

原 著

Laser-Doppler 血流測定法を用いた Albert-Lembert 法縫合胃管と Layer to layer 法縫合胃管の組織血流に関する臨床的検討

帝京大学第1外科, みよしクリニック*

池田 佳史 新見 正則 捨田利外茂夫 三吉 博*
花谷 勇治 高見 博 小平 進

Laser-Doppler Flowmetry 法に基づく組織血流量計を用いて, Albert-Lembert 法による胃管と層々吻合法による胃管との血行動態の違いを比較・検討した(対象と方法) A-L 縫合胃管27例と層々縫合胃管7例の計34例を対象とした。胃管作製後, 胃管先端から1cm ごとに血流量を測定した。また, 吻合部となる胃管の血流量を吻合前後に測定し, 胃管先端より吻合部までの距離を測定した(結果) 各測定点での層々縫合胃管の血流量は A-L 縫合胃管の血流量と同程度以上に保たれていた。吻合部の血流変化と距離は, 層々縫合胃管では $16.5 \pm 2.2 \text{ ml/min/100g}$, $7.0 \pm 1.1 \text{ cm}$ で, A-L 縫合胃管では 12.0 ± 4.2 , 3.7 ± 0.3 であった。(考察) 層々縫合胃管は胃管延長の面で良好であり, 血流の豊富な, 先端より離れた部位での吻合が可能となり縫合不全をさらに減少させ得る術式であると考えられた。

はじめに

食道再建術における食道と再建臓器との吻合は, 本来腹腔内にある臓器を遠く離れた頸部まで挙上し頸部食道と吻合する必要があり, 消化管吻合のなかでも最も縫合不全の発生率が高い吻合である。また, 縫合不全の発生は経口摂取の時期を遅らせ患者の quality of life (QOL) を損なうだけでなく, 術後の化学療法や放射線療法などの集学的治療の大きな妨げとなっている。近年, 器械吻合器の発達と普及によりその発生率が徐々に減少してきたが, いまだに10%前後の症例に認められているのが現状であり, 手技の工夫や改良が必要である^{1,2)}。従来, 消化管吻合における縫合不全の発生には吻合部の血流と吻合部に加わる緊張が関連すると考えられ^{3,4)}, 血流量に関する種々の検討がなされている⁵⁾⁻⁸⁾。教室でも, Laser-Doppler flowmetry 法に基づく組織血流量計 (ALF21: アドバンス社, 東京) を用いて再建臓器, 特に胃管の組織血流量を測定し, その血行動態を研究してきた⁹⁾⁻¹¹⁾。今回, 教室で, 粘膜を GIA にて切離し漿膜筋層縫合する層々吻合法による胃管(層々縫合胃管) 作製方法を導入し, 良好な結果を得たため, 従来の全層を GIA にて切離し漿膜筋層縫

合を追加する Albert-Lembert 法による胃管 (A-L 縫合胃管) 作製法との違いを組織血流量と胃管の全長の面から比較・検討したので報告する。

対象と方法

1. 対象

1994年5月から1998年4月までの4年間に教室で A-L 縫合胃管にて再建した27例と1998年5月より1999年4月までの1年間に層々縫合胃管にて再建した7例の計34例を対象とした。A-L 縫合胃管による再建例の平均年齢は63歳(45~84歳)であり, 男性25例, 女性2例であった。再建経路は後縦隔経路が8例, 胸骨後経路が11例, 胸壁前経路が8例であった。一方, 層々吻合胃管による再建例の平均年齢は65歳(57~80歳)であり, 男性6例, 女性1例であった。再建経路は後縦隔経路が1例, 胸骨後経路が6例であった。

2. 胃管作製法および吻合法

再建胃管はいずれも大彎側胃管の型で作製し, 右胃動・静脈の枝は原則的に3本温存した。A-L 縫合胃管は全層を GIA にて切離し漿膜筋層を絹糸にて結節縫合し作製した。層々縫合胃管は大彎側より約4cm の位置を前後壁ともにピオクタンニンにてマーキングし胃管形成ラインを決定し, 尖刃にて噴門部まで漿膜筋層を切開し粘膜を露出させ, GIA にて粘膜吻合を施行し, 漿膜筋層を絹糸にて結節縫合し作製した。各経路にて

胃管を頸部まで挙上し、胃管先端より EEA 25mm を挿入して頸部食道と胃管後壁を端側吻合した。胃管盲端部は GIA で閉鎖、切離し、漿膜筋層縫合を加えた。

3. 血流測定

血流測定は Laser-Doppler flowmetry 法に基づく組織血流量計 (ALF21: アドバンス社, 東京) を用いて、同社の S 型プローブを直接胃管の漿膜面に接触させ測定した。漿膜面との接触はレーザー光の赤色が周囲にわずかに漏れる程度の接触圧とし、プローブがなるべく垂直となるようにした¹²⁾。安定した血圧が保たれている時点で、各測定点で 2 回ずつ血流を測定し、平均値を測定値とした。

4. 胃管組織血流量の検討

各症例とも胃管作製後、胃管先端を 0cm とし幽門側に向かい 1cm ごとに実際の吻合部となる胃管後壁の血流量を測定した。また、各再建経路で胃管を頸部まで挙上し、頸部食道と吻合するが、挙上する以前の吻合部となる胃管の血流量を吻合前血流量とし、吻合後の吻合部肛門側の胃管の血流量を吻合後血流量とした。A-L 縫合胃管と層々縫合胃管について上記項目を比較検討した。

5. 胃管全長に関する検討

胃管先端より吻合部口側までの距離を測定し、これを胃管先端からの距離とした。A-L 縫合胃管と層々縫合胃管について上記項目を比較検討した。また、層々胃管作製時に胃管形成ラインと実際に完成した胃管全長を測定し検討を加えた。

6. 吻合不全との関係

A-L 縫合胃管再建と層々縫合胃管再建における吻合不全の発生率について検討した。

7. 統計学的検索法

得られた測定値は、平均値 ± 標準誤差 (mean ± standard deviation, SD) で表示し、2 群間の比較には t 検定を用いて危険率 0.05 未満をもって有意差ありと判断した。

成 績

1. 背景因子

年齢、性別に両群間に差は認められなかった。また、胃管作製時の血圧も両群ともに 120mmHg 前後に安定しており両群間に差は認められなかった。また、両群ともに著しい低血圧や高血圧を示した症例はなかった。

2. 胃管の血流分布

胃管作製時、A-L 縫合胃管の先端 (0cm) から 1cm

Fig. 1 Tissue blood flow at each 1cm site from the top of the gastric tube

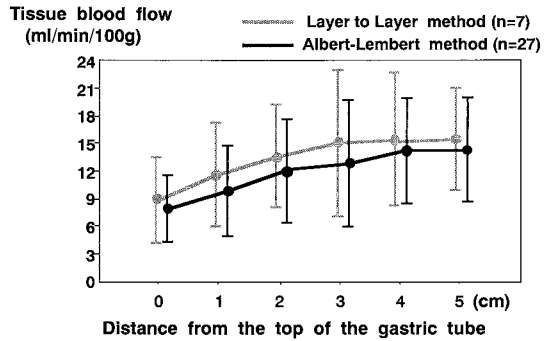
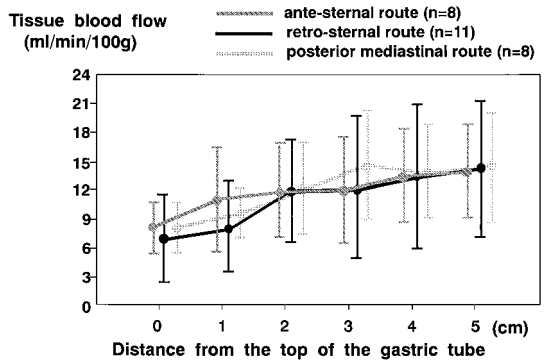


Fig. 2 Tissue blood flow at each 1cm site from the top of the gastric tube in each reconstruction route



ごとの血流分布は、0から2cm までは 7.7 ± 2.9 (ml/min/100g) 9.6 ± 4.0 11.9 ± 5.1 と有意に上昇し、以後 5cm まで 12.7 ± 5.9 , 13.9 ± 5.2 , 14.1 ± 5.2 と上昇し徐々に安定していた。層々縫合胃管でも同様に 0 から 5cm まで 8.9 ± 3.9 11.6 ± 5.8 13.7 ± 4.7 15.0 ± 8.0 15.4 ± 6.5 15.4 ± 4.9 と上昇し徐々に安定していた。各測定点での層々縫合胃管の血流量は A-L 縫合胃管の血流量と比較し同程度以上に保たれていたが、両群間に有意な差は認められなかった (Fig. 1)。

3. 再建経路が胃管の血流に与える影響

A-L 縫合胃管の先端からの距離別の血流分布には再建経路による差を認めなかった (Fig. 2)。吻合前血流量は後縦隔再建例で 15.8 ± 5.1 と胸骨後再建例の 14.2 ± 4.3 や胸壁前再建例の 14.1 ± 4.7 と比較して、やや高かったが有意な差を認めなかった。一方、吻合後血流量は、後縦隔再建例では 15.3 ± 5.4 とほとんど低下を認めなかった ($p=0.63$) が、胸骨後再建例では 12.0 ± 4.2 (p

Fig. 3 Changes of tissue blood flow between before and after reconstruction through the each route

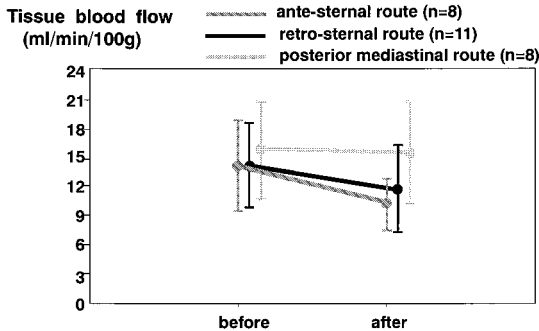
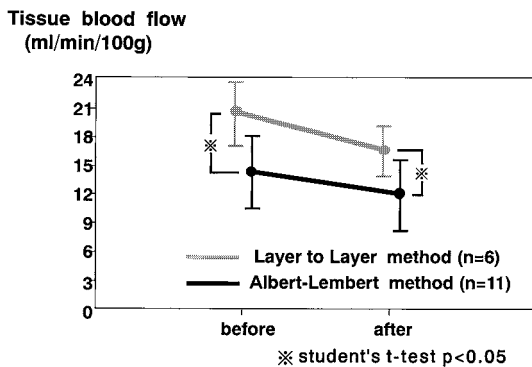


Fig. 4 Changes of tissue blood flow between before and after reconstruction through retro-sternal route of each gastroplasty tube



=0.08), 胸壁前再建例では 10.2 ± 2.7 ($p=0.06$)と再建経路が長くなるにつれて低下する傾向が認められた (Fig. 3). また, 層々縫合胃管で胸骨後経路再建した症例の吻合前血流量は 20.1 ± 3.4 であり A-L 縫合胃管の胸骨後再建例の吻合前血流量より有意に高値であり, 吻合後血流量も 16.5 ± 2.2 と低下してはいるものの A-L 縫合胃管の胸骨後再建例の吻合後血流量より有意に高値であった (Fig. 4).

5. 吻合部までの距離と胃管の全長に関する検討

吻合部までの距離は A-L 縫合胃管では後縦隔再建例は 3.9 ± 1.2 (cm), 胸骨後再建例は 3.7 ± 1.2 , 胸壁前再建例は 3.4 ± 1.4 と経路が長くなるにつれて, より先端部の吻合となった. 一方, 層々縫合胃管では胸骨後再建例で 7.0 ± 1.8 であり, A-L 縫合胃管の胸骨後再建例よりも有意に先端より離れた部位での吻合が行われていた (Table 1). また胃管全長の検討では, 層々縫合胃管は

胃管形成ラインよりも 9.2 ± 1.2 (cm) 長く胃管が作製されていた.

6. 吻合不全との関係

A-L 縫合胃管では27例中6例(22%)の症例に吻合不全を認めた. 一方, 層々縫合胃管7例には吻合不全を認めた症例はなかった.

考 察

食道癌に対する切除再建手術は消化器手術の中で最も侵襲が大きく, 術後の合併症も高頻度に発生することが知られている¹³⁾. 中でも縫合不全の発生は術後の経口摂取を遅らせ患者の QOL を損なうばかりか, 術後の化学療法や放射線療法などの後療法の妨げとなったり, 時には死亡の直接原因となったりすることもある^{3,4)}. 近年, 食道再建術での頸部食道と再建臓器との吻合は器械吻合器の普及と発達により簡便にしかも安全に施行されるようになった. それに伴い, 縫合不全の発生率も減少してきたが, 縫合不全がなくなることはなく, 新たな手技の工夫や改良が必要と思われる.

従来, 縫合不全の発生因子としては, 吻合部の組織血流と吻合部に加わる緊張が重大な影響を与えると報告されてきた¹⁴⁾. とくに食道再建術では, 本来腹腔内にある臓器を遠く離れた頸部まで挙上し頸部食道と吻合する必要があり血流, 緊張の両面で極めて不利な吻合と考えられる. 縫合不全を減少させるためには, 再建臓器の血流を改善する方法と再建臓器の全長を長くする方法がある. しかし, 血流が改善しても全長が短くなったり, 全長が長くなっても血流が低下しては縫合不全の発生を減少させることはできない.

層々縫合胃管は胃管延長術として従来より施行されてきたが¹⁵⁾, 作製時に出血量が多くなる点, 作製に時間がかかる点, 粘膜吻合を連続縫合で行うと粘膜吻合部が短縮して胃管の全長が延長せず結節縫合だと手技が煩雑となるなどと問題点もあり, あまり行われていないのが現状である. しかし, 教室で採用している粘膜吻合を GIA で行う層々縫合胃管の作製手技は比較的簡便であり, 漿膜筋層切開を加えた自然な形での胃管の延長が可能であった. 従来 A-L 縫合胃管では小彎側の GIA 切離線がほぼ胃管の全長となるが, 層々縫合胃管では大彎側がほぼ胃管の全長となり, A-L 縫合胃管よりも平均10cm 程胃管が延長して作製できた. 実際に吻合部の胃管先端よりの距離は同じ胸骨後再建経路と比較すると, 層々縫合胃管は 7.0 ± 1.1 cm であり A-L 縫合胃管の 3.7 ± 1.1 cm よりも有意に長く, より先端より離れた部位での吻合が可能であることを示して

Table 1 The length of anastomosis from the top of the gastric tube

reconstruction route	length (cm)	
	Albert-Lembert	Layer to Layer
ante-sternal	3.9 ± 1.2	
retro-sternal	3.7 ± 1.2	7.0 ± 1.8
posterior mediastinal	3.4 ± 1.4	

student's t-test p<0.01

いる (Table 1). さらに、層々縫合胃管について、その血行動態を Laser-Doppler flowmetry 法に基づく組織血流量計を用いて検討した。その原理は、1972年 Riva¹⁶⁾により初めて臨床に応用され、1980年にほぼ現在の形となり¹⁷⁾、以後、血流量測定法の一つとして急速に普及してきたものである。器械本体で発生させた波長780nmのレーザー光が送光ファイバーを通してプローブ先端より発せられる。組織に照射されたレーザー光は一部が移動している赤血球と衝突し散乱される。その散乱光は移動する赤血球の速度によって周波数が変化するため、その変調分は血液速度に相当し、光りの強さは血液量に相当する。この散乱光を受光ファイバーを通して本体に誘導する。組織血流量は血液速度と血液量の積で表現され、さらに Bonner¹⁸⁾の理論により、測定値を ml/min/100g の単位に換算して表示するものである¹⁹⁾。われわれは、犬小腸を用いた実験で漿膜側から測定した組織血流と粘膜側から測定した組織血流とはかならずしも一致しなかったが、血行処理による変動パターンは完全に一致しており⁹⁾、漿膜側より測定した組織血流量はほぼ全体の血行動態を反映しうると考え、今回は測定の容易な漿膜側で測定を行った。この組織血流量をもとに胃管の血行動態を検討すると、層々縫合胃管は胃管の全長は延長しているが、先端よりの各測定点での組織血流量は、A-L 縫合胃管と同程度以上に保たれていることが示された (Fig. 1)。すなわち、実際の吻合においては、胃管全長が延長するためより血流の豊富な部位での吻合が可能になると考えられた。実際に同じ胸骨後再建例では層々縫合胃管は A-L 縫合胃管に比べ先端よりの距離も有意に長く、吻合後血流量も有意に高値であった (Table 1) (Fig. 4)。

一般に、胃管に加わる緊張は再建経路が長くなる胸壁前や胸骨後経路ほど、胃管の緊張が増加し、縫合不全の発生率が高くなると考えられている²⁰⁾。また、緊張の増加は胃管の血流量にも影響を与える。実際に、

吻合前後の血流変化は、再建経路の短い後縦隔経路ではほとんど認められなかったが、胸骨後、胸壁前と再建経路が長くなるにつれて吻合後血流は著しく低下した (Fig. 3)。これは、胃管に加わる緊張の増大に伴う血流の低下を反映していると考えられる。しかし、吻合時に吻合部に無理な緊張が加わったと思われる症例はなく、実際に吻合部の先端よりの距離も再建経路が長くなるほどより先端近くの吻合となっているが、その差は1cm未滿であり (Table 1)、このような血流の低下は再建経路の長さ以外の問題も関与していると考えられる。つまり、再建経路別の吻合前後組織血流量の低下は緊張の増大のみでなく、胸骨後経路や胸壁前経路では鎖骨骨頭や胸郭などによる胃管自体の圧迫や屈曲による影響も少なからず存在すると思われた。実際に、鎖骨骨頭を切除することにより血流が改善した例を経験した。しかし、鎖骨骨頭を切除しても胸壁前経路では胃管が胸骨柄を乗り越える圧迫を解除させることはできない。また、胸骨後経路では胃管挙上後に鎖骨骨頭を切除することは操作上困難であり、挙上した胃管を一度引き抜くのも愛護的に取り扱うべきである再建臓器に対する影響を考えると抵抗がある。また、最初から全例鎖骨骨頭を切除するのは、コスメティックにも決して良好な手段とは言えない。層々縫合胃管では、組織血流量が安定した先端より5cm以上離れた部位での吻合が無理なく可能である。実際に、吻合前血流量は19.8±1.4と安定しており、胸骨後経路で挙上して吻合しても血流は低下はするが15.0±0.9程度に保たれている。また、胃管自体の長さに十分余裕があるため緊張の増大はもとより無理な屈曲もある程度避けられると思われた。

以上より層々縫合胃管は胃管延長の面で良好であり、血流の豊富な先端より離れた部位での吻合が可能となり縫合不全をさらに減少させ得る術式であると考えられた。実際に教室での縫合不全は A-L 縫合胃管では6例 (22%) に認められたが、層々縫合胃管に変更してから現在まで縫合不全を認めていない。

文 献

- 1) 田中 隆, 佐藤博信, 村山 公: 吻合器の食道切除後の再建術への応用. 手術 45: 275-284, 1991
- 2) 村上卓夫, 城野憲史, 林 弘人ほか: 食道癌手術における再建術式とくに器械吻合・縫合器による頸部食道胃吻合の工夫 (胃壁内腔内 anvil 装着法). 手術 45: 69-73, 1991
- 3) Lee Y, Fujita H, Yamana H et al: Factors affecting leakage following esophageal anastomosis. Surg Today 24: 24-29, 1994

- 4) Patil PK, Patel SG, Mistry RC et al : Cancer of the esophagus : esophagogastric anastomotic leak a retrospective study of predisposing factors. *J Surg Oncol* 49 : 163 167, 1992
- 5) Boyle NH, Pearce A, Hunter D et al : Scanning laser Doppler flowmetry and intraluminal recirculating gastrometry in the assessment of gastric and jejunal perfusion during oesophageal resection. *Br J Surg* 85 : 1407 1411, 1998
- 6) Pierie JP, De Graaf PW, Poen H et al : Impaired healing of cervical oesophagogastronomies can be predicted by estimation of gastric serosal blood perfusion by laser Doppler flowmetry. *Eur J Surg* 160 : 599 603, 1994
- 7) Lee BY, Trainor FS, Kavner D et al : Intraoperative assessment of intestinal viability with Doppler ultrasound. *Surg Gynecol Obstet* 149 : 671 675, 1979
- 8) Schilling MK, Redaelli C, Maurer C et al : Gastric microcirculatory changes during gastric tube formation : assessment with laser Doppler flowmetry. *J Surg Res* 62 : 125 129, 1996
- 9) 葉梨圭美 : Laser-Doppler 血流測定法を用いた食道再建胃管の血行動態に関する実験的検討 . 帝京医誌 20 : 135 147, 1997
- 10) 三吉 博, 四方淳一, 戸倉康之 : 頸部食道胃管吻合部の術後粘膜面組織血流に関する実験的研究 . 日消外会誌 25 : 2671 2676, 1992
- 11) 三吉 博, 四方淳一, 戸倉康之 : 食道粘膜面組織血流量に関する臨床的研究 内視鏡的レーザードップラー血流測定法を用いて . *Gastroenterol Endosc* 34 : 1252 1257, 1992
- 12) 三吉 博, 三重野寛治, 三浦誠司ほか : Laser-Doppler 血流測定法による絞扼性イレウス腸管の viability 判定に関する検討 . 腹部救急診療の進歩 13 : 21 25, 1993
- 13) 掛川暉夫, 山名秀明 : 食道癌治療の歩みと今後の展望 . 日消外会誌 18 : 9 18, 1995
- 14) 中山隆市, 青木明人, 木村嘉憲ほか : 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
- 15) Sugimachi K, Yaita A, Ueno H et al : A safer and more reliable operative technique for esophageal reconstruction using a gastric tube. *Am J Surg* 140 : 471 474, 1980
- 16) Riva C, Ross B, Benedek GB : Laser Doppler measurements of blood flow in capillary tubes and retinal arteries. *Invest Ophthalmol* 11 : 936 944, 1972
- 17) Nilsson GE, Tenland T, Oberg PA : Evaluation of a laser Doppler flowmeter for measurement of tissue blood flow. *IEEE Trans Biomed Eng* 27 : 597 604, 1980
- 18) Bonner RF, Clem TR, Bown PD et al : Laser-Doppler continuous real-time monitor of pulsatile and mean blood flow in tissue microcirculation. Edited by Chen SH, Chu B, Nossal R. *Scattering techniques applied to supramolecular and non-equilibrium systems*. Plenum, New York, 1981, p 685 701
- 19) 鹿嶋 進, 橋爪俊幸, 満井頭太郎 : レーザー血流計の特徴 . 日レーザー医学会誌 9 : 3 7, 1988
- 20) Hirai T, Iwata T, Yamashita Y et al : Investigation of suitability of devascularized upper half of the whole stomach as replacement for the esophagus. *Hiroshima J Med Sci* 41 : 25 30, 1992

Comparative Studies of Esophageal Reconstruction between Albert-Lembert Gastroplasty and Layer to Layer Gastroplasty by Laser-Dopple Flowmetry

Yoshifumi Ikeda, Masanori Niimi, Tomoo Shatari, Hiroshi Miyoshi*,
Yuuji Hanatani, Hiroshi Takami and Susumu Kodaira

First Department of Surgery, Teikyo University School of Medicine and Miyoshi Clinic*

Tissue blood flow of the gastric tube was evaluated to compare two different gastroplasty methods, the Albert-Lembert method and the layer-to-layer method by Laser-Doppler flowmetry. There was no significant difference in tissue blood flow at each 1 cm site from the top of the gastric tube. Tissue blood flow of the layer-to-layer gastric tube (16.5 ml/min/100g) at the site of anastomosis after reconstruction was significantly better than that of the Albert-Lembert gastric tube (12.0 ml/min/100g) The length of the anastomotic site from the top of the layer-to-layer gastric tube(7.0 cm)was significantly longer than that of the Albert-Lembert gastric tube (3.7 cm) These results suggest that layer-to-layer gastroplasty is useful in preventing anastomotic leakage and an acettable reconstruction method.

Key words : esophageal reconstruction, gastroplasty, layer-to-layer method, Laser-Doppler flowmetry, tissue blood flow

[*Jpn J Gastroenterol Surg* 33 : 137 141, 2000]

Reprint requests : Yoshifumi Ikeda First Department of Surgery, Teikyo University School of Medicine
2 11 1 Kaga, Itabashi-ku, Tokyo, 173 8605 JAPAN