合および端々吻合における吻合部組織血流量の検討  
 左は後壁を切開・縫合し端側吻合を、右は斜線部を切除・縫合し端々吻合を想定した。

定し、胃管を腹腔内に留置したとき、胸壁前に挙上したとき、胸壁前で胃管先端部に 250 g および 500 g の重りを滑車を介して負荷したときの、粘膜炎下層および筋層の組織血流量を同時に測定した。

実験4. 胃管の胸壁前挙上が左胃大網静脈圧に及ぼす影響 (n=5)

開腹後、図 4 に示すように、左胃動静脈および脾動静脈を根部で切離し、胃小彎および大彎の血管網を温存して摘脾を行い、噴門において食道との連続性を遮断した“全胃管”を作成し、腹腔内に留置したとき、胸壁前に挙上したときの左胃大網静脈圧を測定した。次にこの“全胃管”の小彎側を 1/3 切除した“大彎側 2/3 胃管”を作成し、同様に左胃大網静脈圧を測定した。

実験5. 胃管作成後の胃管先端部組織血流量の経日的変化

血流測定部位を、右胃大網動脈より 3 cm 噴門側で 2 cm 小彎側の胃前壁粘膜炎下層とし、開腹後、無操作胃における同部の組織血流量を測定したのち、右胃大網

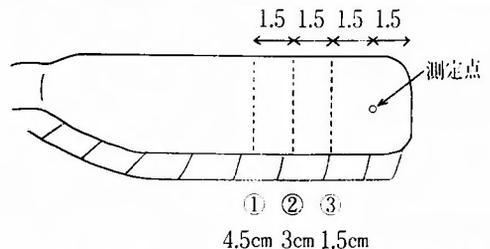


図3. 端側吻合用切開が胃管先端部血流量に及ぼす影響  
 胃管作成後、血流測定を行い、①・②・③の順に破線部を切開・縫合し、それぞれ胃管先端部測定点で血流測定を行った。

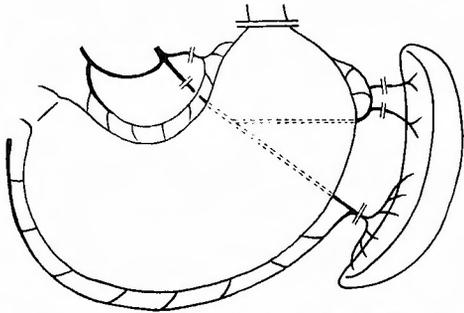


図4. 左胃大網静脈圧測定のための血管処理

動脈最終枝が胃管先端より6cm 幽門側まで分布する大彎側2/3胃管を作成し、再び同部の組織血流量を測定した。残胃は空腸とBillroth II法で吻合し、2群に分け、I群(n=6)は胃管作成後3日目に、II群(n=5)は7日目に麻酔下に再開腹して、同部位の組織血流量を測定した。

なお、統計学的有意差はStudent's t-testを用いて判定し、p-valueで表わした<sup>9)</sup>

実験成績

実験1. 各種の大きさの胃管先端部の組織血流量の検討

P点およびQ点における組織血流量は表1に示すとおりであった。

P点においては、全胃管A、全胃管B、大彎側2/3胃管の3種類の間に有意差はみられなかったが、大彎側1/3胃管では、他の3種類の胃管に比べて有意に高値を示した(p<0.01)。

また、Q点については、全胃管Aから小彎側血管網を切離して全胃管Bとすると、血流量は有意に減少した(p<0.01)が、大彎側2/3胃管では全胃管Bより増加(p<0.05)し、全胃管Aとの間に有意差はみられなかった。

表1. 各種の大きさの胃管先端部(P点およびQ点)における組織血流量

胃管の種類	P点	Q点
全胃管A	45.7±6.3	46.6±5.0
全胃管B	48.3±6.2	29.9±5.0
大彎側2/3胃管	51.2±6.3	44.4±6.0
大彎側1/3胃管	66.4±7.4	

Mean±SE (単位: ml/min/100g)

また、同一胃管についてP点とQ点の血流を比較すると、全胃管Aおよび大彎側2/3胃管の間では有意差はなかったが、全胃管BではP点の方が良好(p<0.05)であった。

実験2. 吻合型式による胃管吻合部組織血流量の検討

(i) 端側吻合と端々吻合の比較

a, b, c, d各点の組織血流量は、それぞれ42.3±4.0, 35.4±3.1, 41.9±2.9, 50.2±4.5 (Mean±SE) ml/min/100gであった。実際の食道吻合で食道前壁と縫い合わされるのは、端側吻合ではb点、端々吻合ではc点であり、食道後壁とは、それぞれa点、d点が縫い合わされるので、b点とc点、a点とd点の比較を行ったところ、c点ではb点より有意に高値(p<0.05)であり、d点ではa点より有意に高値(p<0.05)であった。

また、胃管の前・後壁を比較すると、後壁d点では前壁c点より有意に高値(p<0.05)であった。

(ii) 右胃大網動脈枝の分布様式による比較

R点およびS点における組織血流量は表2に示すとおりであった。

R点については、I群では吻合用切開の前・後で有意の減少(p<0.05)がみられたが、II群では有意差がみられなかった。また、両群とも先端を3cm切除しても、R点の血流量に有意の変化はみられなかった。

S点については、I群では先端6cm切除により、3cm切除に比べて有意の増加(p<0.01)がみられ、また吻合用切開後に比べても有意に増加(p<0.05)したが、II群では有意の変化はみられなかった。

同一胃管でのR点とS点を比較すると、I群では、切開後および3cm切除時にはR点の方が低値(p<0.05, p<0.01)を示したが、II群においては両者の間

表2. 右胃大網動脈枝の分布様式および吻合用切開の施行と胃管先端部(R点およびS点)における組織血流量との関連

	I群		II群	
	R点	S点	R点	S点
切開前	47.0±6.3	44.1±5.0	47.1±8.0	49.4±8.6
切開後	31.3±3.6	40.4±4.7	45.8±8.7	50.2±7.0
3cm切除	33.0±5.3	41.2±5.2	44.1±7.1	41.2±6.5
6cm切除	—	50.0±7.0	—	40.4±5.6

Mean±SE (単位: ml/min/100g)

表3. 胸壁前挙上・荷重負荷による胃管先端部組織血流量の変化

	粘膜下層	筋層
腹腔内留置	49.8±1.7	35.1±1.5
胸壁前挙上	38.3±3.8	28.2±2.7
250 g 荷重	30.7±1.8	24.9±1.9
500 g 荷重	26.8±2.4	22.6±1.6

Mean±SE (単位: ml/min/100 g)

に有意差はみられなかった。

iii) 端側吻合における吻合用切開創の作成が胃管先端部血流量に及ぼす影響

吻合用切開前, 4.5 cm, 3 cm, 1.5 cm 離れて切開したときの胃管先端部組織血流量は, それぞれ 61.0±2.2, 61.0±2.7, 56.4±3.5, 46.7±4.2 (Mean±SE) ml/min/100 g であった。胃管先端部測定点より 4.5 cm または 3 cm 離れて切開しても, 切開前に比べて有意の変化はみられなかったが, 1.5 cm だと有意に減少 ( $p<0.01$ ) した。

実験3. 胃管に対する荷重負荷が胃管先端部組織血流量に及ぼす影響

測定結果を表3に示す。

粘膜下層組織血流量は, 腹腔内留置時に比べ, 胃管の胸壁前挙上により有意に減少 ( $p<0.01$ ) し, また胃管先端部に 250 g および 500 g を荷重すると有意に減少 ( $p<0.05$ ,  $p<0.01$ ) した。

一方, 筋層組織血流量は, 胸壁前挙上により有意に減少 ( $p<0.05$ ) したが, 250 g 荷重時には胸壁前挙上時に比し, 有意差はみられなかった。しかし, 500 g 荷重時には減少 ( $p<0.05$ ) した。

同一状態における粘膜下層と筋層の組織血流量を比較すると, 粘膜下層は筋層よりも良好であり, また荷重負荷時の粘膜下層血流量の減少は, 筋層におけるそれよりも大となる傾向がみられた ( $p<0.10$ )。

実験4. 胃管の胸壁前挙上が左胃大網静脈圧に及ぼす影響

全胃管の腹腔内および胸壁前での静脈圧はそれぞれ 23.4±2.3, 29.2±2.5 (Mean±SE) cm H<sub>2</sub>O で, 大彎側2/3胃管のそれは, 21.2±2.7, 27.2±2.7 cm H<sub>2</sub>O であった。両胃管とも胸壁前では腹腔内に比べて, 有意に高値 ( $p<0.01$ ) を示したが, 胃管の位置が同じならば, 両胃管の間に有意差はみられなかった。

表4. 胃管先端部組織血流量の経日的変化

	I 群	II 群
無操作胃	73.6±3.2	78.4±4.1
胃管作成直後	39.0±4.5	42.5±4.8
術後3日目	41.4±3.9	—
術後7日目	—	57.3±2.9

Mean±SE (単位: ml/min/100 g)

実験5. 胃管作成後の胃管先端部組織血流量の経日的変化

測定結果を表4に示す。

胃管作成直後の胃管先端部組織血流量は無操作胃に比べ, 著明に減少し, I, II 群あわせると, 前値の53.6%となった。また I 群において, 術後3日目では直後に比べて有意の変化はみられなかったが, II 群において術後7日目には, 直後および I 群の3日目に比べて有意に増加 ( $p<0.05$ ) した。しかし, 無操作胃に比べると有意に低値 ( $p<0.01$ ) を示し, 無操作胃の血流量の73%であった。

## 考 察

食道癌切除後の再建用臓器としては, 胃を用いることが最も多く, 本邦で1977年に行われた全国集計<sup>20)</sup>では, 切除例601例のうち胃を利用した再建は503例(83.6%)とされている。

一方, 胸壁前食道胃吻合術は, Kirschner<sup>20)</sup> がはじめて成功し, 中山<sup>29)</sup> が食道癌術後の再建にこれを用いて以来, その安全性の高さから食道再建法の基本の一つとされているが, 食道胃吻合部縫合不全は, 胸骨後・前縦隔, 胸壁内・後縦隔などの他の再建経路に比べて高率に発生しており, 中山<sup>30)</sup>によれば, 胸骨後吻合17.7~36.4%, 胸腔内吻合6.5~17.5%に対して, 胸壁前吻合では46.6~91%とされている。イヌにおいても Postlethwait ら<sup>31)</sup> は, 食道胃吻合の機械的強度は, 他の消化管吻合に比べて弱いことを認めている。

食道胃吻合部の縫合不全の発生には, 多くの因子が関与していると考えられるが, 最も重視されているのは, 吻合部局所の血行障害および吻合部に及ぶ過緊張である。

Delaney ら<sup>6)</sup> は, <sup>86</sup>Rb クリアランス法によるイヌ消化管組織灌流率 (cc/min/g) は, 胃0.51, 十二指腸0.70, 小腸0.72, 結腸0.82に対して, 食道においては0.21と最も低値であると報告した。しかし食道の血流

は少ないとはいえ、Macmanus ら<sup>22)</sup>は、胸部食道周囲を全長にわたって剝離しても壊死は発生しなかったと述べており、石上ら<sup>17)</sup>は、食道は他の消化管に比し自己蛋白分解酵素カテプシン含有率や酸素消費量が少ないため、低酸素状態に抵抗性が強いとしている。また、丸山<sup>23)</sup>も microangiography による微細血管構築の検討から、食道壁内血管網は非常に発達して血行障害をおこしにくいとしており、吻合部局所の血流障害の縫合不全への関与は再建用胃管の側に求められることが多い。

胃管においては、各種移植経路への挙上、食道との連続性の遮断、栄養血管の一部が切離されること、さらには両側迷走神経の切離などが、吻合部局所の血流障害に影響していると考えられている。

一般に、消化管吻合部の癒合に関して、Halsted<sup>10)</sup>は吻合における支持力の主役として粘膜下層の重要性を指摘したが、その後の研究によってもその重要性が確認されている<sup>12)</sup>。丸山<sup>24)</sup>は、組織学的に粘膜下層は線維に富んだ結合織で、吻合の治癒過程でも炎症細胞浸潤や線維芽細胞の出現、毛細血管の新生などが最も盛んであるとし、市川<sup>14)</sup>は、生化学的にコラーゲン産生を示す hydroxyproline 含量は粘膜下層で多いとしている。

したがって、縫合不全発生に関係する胃管吻合部局所の血流を検討する上で、胃管粘膜下層の血流測定は不可欠であり、本実験においては、水素クリアランス法により組織血流量を測定したが、この方法は、消化管壁の層別の局所血流が同時に2カ所以上で、かつ反復して測定できる点で有利であると考えられた。

### (1) 胃管の大きさについて

再建に用いられる胃管の大きさに関しては、どのようなものが最も良好かという定説はまだないが、これまでも種々の検討<sup>11),15),37)</sup>がなされてきている。

Akiyama ら<sup>3)</sup>は、ヒト剖検胃の血管造影所見において、胃壁内動脈血管網の発達していることを示し、これを損傷せぬ胃管が最も良いとしており、丸山ら<sup>25)</sup>は、胃大網動脈枝のうちの long branch は、大彎と小彎の中間部で、最も発達した粘膜下層血管網に連絡していることを示し、この血管網を損傷せずしかも充分な巾をもつものとして、大彎側2/3胃管が有利であるとしている。鈴木・石上<sup>34)</sup>は、単位血管である空腸動静脈によって栄養される有茎空腸分節の血流量が、空腸分節の一部を切除し、血管床の一部を減少せしめることにより、いちじるしく増加することを認め、胃管につ

いても同様のことが成立すると考え、特に血行不良な部分を切除することが、残りの胃管血流量を増加させるものと考えた。杉町ら<sup>32)</sup>も、右胃大網動脈からの限られた血流を最も有効に利用するためには、支配領域を少なくした細い胃管が良いとしている。

著者の実験では、全胃管、大彎側2/3胃管、大彎側1/3胃管のうち、胃管先端部組織血流量は、大彎側1/3胃管で最も良好であった。また、小彎血管網を温存した全胃管から、小彎側血管網を切離すると、全胃管中央部の血行は不良となるが、血行不良となった小彎側1/3を切除すると、胃管先端部の血流量は、小彎血管網を温存した全胃管と同程度に回復することが示された。

### (2) 吻合型式について

最近、遠藤ら<sup>7,8)</sup>は、食道と胃後壁を端側吻合することにより、胸壁前食道胃吻合の縫合不全発生率を従来<sup>39)</sup>の39%から5%に減少させることができた<sup>40)</sup>と報告している。従来、胸壁前食道胃吻合部の縫合不全は、端側吻合より端々吻合に多く、しかもその大部分は前壁に発生する<sup>17)</sup>とされている。

縫合不全が前壁に多い原因のひとつとして、佃<sup>35)</sup>は、イヌにおいて<sup>32P</sup>標識赤血球を用い胃管先端部血流量を測定し、正常胃に対する血流比は前壁で57%、後壁で66%と減少しており、後壁よりも前壁の血流量が低いことを指摘しており、著者の実験でも、胃管前壁組織血流量は、相当部位の後壁より低値であることが確認された。

イヌにおいては、ヒトと異なり、右胃大網動脈は左のそれに比べて小さい<sup>41)</sup>ので、左胃大網動静脈を切離して胃管を作成すると、胃管先端部の血行は著しく不良となる。したがって、右胃大網動脈最終枝から胃管先端までの距離は、胃管先端部の血流を検討する上で、重要な因子となりうる。

著者はこの点を考慮し、右胃大網動脈枝の分布様式による比較も含めて、吻合型式に関する実験を行った。その結果、右胃大網動脈枝が先端まで分布しない胃管では、端側吻合切開を加えると、吻合創より先端側の血行が著しく不良となるので、端側吻合より端々吻合の方が有利と考えられた。一方、右胃大網動脈枝が先端まで分布する胃管では、端側吻合でも端々吻合でも胃管吻合部血流量はほぼ良好に保たれると考えられた。

また、吻合型式の選択においては、栄養血管の分布様式だけでなく、胃管の大きさも考慮する必要がある。右胃大網動脈枝が先端まで分布する胃管においても、胃管の巾に比べて大きな切開を加えると、胃管先端部

組織血流量は低下するので、細い胃管では端側吻合よりも端々吻合が有利と考えられた。また、端側吻合を行う場合、吻合用切開は胃管先端より3cm以上離れて加えることが望ましいと考えられた。

すなわち、単純に吻合型式のみを比較した実験成績からは、胃管吻合部組織血流量に関しては、端側吻合の方が端々吻合より有利であるという結論は得られなかった。したがって、胸壁前食道胃吻合部の縫合不全が端側吻合より端々吻合に多い原因については、吻合型式そのものではなく、吻合に付随する他の因子によることが示唆された。

### (3) 吻合部に対する過緊張の影響について

胸壁前食道胃吻合部の縫合不全が端々吻合の前壁に多い、もうひとつの原因として、吻合部前壁では後壁に比べて、解剖学的に牽引張力または緊張がかかり易いことが考えられている。

吻合部に及ぶ過緊張の原因は、食道は縦走筋が強く蠕動により収縮し易いこと、再建用胃管の長さの不足、術後の胃管平滑筋の攣縮や胃管内圧の上昇などであるが、過緊張は、吻合の力学的支持という点で不利であるため、種々の再建用胃管の延長法が考案されてきた。羽生ら<sup>14)</sup>は、胃管先端部の漿膜筋層を剝離除去し、また胃管の途中に数条の漿膜層横割を加える方法により約5cmの延長をみており、井口ら<sup>16)</sup>は、大彎側胃管の作成に際し漿膜筋層と粘膜層を別々に切離・縫合することにより、約20%の胃管の延長をみたしている。

過緊張が吻合部血流に及ぼす影響について、池田<sup>15)</sup>は、イスを用いた実験から、挙上胃管にかかる張力の血流への影響は無視しうくらい小さいとしているが、著者の実験では、過緊張により、胃管先端部組織血流量は有意の減少をみた。したがって、過緊張は直接、吻合の機械的支持力を低下させるのみならず、血行障害をもひきおこし、縫合不全の原因となるものと考えられた。

遠藤ら<sup>7)</sup>の胸壁前食道胃後壁端側吻合は、吻合部前壁の過緊張を避けるという点で、有利な方法と考えられ、杉町ら<sup>33)</sup>も同様の方法により、良好な成績を報告しているが、これには胃管の血行動態をも考慮する必要があると考えられた。

### (4) 胸壁前挙上が胃管の血流に及ぼす影響について

著者の実験では、胃管先端部組織血流量は腹腔内留置に比べ、胸壁前に挙上すると、粘膜下層で23.1%、筋層においては19.7%減少し、また左胃大網静脈圧は、

胸壁前挙上により、胃管の種類にかかわらず、有意の上昇がみられ、うっ血をきたし易いことがわかった。

掛川ら<sup>19)</sup>も、大彎側胃管を頸部まで挙上すると、水素クリアランス法で測定された吻合部胃組織血流量は、挙上前より14.5%減少し、組織酸素分圧も $33 \pm 7$  mmHgより $28 \pm 8$  mmHgへと有意に減少したと報告している。

したがって、胃管の胸壁前挙上操作そのものが、胃管先端部血行障害の原因となり、胸壁前再建における吻合部縫合不全を高率にしているものと考えられた。

### (5) 胃管作成後の胃管先端部血流量の経日的変化について

著者の実験では、胃管先端部組織血流量は術直後と術後3日目では有意差はなく、術後7日目に、無操作胃の73%まで増加した。本多ら<sup>13)</sup>は、同様の実験を行い、術後7日目で術前の90%近くまで回復すると述べ、森<sup>28)</sup>は、非麻酔下で測定し、術後7日目では無操作胃の48%であったと述べている。これらは測定操作が若干異なっているが、いずれも術後3~4日目から増加傾向がみられている。

Moore<sup>27)</sup>は、手術侵襲後の回復過程を4期に分けているが、その第1相では、カテコールアミンの分泌が亢進し、術後2~4日から第2相に移行し、カテコールアミン分泌は正常化するとされている。Walker<sup>36)</sup>は、心臓手術の患者の手術前後の尿中アドレナリン、ノルアドレナリン、VMAを測定し、いずれも術後3日目までは高値を示すが、4日目には正常値に回復することを認めた。石上<sup>18)</sup>、Mii<sup>26)</sup>らは、Kirschner・中山式胃管の作成後には、迷走神経が切離されるが、胃管栄養血管に沿う交感神経は保存されているため、胃管の栄養動脈は収縮傾向を示し、さらに術後約3日間は体液性因子がアドレナリン作動性に傾くことも加わって、胃管先端部の血行障害が増強するものと考えており、著者の胃管血流量の術後経日的測定ともよく一致した。

また、血流量の回復過程は形態学的な吻合治療過程とも類似しており、吻合部の癒合をmicroangiographyで観察したAbramowitzら<sup>2)</sup>は、一層の内翻縫合では術後48~72時間で吻合線上に血管像を認めるようになるとし、丸山<sup>24)</sup>は、5~7日目に両断面から伸びた新生血管が連結し、血流再疎通が行われると述べている。

またMii<sup>26)</sup>は、Kirschner・中山式胃管の自律神経支配をしらべるため、胃管の栄養血管である右胃大網動脈のカテコールアミン染色を行い、胃管作成後にはノルアドレナリン蛍光が著明に増加することを示した。

この所見も、胃管血流量の経日的消長の理由をよく説明するものであろう。

む す び

食道再建の際の食道胃吻合部縫合不全に関係する胃管の血行動態を解明するために、食道再建用胃管の大きさと吻合型式、吻合部に及ぶ過緊張の影響や胸壁前挙上の影響について、水素クリアランス式組織血流量計を用いて検討を加え、以下の成績を得た。

1) 食道再建用胃管の先端部組織血流量は、全胃管、大彎側2/3胃管、大彎側1/3胃管のうちでは、大彎側1/3胃管が最も良好であった。

2) 胃管先端部血流が不良な場合は、端側吻合よりも、血流不良な部を切除して端々吻合を行う方が、組織血流量の点では良好であった。また、胃管先端部血流が良好であっても、細い胃管では端側吻合より端々吻合が有利と考えられた。

3) 食道胃吻合を端側吻合で行う場合には、胃管先端より3cm以上離れて吻合用切開を加えることが望ましい。

4) 胃管先端部に過緊張が及ぶと、先端部組織血流量は減少し、吻合の機械的支持力の低下とあわせて、吻合に不利な条件となると考えられた。

5) 胃管を胸壁前に挙上すると、胃管先端部血流量は減少し、また左胃大網静脈圧は胃管の種類にかかわらず上昇した。

以上の諸成績から、食道再建用胃管の血行動態を解明し、食道胃吻合の縫合不全防止に関して、2、3の新知見を得ることができた。

稿を終るにあたり、御指導御校閲を賜った石上浩一教授に深甚なる謝意を表するとともに、御協力頂いた第2外科教室員の皆様に感謝致します。

なお、本論文の一部は、第58回中国四国外科学会(米子、昭和58年11月)および第27回日本胸部外科学会関西地方会(大阪、昭和59年6月)において発表した。

文 献

1) 阿保七三郎, 工藤 保, 他: われわれの後縦隔経路食道胃頸部吻合法について. 日消外会誌 **16**: 227, 1982.  
 2) Abramowitz HB, McAlister WH: A comparative study of small-bowel anastomoses by angiography and microangiography. Surg **66**: 564-569, 1969.  
 3) Akiyama H, Miyazono H, et al: Use of the stomach as an esophageal substitute. Ann Surg **188**: 606-610, 1978.

4) 荒木千里: 胃噴門部遊離移動術ニヨル該部ノ循環障礙ニ就テ. 日外宝 **9**: 153-162, 1932.  
 5) Aukland K, Bower BF, et al: Measurement of local blood flow with hydrogen gas. Cir Res **14**: 164-187, 1964.  
 6) Delaney JP, Custer J: Gastrointestinal blood flow in the dog. Cir Res **17**: 394-402, 1965.  
 7) 遠藤光夫, 木下祐宏, 他: 胸壁前食道胃吻合における縫合不全の対策, とくに食道胃後壁吻合. 日消外会誌 **12**: 126-130, 1979.  
 8) 遠藤光夫, 山田明義, 他: 食道癌切除再建術式—胸壁前吻合—. 外科 MOOK **24**: 80-90, 1982.  
 9) 福田治郎: 演習例解応用統計入門, 17版, 東京, 日刊工業新聞社, 1962.  
 10) Halsted WS: Circular suture of the intestine - An experimental study. Amer J Med Sci **94**: 436-461, 1887.  
 11) 羽生富士夫: 胸壁前食道胃吻合術, 胃管漿筋層剝離横割法. 手術 **29**: 479-482, 1975.  
 12) Healey JE: Bowel anastomosis by inverting and everting techniques. J Surg Res **7**: 299-308, 1967.  
 13) 本多哲矢, 外山俊二, 他: 食道再建用胃管の断端血行および組織酸素分圧に関する検討. 日消外会誌 **15**: 993, 1982.  
 14) 市川英幸: 胃壁における創傷治癒過程とムコ多糖との関連性について. 現代の臨床 **9**: 85-91, 1975.  
 15) 池田正仁: 食道再建用胃管の血流量に関する実験的研究. 日外会誌 **84**: 404-417, 1983.  
 16) 井口 潔, 中川輝二, 他: 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.  
 17) 石上浩一, 淵本 悍, 他: 胸壁前食道再建術における胃管挙上部位の異常環境および吻合法に関する検討. 手術 **31**: 23-33, 1977.  
 18) 石上浩一: 消化管縫合不全, 現代外科学大系年間追捕 '76-C, 東京, 中山書店, 1976, pp. 81-108.  
 19) 掛川暉夫, 山名秀明, 他: 新しい消化管吻合法の手技—食道・胃吻合—. 外科治療 **47**: 47-52, 1982.  
 20) Kirschner M: Ein neues Verfahren der Oesophagoplastik. Arch Klin Chir **114**: 606-663, 1920.  
 21) 国立がんセンター, 食道疾患研究会: 全国がん登録調査報告, 第2号, 昭和52年症例. 1980, pp. 34-36.  
 22) Macmanus JE, Dameron JT, et al: The extent to which one may interfere with the blood supply of the esophagus and obtain healing on anastomosis. Surg **28**: 11-23, 1950.  
 23) 丸山圭一: 食道, 胃, 小腸, 大腸の微細血管構築(吻合部癒合反応への影響). 現代の臨床 **9**: 92-96, 1975.  
 24) 丸山圭一: 消化管吻合法のコツ(1) 吻合部癒合の科学的基礎と吻合法の種類. 外科治療 **40**: 473-481, 1979.  
 25) 丸山圭一, 清水久和: 消化管吻合法のコツ(6) 消化管吻合に考慮すべき諸事項—II—. 外科治療 **44**:

- 454-468, 1981.
- 26) Mii T: Relationship between autonomic innervation and hemodynamics of the gastric tube for esophageal reconstruction, especially the effect of thoracic sympathectomy on the microcirculatory disturbance in the gastric tube. *Arch Jpn Chir* **50**: 747-768, 1981.
- 27) Moore FD: Convalescence in the healthy: closed soft tissue trauma of moderate severity, in "Metabolic Care of the Surgical Patients" Philadelphia, W. B. Saunders, 1959, pp. 25-48.
- 28) 森 琢麿, 大石 健, 他: 交感神経切除の食道再建用胃管先端血流に及ぼす影響について. *日消外会誌* **14**: 407, 1981.
- 29) 中山恒明: 胸部食道癌手術—胸部食道全剥出胸壁前食道胃吻合術—. *臨外* **5**: 229-233, 1950.
- 30) 中山隆市, 青木明人, 他: 食道癌・食道胃吻合術における縫合不全の検討—とくに吻合部虚血との関連について—. *手術* **27**: 389-402, 1973.
- 31) Postlethwait RW, Weinberg M, et al: Mechanical strength of esophageal anastomoses. *Ann Surg* **133**: 472-476, 1951.
- 32) 杉町圭藏, 上尾裕昭, 他: 食道再建時の縫合不全防止に関する研究—とくに胃管の血流量と異常条件下の腸管吻合について—. *日臨外* **40**: 544-549, 1979.
- 33) Sugimachi K, Yaita A, et al: A safer and more reliable operative technique for esophageal reconstruction using a gastric tube. *Amer J Surg* **140**: 471-474, 1980.
- 34) Suzuki H: Experimental studies on antethoracic esophageal reconstruction by the utilization of the jejunal loop transplanted into the pectoral muscle, with special reference to blood circulation in the loop. *Arch Jpn Chir* **29**: 93-124, 1960.
- 35) 佃 光雄: 胸郭前食道再建術に関する研究, とくに胸郭前皮下に移植された胃腸管に対する血管新生現象について. *日外宝* **28**: 2222-2245, 1959.
- 36) Walker WF: Adrenal response to cardiac surgery. *Proc Roy Soc Med* **58**: 1015-1017, 1965.
- 37) 米澤 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.