

食道再建に関する実験的研究

金沢大学大学院医学研究科外科学第2講座(主任 水上哲次教授)

倉 知 圓

(昭和46年8月18日受付)

本論文の要旨は、1968年11月 第6回日本人工臓器学会総会、1969年9月 第5回日本移植学会総会、1970年9月第3回日本消化器外科学会総会において発表した。

食道癌を主とする食道疾患に対する外科的治療法のうち、食道切除術は最も重要であるが、胸部食道切除後の再建には、現在では胸壁前あるいは胸腔内に胃・腸管を挙上、あるいは遊離移植する方法が一般に行なわれ、術式もほぼ完成された感がある。然しながら、それらの術式は、腸管挙上の限界、血行障害の危険、血管吻合の困難性など種々の制約を有する上、健康臓器の大幅な犠牲と大きな手術侵襲を余儀なくされるなどの欠点を有することは明白である。

一方、食道切除・再建術の最大の適応である食道癌の治療に関しても、癌診断技術の進歩と共に早期癌症例の著増が想定され、扁平上皮癌に特効を有する抗癌剤の開発や、照射療法との進展と相俟って、今後は小範囲の切除による根治的食道癌手術が可能となることも夢ではない。かかる場合、小範囲の切除で、とくに胸腔内操作のみで再建が可能であれば、最も理想に近い再建法と考えられる。

胸部食道切除・端々吻合法はこれらの条件を満たす再建法と考えられるが、現在は特殊な場合を除いて殆んど行なわれていない。その主な理由は、切除後・端々吻合では吻合部に高度の緊張が加わり、さらに食道は漿膜を欠如し、食道壁が脆弱で、血行が比較的不良であるなどのために縫合不全を起し易いからである。とくに食道に伸展性が少なく、上下両端がほぼ固定されている以上、端々吻合部に緊張が加わり、かつ切除範囲に限界のある事は当然考えられ、食道切除に伴う端々吻合法の最大の難点と考えられる。

このような問題点が解決されれば、端々吻合術は常用される再建術式の一つとなると考えられるが、これ迄端々吻合に際して吻合部に加わる張力と切除の限界に関して精しく記載した報告は見られない。

そこで著者は、食道切除の範囲と、端々吻合部緊張張力、および手術成績との関連について検討を加えると共に、端々吻合法による食道切除範囲の限界を明らかにする目的で犬を用いて実験を行ない、さらに胸壁組織弁による被覆吻合法を考案し実験を行なった結果、いくつかの興味ある知見を得たので報告する。

〔I〕 吻合部張力に関する基礎実験

伸展性が少なく、両端が咽頭および噴門にほぼ固定されている食道を切除し、両食道断端を吻合するためには、主として食道壁および周囲組織の伸展を利用することになり、伸展された組織の退縮力が吻合端へ張力を加え、緊張の原因となることが想像される。そこで食道の伸展度と吻合部に加わる張力を測定し、さらに吻合部の耐張力を調べて検討する目的で、次の基礎実験を行なった。

I. 実験材料および実験方法

1. 実験動物

体重 8~15 kg の雌雄雑種成犬を用いた。

2. 食道の伸展度測定方法

実験犬5頭について、ペントバルビタールソーダ 20 mg/kg の静脈内投与による全身麻酔を行ない、右胸廓を右鎖骨を含めて横隔膜の高さ迄切除し、頸部は咽頭迄切開を加えて食道全長を露出した後、咽頭より噴門迄の食道全長を計測した。次いで食道全長を剥離剔出し、口側端を固定し他端に支持糸を結紮固定した後、支持糸をスプリング式張力計を用いて牽引した。先に計測した食道全長の長さを基準点として 1 cm 単位で食道を伸展させ、その時の張力計の目盛の値を読んで張力を測定した。

3. 吻合部の張力測定方法

Experimental Studies on Intrathoracic Reconstruction of the Esophagus: Revaluation of End-to-End Anastomosis and the Use of a Viable Pedicle Graft. Madoka Kurachi, Department of Surgery (II), (Director: Prof. T. Mizukami), School of Medicine, Kanazawa University.

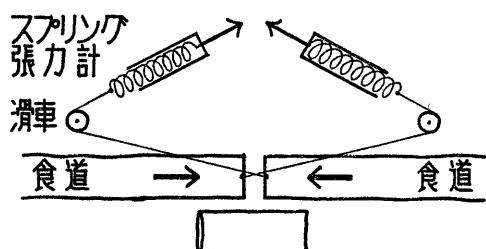
1) 麻酔および手術操作

手術前12時間の絶食を行ない、パントバルビタールソーダ 15 mg/kg の静脈内投与後、気管内挿管を行ない、人工呼吸器を用いて間歇陽圧調節呼吸を行なった。実験犬を左側臥位とし、右第5肋間で開胸、縦隔胸膜を切開して食道を露出した。

2) 測定方法

吻合後の吻合部に加わる張力を計測するのは困難であるため、食道を切除し両断端を接合させるに要する張力を計測して吻合部の張力とした。実験犬5頭を用い、麻酔・開胸後、胸部食道を1cm単位で種々の長さにならって切除した後、実際の端々吻合に近い状態で両断端を接合させた。食道の剥離は、切除部位および断端支持に必要な最小限の範囲に止めた。断端接合、張力測定方法は、食道断端全層に刺入・周縛結紮した支持糸を滑車を利用して縦軸方向へ牽引し、両断端を接せしむるに要する張力をスプリング式張力計で測定した。接合端では、端々吻合に要する組織の幅も考慮し、また両断端の支持糸を牽引する二個の張力計の値を加えたものを吻合部に加わる張力とした。(図1)

図1. 食道断端接合時張力測定方法



4. 吻合部抗張力測定方法

前記実験に続いて、胸腔内で食道端々吻合を行ない、次いで吻合部食道を摘出し、一方の断端を固定、他端をスプリング式張力計を用いて牽引して、吻合部の外膜側が明らかに離解し始める時の張力計の値を読んで、吻合部抗張力とした。吻合法については後述するが、全層外翻一層吻合・および層別二層吻合の二つについて、それぞれ3例ずつ行ない比較検討した。

II. 実験成績

1. 食道の伸展度

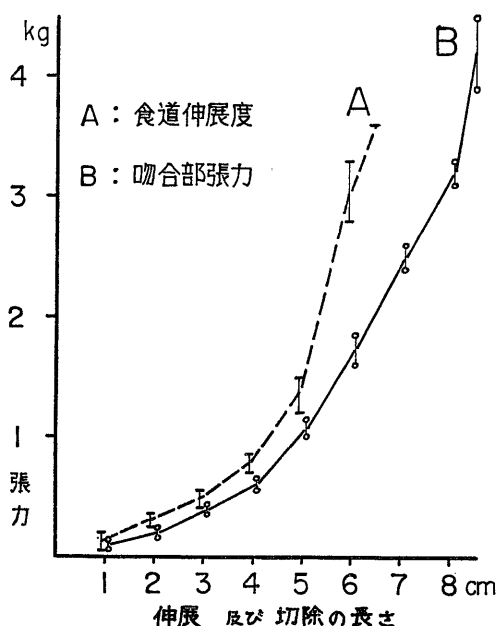
5頭の咽頭より噴門迄の食道全長は、それぞれ24.5 cm, 25 cm, 25.5 cm, 26 cm であり平均 25 cm であった。剔出食道全長に対して伸展幅と張力の値は、1 cm の伸展時その張力は 50~200 g, 2 cm に対し 250~350 g, 3 cm に対し 400~550 g, 4 cm に対し

700~850 g, 5 cm に対し 1200~1500 g, 6 cm に対し 2800~3300 g であった。1例は 6.5 cm 迄伸展しその張力は 3600 g であったが、他の4例では 6 cm 以上は張力を増加しても殆んど伸展せず、これが食道の伸展の限界と考えられた。(図2 A)

2. 吻合部張力

食道切除後、両断端を接合させるに要する張力は、1 cm 切除で 80~130 g, 2 cm で 180~210 g, 3 cm で 370~420 g, 4 cm で 560~640 g, 5 cm で 1000~1150 g, 6 cm で 1600~1850 g, 7 cm で 2400~2600 g, 8 cm で 3100~3300 g, 8.5 cm では2例のみが接合可能で 3900~4500 g であった。8 cm 以上の切除では、事実上両断端を接合させることが不可能であった。(図2 B)

図2. 食道の伸展度および吻合部張力



3. 吻合部の抗張力

外翻全層一層吻合を離断させるには 5500~7000 g を要し、層別二層吻合では 4500~6000 g を要した。

III. 小 括

体重 8~15 kg 中等大の犬の食道全長は約 25 cm, 胸部食道は約 18 cm である。剔出した全長食道は約 6 cm 以上は伸展しない。一方、胸腔内で食道切除の長さ両断端を接合させるに要する張力の関係を見ると、切除が 4 cm を越える付近より張力は飛躍的に増大し、8 cm 以上の切除では両断端の接合が不可能となる。従って、端々吻合を行なうためには、8 cm 以

上の食道切除は出来ないと考えられる。

〔Ⅱ〕 食道端々吻合実験

基礎実験に続いて、犬の胸部食道を種々の長さにならって切除し、端々吻合を行なって、その手術成績を検討した。

Ⅰ. 実験材料および実験方法

1. 実験動物、麻酔、および手術操作

体重 8～15 kg の中等大雌雄雑種成犬を用い、手術前12時間の絶食を行なった。硫酸アトロピン 0.02mg/kg を投与し、ペントバルビタールソーダ 15mg/kg の静脈内投与後、気管内挿管を行ない、人工呼吸器を接続して間歇陽圧調節呼吸を行なった。麻酔深度は、ペントバルビタールソーダを適宜追加静注することにより調節し、術中は静脈路を確保し5%ブドウ糖 500 ml の点滴静注を行なった。

手術は手術部位の剪毛、逆性石鹼液による洗滌、0.1% ヒビテン液による消毒後、清潔な敷布にて手術野以外を覆い、手術器具は煮沸消毒を行ない、その他臨床に準じた無菌的操作のもとに行なった。

2. 食道切除方法

実験犬を左側臥位とし、右第5肋骨走行に沿って斜切開を加え、右第5肋間にて開胸した。次いで縦隔胸膜に縦切開を加え食道を露出するが、この際犬の縦隔は非常に薄く、両側開胸にならぬよう注意を要する。胸部迷走神経の損傷を避けながら支配血管を結紮しつつ、切除部位食道を剝離し、切除部位を決定する。(写真1)

食道切除に際しては切除断端に鉗子を使用せず、切除部位より約 1 cm の部位をガーゼテープで周縛し、食道内容の漏出を防止すると共に両断端を引き寄せる支持とした。吻合法については後述するが、求める長さで食道を切除後、ガーゼテープを引き寄せてコッヘ

ル鉗子により固定し、食道端々吻合を行なった後テープを除去、吻合部付近へストレプトマイシンを散布し、縦隔胸膜にて食道を被覆し、一次的に閉胸した。閉胸後、注射器による胸腔内吸引を行ない、胸腔内排液と共に胸腔内を陰圧を保つよう努めた。

3. 端々吻合方法 (図3)

吻合には、JIS 規格 4 号軟質絹糸を使用し、全て、結節吻合を行なった。吻合に際しては、食道切除時に周縛した支持ガーゼテープで両断端を引き寄せ、コッヘル鉗子で両断端のテープを固定することにより吻合部を接合させた。吻合法は次の二種を用いて比較検討した。(写真2)

1) 全層外翻一層吻合

食道断端全層に約 2 mm 間隔で、食道半周約 10 本の結節縫合を行ない、縫合糸は外膜側で結紮し外翻吻合とした。

2) 層別二層吻合

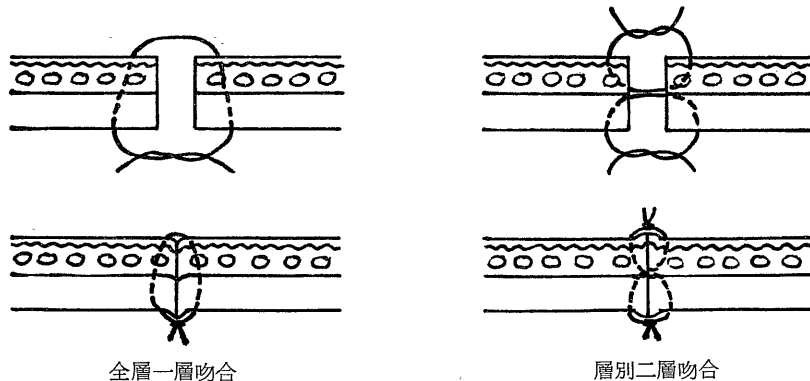
粘膜、粘膜下層と筋層、外膜をそれぞれ独立して二層に縫合し、粘膜側はやや細か目に食道半周約10～12本の結節縫合を行ない、筋層吻合は多少粗く半周約8～10本の結節縫合を行なった。(写真3)

いずれの場合も、吻合終了後支持テープを除去すると、吻合部に強い緊張が加わるのが明らかであったが、吻合部の減張のために吻合部を胸壁に固定することは行なわなかった。(写真4)

4. 術後管理

術後2・3日間は、注射器による胸腔内吸引を行なうと共に、感染予防の目的で術後4～5日間ペニシリン、ストレプトマイシン等の抗生物質を全身投与した。術後の栄養は、静脈路の得られる場合は2日間5%ブドウ糖 300～500 ml の点滴静注補液を行ない、その他は皮下注射を行なった。術後3～4日目より水、牛乳の流動食による経口摂取を開始し、1週目で

図3. 端々吻合方法



半固形食，2週目以後は固形食を与えた。

5. 検査項目

1) 術後経過および一般状態の観察

術後は呼吸運動，体動の状態等一般状態を観察し，とくに食餌の摂取状況，嘔吐の有無について注意した。

2) 食道造影法

生存例について術後約3カ月目に食道造影を行なった。12時間の絶食の後，硫酸バリウムと牛乳約2対1の混合液を摂取させ，撮影した。

3) 吻合部摘出標本の肉眼的，ならびに組織学的検査

死亡時解剖，犠牲屠殺によって得られた吻合部の摘出標本について，触・視診を行ない，ホルマリン固定後組織標本を作成し，ヘマトキシリン・エオジン染色を行なって組織学的に検索した。

II. 実験成績

1. 全層一層吻合群 (表1)

全層一層吻合を行なったのは6頭で，食道切除範囲は，2cm 1頭，3cm 1頭，4cm 2頭，5cm 1頭，6cm 1頭である。2cm 切除の1頭を除いて他は全て10日以内に死亡している。2cm 切除のNo. 1は，術後2日目より立ち上り，摂食状態も良好でとくに狭窄症状も見られず良好に経過していたが，32日目に犠牲屠殺した。4cm 切除のNo. 2は1日目に死亡し，出血が死因と考えられた。No. 3, 4, 5はそれぞれ3cm, 5cm, 4cmの食道切除を行ない，術後5日目頃は経過良好で一応期待が持てたが，経口摂取開始と共に次第に衰弱し，いずれも10日，7日，9日目に死亡した。剖検では吻合部の一部に明らかな縫合不全が見られ，食道内容が胸腔内へ漏出して膿胸を起しており，これが死因と考えられた。6cm 切除のNo. 6は術後回復不良のまま3日目に死亡したが，吻合部には部分的な縫合不全を認めた。

2. 層別二層吻合群 (表2)

10頭について層別二層吻合を行ない，食道切除範囲は3cmより8cmである。殆んどの実験犬は，翌日には立ち上り3日目には激しく動きまわるなど，術後回復は一般に良好であった。術後しばらくは，胸部食道の緊張による異和感のためか，軽度の嘔吐発作を示したが，2週目頃よりとくに異常を示さなくなり，摂食状態も一般に良好であった。

3cmの食道切除犬No. 8は体重8kgの小型犬であったが経過順調で，3カ月目頃より固型飼料では嘔吐するが，ご飯では嘔吐せず，軽度の狭窄のためかと考えられたが，その後嘔吐を示さなくなり184日目に

犠牲屠殺した。4cm 切除の2頭のうち，No. 7は2日目に死亡し肺合併症が死因と考えられたが，No. 9は術後経過良く狭窄症状も認めないで長期観察中に誤殺により失った。5cm 切除の3頭のうちNo. 13は術後一般状態が不良で長期生存が望めなかったため，7日目に屠殺したが，吻合部には明らかな縫合不全は認めなかった。No. 10は狭窄症状も殆んど示さず良好に経過し152日目に犠牲屠殺した。No. 11は更に長期に観察し，栄養状態も良好に保っていたが，8カ月頃より軽度の狭窄症状を示し，固形物の種類によっては一旦嘔出し食べなおす状態であった。さらに経過を見ようとして管理中の276日目に逃亡により失い，標本が得られなかった。6cm 切除の2頭のうち，No. 12は術当初より吻合部が過緊張で縫合不全が必至と考えられたため，絶食のまま10日目に屠殺したところ，吻合部の後壁の一部に縫合不全を認めるものの，その程度は軽度で，あるいは治癒したとも考えられた。一方，No. 14も吻合部は著るしく緊張し，とても成功するとは考えられなかったが，予想に反し180日目迄

表1. 全層吻合

犬No.	切除	生存期間	死 因	狭窄.
1	2 cm	32日	犠 牲	(+)
2	4 cm	1日	出 血	
3	3 cm	10日	膿胸，縫合不全	
4	5 cm	7日	縫合不全	
5	4 cm	9日	縫合不全	
6	6 cm	3日	縫合不全	

表2. 層別二層吻合

犬No.	切除	生存期間	死 因	狭窄
7	4 cm	2日	肺合併症	
8	3 cm	184日	犠 牲	
9	4 cm	244日	誤 殺	
10	5 cm	152日	犠 牲	
11	5 cm	276日	逃 亡	(+)
12	6 cm	10日	縫合不全	
13	5 cm	7日	犠 牲	
14	6 cm	180日	犠 牲	
15	8 cm	3日	肺合併症，縫合不全	
16	8 cm	7日	膿 胸	

生存し、しかも殆んど狭窄症状も示さなかった。8cm 切除の2頭のうち、No. 15 は3日目に死亡し、吻合部の約1/2に離開を認めた。一方の No. 16 は、吻合終了時すでに縫合糸により食道筋層が損傷される程の緊張を認め、絶食のまま7日目に屠殺したが、吻合部は全周の約半分近くが断裂し、膿胸を起していた。

3. 検査成績

1) 一般状態

出血、肺合併症等で3日以内に死亡した4例を除いて、殆んどの実験犬で術後回復は良好であり、術後一過性に嘔吐発作を示すものが多かったが、食道の緊張によるものと考えられ、次第に軽減した。術後狭窄症状を示したのは1頭のみであったが、これも固形食の種類によって嘔吐する程度であった。

2) 食道造影所見

No. 8, 9, 10, 11, 14 の各実験犬について、術後3カ月目に食道造影を行なった。No. 11 の食道吻合部で軽度のくびれが認められるが、側面像では狭窄は明らかでなく(写真5)他は全て異常が認められなかった。胃が全般に大きい印象を受けたが、迷走神経の損傷による胃拡張であるかどうかは確認出来なかった。

3) 摘出標本の肉眼的、ならびに組織学的所見

No. 1, 8, 10, 13, 14 の各実験をそれぞれ32日、184日、152日、7日、180日目に犠牲屠殺したが、胸腔は胸膜、肺の癒着を認めるが剝離は容易で、食道を露出しても No. 13 を除いて、吻合部位が分からない程食道は平滑であった。

No. 1 の摘出標本は、吻合部がやや膨隆し胸膜の癒着が著明で、内腔は多少の拡張制限が見られたが、明らかな狭窄は認められなかった。粘膜側では一部に粘膜面のわずかな陥凹を認めたが、粘膜上皮の欠損はなかった。

層別二層吻合群では、No. 13 は7日目の標本であるが、縫合不全は認められなかった。粘膜側では吻合部は癒合しているが、一部分では縫合糸により粘膜が離断されているのが認められた(写真6)。No. 8, 10, 14 の摘出標本では、外膜側はいずれも軽度の癒着を認める他は全く平滑であり、吻合部位は外膜側にわずかに残存する縫合糸によってそれと判別可能な状態であった(写真7)。粘膜側はいずれも程度の差はあるが、吻合部に一致して粘膜面の部分的な鋸歯状の陥凹を認めたが、粘膜上皮によって完全に被覆され、また内腔の拡張も自由で狭窄は認められなかった(写真8)。

組織標本所見では、No. 8 は粘膜面の陥凹の幅は最

大約4mmで、この陥凹部分の粘膜上皮はほぼ正常の厚みを持って連続しているが上皮突起は少く、粘膜下組織は陥凹部両端で食道腺、粘膜筋板は次第に薄くなって陥凹部で消失しており、線維性結合組織の上に粘膜上皮が新生した所見を示している。筋層は両端の食道筋層が延長し吻合部で密に連続しているが、中央付近では筋層走行に乱れを認め、縫合糸のある付近での乱れが目立つが、著明な細胞浸潤は認められない(写真9)。No. 10, 14 の所見も粘膜の陥凹部分の幅がやや広い他はほぼ同様であり、No. 10 では、陥凹部分で粘膜下層の厚みの減少が著しく、上皮突起が少なく正常の厚みの粘膜が連続し、粘膜筋板、食道腺は次第に薄くなって陥凹部分へ入り込み遂に消失している。陥凹部分の粘膜下組織は、部分的にわずかに残存した粘膜筋板、食道腺の他は全く線維性結合組織であるが、細胞浸潤は見られない(写真10)。筋層は、両側の正常部分より内輪・外縦の二層の筋層が正常の厚みと走行を保って陥凹部分へ連続し、断裂は認めないが陥凹部中央付近で走行に著明な乱れを認める(写真11)。

Ⅲ. 小 括

胸部食道を2~8cmにわたり種々の長さで切除し、全層一層吻合6例、層別二層吻合10例の食道端々吻合実験を行なった。全層一層吻合では切除の長さは2~6cmであるが、殆んど緊張のかからない2cmの切除例を除いて全例が10日以内に死亡し、死因は主として縫合不全による膿胸であった。層別二層吻合では、3~8cmの食道切除を行なったが、5cm以下の切除では、肺合併症で死亡した1例を除き、全例が縫合不全を起さず成功した。6cmの切除を行なったうちの1頭は成功したが、8cm切除の2頭は共に術後早期に死亡し、縫合不全を認めた。

術後摂食状態の観察、食道造影所見では長期生存例の1頭に軽度の術後狭窄症状を認めた。

吻合部摘出標本では、層別二層吻合7日目の所見は、粘膜縫合が一部離開していたが、筋層縫合は離断がなく、縫合不全は認めなかった。5カ月目の標本では、粘膜面の鋸歯状の陥凹を認めたが、粘膜上皮によって完全に覆われ、粘膜下組織には粘膜筋板、食道腺等正常粘膜下組織は欠如するが、筋層は断裂もなくほぼ正常な状態で癒合していた。

〔Ⅲ〕 胸壁組織弁被覆吻合

食道切除・端々吻合実験の結果、5cm迄の切除では、層別二層吻合により端々吻合が成功したが、6cmの切除になると成功率が低下する成績が得られた。縫

合不全を来した例でも、吻合部の哆開は一部分であるものが多く、また縫合不全の原因は、主として吻合部に加わる張力が大き過ぎるためと考えられる。従って吻合部を何等かの組織で被覆補強すると共に、減張すれば、手術成績が向上し、さらに広範な切除も安全に行ない得る可能性があると考えられる。

そこで著者は、胸部の同一手術野より得られる強固な組織として、肋間筋を主とする胸壁組織に着目し、これを弁状・有茎に剥離して食道吻合部へ被覆・補強する、胸壁組織弁被覆吻合法を考案し、実験を行なった。

I. 実験材料および実験方法

1. 実験動物、麻酔、および手術操作

体重 8~15 kg の中等大雌雄雑種成犬を用い、麻酔・手術操作は、〔Ⅱ〕食道端々吻合実験に準じた。すなわち、手術前12時間の絶食の後、ペントバルビタールソーダ静脈内投与、気管内挿管、人工呼吸器による陽圧調節呼吸による全身麻酔を行ない、臨床に準じた無菌的な手術操作を行なった。

2. 胸壁組織弁作成方法

著者の言う胸壁組織弁とは、肋間動静脈を保存して2本の肋骨骨膜を剥離し、上下の肋骨床にて切離、前方胸骨近く切断して得られる弁状の組織であり、肋間筋、胸壁胸膜、肋骨骨膜の一部により構成され、肋間動静脈、および神経によって栄養・支配される強固な組織である。

食道切除・吻合に先立ち、開胸時にこの胸壁組織弁を作成した。側臥左位で、右第5・6間の高さで皮膚切開を行ない、大胸筋、鋸筋などを剥離した後、切除

予定食道の部位に相当する上下2本の肋骨を、肋間筋、肋間動静脈、および胸膜を損傷しないように注意して肋骨骨膜より完全に剥離し、肋軟骨移行部に近く切離する。後側の剥離は肋骨角附近迄充分に行なう。剥離された上・下両端肋骨床で開胸し、さらに肋軟骨移行部に近く肋間筋を切離すると帯状の、肋間筋を主とした組織弁が成される。(図4、写真12)

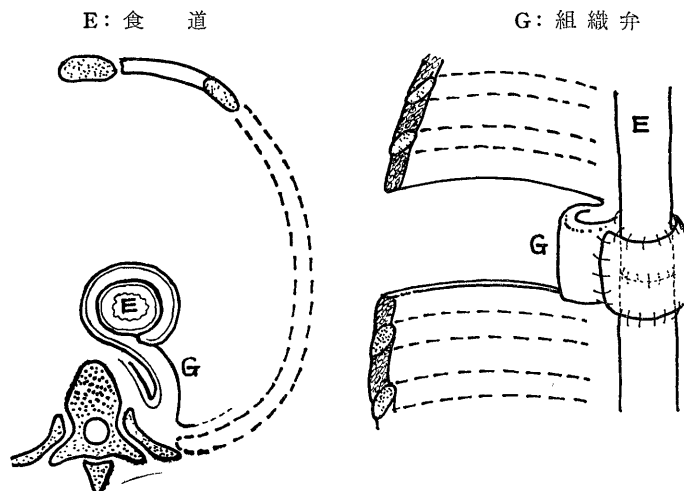
この組織は、胸椎側に柄を有し、肋間動静脈、および筋間神経に栄養され、幅約 2 cm、長さ約 15 cm、厚さ約 0.5 cm で縦横方向への張力によく耐えて伸展する弁状の強固な組織である。より幅広いものを必要とする場合は、3肋間を剥離し同様の方法により作成する。前記2肋間を剥離して得られる組織を1肋間弁とするのに対し、3肋間を剥離するものを2肋間弁と称する。2肋間弁では、中央の肋骨骨膜は縫縮しておく。

3. 胸壁組織弁被覆方法 (図4)

胸壁組織弁作成に続いて、縦隔胸膜を切開し、胸部迷走神経の損傷を避けながら食道支配血管を結紮しつつ、切除部位の食道を剥離し、切除部位を決定する。求める長さで食道を切除した後、食道端合を行ない、吻合部全周へ胸壁組織弁を被覆縫合する。

胸壁組織弁の被覆縫合方法は、組織弁を食道吻合部の下を通し、胸膜側が外側となる状態で吻合部全周へ巻きつけ、吻合部が減張されるように組織弁上・下端と食道吻合部上下を結節縫合し固定する。さらに組織弁先端は、組織弁の起始部へ縫合固定する。以上の操作により、食道吻合部は完全に胸壁組織弁によって管状に被覆され、かつ吻合部は減張されることとなる。

図4. 胸壁組織作成および被覆方法



この被覆操作に際しては、胸壁組織弁の肋間動脈を損傷しないよう留意することは言うまでもない。(写真13)。

食道の吻合方法と胸壁組織弁の種類により次の吻合法に分けて実験を行なった。

1) 端々吻合+1肋間弁被覆吻合

食道切除後、層別二層端々吻合を行ない、1肋間弁で被覆した。二層吻合法については〔Ⅱ〕と同様に行なった。

2) 端々吻合+2肋間弁被覆吻合

層別二層端々吻合後、2肋間弁により被覆した。

3) 代用食道補填+1肋間弁被覆吻合

代用食道として70%アルコール保存豚大動脈を切除後食道欠損部へ補填し、食道断端と結節一層吻合を行ない、この吻合部周囲へ1肋間弁を被覆補強した。豚大動脈は、採取直後1時間以内に70%アルコールに漬けて6カ月保存したものを用い、使用に際しては生理食塩水中に30分間浸した後吻合に用いた。

4) 代用食道補填+2肋間弁被覆吻合

3)と同じく70%アルコール保存豚大動脈と同種小腸を代用食道として食道欠損部へ補填吻合し、2肋間弁で被覆した。同種小腸は、採取後新鮮な状態で粘膜を剥離脱落させ、0.1%ヒビテン液で洗滌した後、ペニシリン加生食水に約5分間浸してから吻合に用いた(写真14)。

5) 代用食道としての二肋間弁吻合

食道欠損部へ直接二肋間弁を補填し、食道断端を一層結節縫合により吻合した。

4. 胸壁閉鎖および術後管理

1肋間弁作成の場合は、肋骨2本が犠牲となるが、胸壁の欠損は1肋間のみであり、閉胸器を使用して上下の肋骨を寄せることにより胸壁欠損部両断端の肋間組織を接合させ、縫合する事により閉胸することが可能であった。2肋間弁作成の場合は、肋骨3本犠牲、2肋間欠損となるが、閉胸器によっても欠損部両断端を接合させる事が出来ず、大胸筋を欠損部へ補填して胸壁を修復した。

術後注射器による胸腔内吸引を行なって胸腔内排液を行なうと共に、胸腔を陰圧に保つよう努め、感染予防の目的で4~5日間は抗生物質の全身投与を行なった。術後2~3日間は絶食とし、静脈路の得られる場合は5%ブドウ糖300~500mlの点滴静注補液を行ない、その他は皮下注射を行なった。経口投与は、術後3~5日目より、水、牛乳の流動食より始め、1週目より半固形食を与えた。

5. 検査項目

1) 一般状態の観察

手術後、呼吸状態、体動運動状態、嘔吐の有無等一般状態を観察し、とくに摂食状況について注意した。

2) 食道造影法

生存犬について、術後3カ月目に食道造影を行なって主として狭窄の有無を検索した。14時間の絶食後硫酸バリウムと牛乳の混合液を摂取させ撮影した。

3) 肋間動脈造影法

被覆した胸壁組織弁の肋間動脈の開存を検索する目的で大動脈造影を行なった。ペントバルビタールソーダ15mg/kg静脈内投与と全身麻酔の後、Seldinger法により股動脈より血管カテーテルを挿入し、大動脈弓部に先端を置いて、76%ウログラフィン20mlを注入し撮影した。

4) 摘出標本の肉眼的、ならびに組織学的検索

死亡時剖検または犠牲屠殺により得られた吻合部の摘出標本について、触・視診を行なった後、ホルマリン固定、ヘマトキシリン・エオジン染色により組織標本を作成し検索した。

II. 実験成績

1. 端々吻合+1肋間弁被覆吻合群(表3)

層別二層吻合による食道端々吻合後、1肋間弁被覆を行なったものは12頭で、食道切除範囲は3cm~6cmである。実験初期には、組織弁作成手技の不慣れと手術時間遅延により、出血、肺機能不全などによる術後早期の死亡が多かったが(No. 17~No. 22)、手術手技、術後管理の改善によって、術後2週以内の死亡は認めなくなった(No. 23~No. 28)。すなわち、12頭の実験群のうち前半6頭では全て10日以内に死亡しているが、後半6頭では最短14日、最長179日間生存し、2週以上の生存で縫合のないものを成功例とすれば、成功率は全体で41.6%、後半6頭では83.3%となる。

No. 17, 18, 22は術後麻酔よりの覚醒も不良で3日以内に死亡し、出血のためと考えられた。No. 19, 20, 21はいずれも術後回復不良で3日目にも立ち上らず、呼吸は切迫状であった。No. 20は10日目に死亡したが、吻合部に縫合不全を認め、No. 19, 21はそれぞれ5日目、7日目に死亡し、呼吸機能不全が死因と考えられた。以上の前半6頭は、主として手術手技の失敗のために死亡していると考えられ、食道切除範囲にはとくに関連が見られない。

後半6頭のうち、4cm切除のNo. 25は28日間生存し、狭窄症状が強く屠殺した。5cm切除の2頭のうちNo. 24は軽度狭窄症状を示していたが、逃亡により失った。No. 26は殆んど狭窄症状を示さず最長の179日間生存したが、170日目頃より食欲不振、嘔吐

を示すようになり、犠牲屠殺した結果食道吻合部には全く異常がなかったが、十二指腸に多発性潰瘍の発生を認め、一部は穿孔していた(写真15)。6cm 切除の3頭は、No. 23 が86日生存し、狭窄も認めなかったが、No. 28 は22日目に衰弱が激しいため屠殺したところ、縫合不全による膿胸の合併を認めた。No.11 は吻合部の状態を知るため14日目に屠殺したが縫合不全は認めなかった。

2. 端々吻合+2肋間弁被覆群(表4)

2例に行なったが、いずれも早期に死亡した。No. 29は10日目に死亡し縫合不全が認められた。No. 14は呼吸状態が不良で5日目に死亡した。

3. 代用食道補填+1肋間弁被覆群(表5)

2例に行ない、No. 31は7日目に死亡、No. 32は4日目に死亡し、吻合部には明らかな縫合不全は認めなかった。

4. 代用食道補填+2肋間弁被覆群(表6)

豚大動脈3例、同種小腸3例を行なった。食道切除範囲を6~7cmに広げ、代用食道補填を行ない、代用食道の部分を含めて2肋間弁を被覆したが、成績は不良である。4頭迄は術後、胸壁欠損部が呼吸運動と共に大きく動揺し奇異呼吸の状態で、早期に死亡した。10日以上生存した2頭でも呼吸運動は円滑でなかったが、7日目より流動食をかなり摂取するようになり、成功が期待されたが、結局それぞれ14日、12日で死亡した。死因は縫合不全のためと考えられた。

5. 代用食道としての2肋間弁吻合群(表7)

表3. 端々吻合+1肋間弁

犬No.	切除	生存数	死 因	狭窄
17	3 cm	2日	出 血	
18	4 cm	1日	出 血	
19	4 cm	5日	呼吸機能不全	
20	5 cm	10日	膿胸、縫合不全	
21	5 cm	7日	呼吸機能不全	
22	6 cm	3日	出 血	
23	6 cm	86日	犠 牲	
24	5 cm	65日	逃 亡	(+)
25	4 cm	28日	犠 牲	(++)
26	5 cm	179日	犠牲、十二指腸潰瘍	
27	6 cm	14日	犠 牲	
28	6 cm	22日	縫合不全	

2例に試みたが、1例は翌日死亡し、他の1例も10日目に死亡し、共に縫合不全を認めた。

6. 検査成績

1) 一般状態

殆どの実験犬が、術後早期より嘔吐発作を示した。呼吸状態は、1肋間弁では障害が少なかったが、2肋間弁では胸壁欠損部の動揺が著しく、切迫状あるいは奇異様の呼吸となるものが多かった。端々吻合+1肋間弁被覆群の成功例5頭のうち、食餌摂取時の嘔吐を示したものは2頭であったが、No. 20 および No. 28 では、剖検時に吻合部に体毛の塊りが発見され、実験犬が体毛を舐めて嚥下し、吻合部に一塊となって閉塞したために縫合不全が起こった事が推定された。

表4. 端々吻合+2肋間弁

犬No.	切 除	生存日数	死 因
29	6 cm	10 日	膿 胸
30	4 cm	5 日	呼吸機能不全

表5. 豚大動脈補填+1肋間弁

犬No.	切 除	生存日数	死 因
31	5 cm	7 日	縫合不全
32	6 cm	4 日	出 血

表6. 代用食道補填+2肋間弁

犬No.	切 除	生存日数	死 因
A. 豚大動脈補填			
33	6 cm	14 日	膿 胸
34	7 cm	5 日	呼吸機能不全
35	7 cm	4 日	呼吸機能不全
B. 同種小腸補填			
36	6 cm	9 日	呼吸機能不全
37	4 cm	12 日	膿 胸
38	7 cm	3 日	呼吸機能不全

表7. 代用食道としての2肋間弁

犬No.	切 除	生存日数	死 因
39	6 cm	10 日	縫合不全
40	7 cm	1 日	出血

2) 食道造影所見

No. 23, 26 の2頭について食道造影を行なったが共に狭窄は認めなかった。

3) 動脈造影所見

No. 20, 21 について、術後6日目に大動脈造影により肋間動脈を造影したが、No. 20 では肋間動脈は造影されたが、胸壁組織弁部の状態は明らかではなかった。No. 21 では、胸壁組織弁部に一致する肋間動脈がらせん状に巻いて造影され、組織弁の動脈が開存している事が推定された(写真16)。

4) 摘出標本の肉眼的ならびに組織学的所見

実験犬24頭のうち、死亡時解剖、および犠牲屠殺により吻合部を検索したものは18頭である。

端々吻合+1肋間弁被覆吻合群では、No. 21, 術後7日の摘出標本の所見は、外膜側の胸壁組織弁は色調も良好で血行が保たれた事を示し、食道外膜との癒合が認められ、粘膜側では粘膜縫合が一部哆開していたが、縫合不全による食道内容の漏出は認められなかった。No. 27, 術後14日目の摘出標本では、外膜側は被覆組織弁が厚みを減じて食道外膜と滑らかに癒合しており、粘膜側は粘膜縫合がほぼ全周にわたって離開し、潰瘍を形成していたが、組織弁によって被覆され、縫合不全は認めなかった(写真17)。No. 27 は食道切除が6cmであり、吻合部の緊張が強かったと考えられる。No. 26 は179日目に屠殺したが、胸壁および縦隔に肺が癒着していたが容易に剝離可能で、食道を露出しても食道外側は全く平滑となり、触知しても一樣

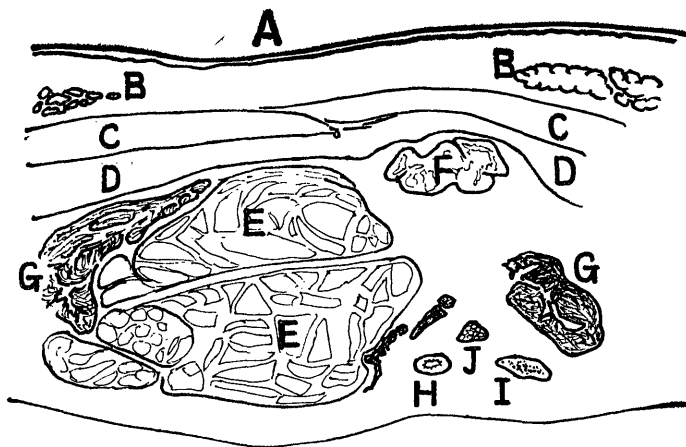
の硬度で、吻合部が分からない程であり、組織弁の茎部は薄くなって背側胸壁胸膜に癒着していた。摘出標本の内腔は良く伸展し、狭窄は認められなかった。粘膜面は全く平滑で潰瘍も認めず、吻合部がわずかに隆起して吻合部を示している所見であった(写真18)。被覆組織弁は薄くなり、吻合部の厚さは正常部と殆んど変わらない(写真19)。組織標本では、吻合部は上皮突起のないやや薄い重層扁平上皮で覆われ、粘膜下組織は粘膜筋板、食道腺を欠き、線維性結合組織となり、食道固有筋層はその下に薄く萎縮して認められる。食道筋層に密着して横紋筋が認められ、両者の間には介在組織は認められない(写真20)。この横紋筋は被覆された肋間筋であり、周辺部に筋線維の軽度萎縮を認める他は著変がなく(写真21)。肋間動静脈は良く開存して内腔に血球を容れ、肋間神経にも著明な変性を見ない。また、肋骨骨膜は萎縮し、化骨は認められなかった(写真22)。

端々吻合+2肋間被覆吻合群では、術後5日目の標本で、食道吻合は部分的に哆開しているが、2肋間弁組組は食道外膜および筋層と密着して吻合部を被覆しており、明らかな縫合不全は認められない。(写真23)

一方、代用食道を用いた吻合群では、豚大動脈吻合+1肋間弁被覆吻合犬 No. 31 の7日目の標本では、補填した豚大動脈は脱落しておらず、食道との吻合部は一部が哆開し、その下に被覆組織弁が食道両断端筋層を引き寄せている状態であった(写真24)。

同種粘膜剝除小腸を用いた No. 37 の12日目の摘出

図5. 組織弁吻合6ヵ月摘出標本説明図(写真20参照)



- | | | |
|-----------|-----------|---------|
| A: 再生粘膜 | E: 組織弁肋間筋 | H: 肋間動脈 |
| B: 食道腺 | F: 縫合糸 | I: 肋間静脈 |
| C: 食道固有筋層 | G: 肋骨骨膜 | J: 肋間神経 |

標本では、補填した小腸片は吻合部内腔に認められず食道断端と被覆組織弁の吻合部は1部分が離解し、明らかな縫合不全を起していた(写真25)。

Ⅲ. 小 括

食道切除後の食道吻合の安全性を向上すると共に、切除範囲の限界を拡大する目的で、胸壁組織弁による食道吻合部の被覆・減張吻合法を考案し、実験犬24頭について吻合実験を行ない検討した。胸壁組織弁とは、肋間筋、胸壁胸膜、肋骨骨膜により構成され、肋間動静脈で栄養される、有茎弁状の組織であり、これを食道吻合部全周へ被覆縫合する。

1 肋間弁を用いた実験群は、食道端々吻合群12頭、アルコール保存豚大動脈代用食道補填吻合群2頭である。実験初期には技術的失敗が多かったが、食道端々吻合群では全体の成功率41.6%、後半6頭では83.3%となり、食道切除範囲は3 cm～6 cmである。179日生存した例では、粘膜面は全く平滑で狭窄もなく、被覆組織弁は食道壁の一部となり、肋間動静脈は開存していた。豚大動脈吻合群2例は成功しなかったが、主として技術的失敗によるものと考えられる。

2 肋間弁を用いた実験群では、成功例が得られなかった。2 肋間弁作成による胸壁欠損の障害が強い上、2 肋間弁では広範な食道切除を試みたためであり、目的とした6 cm以上の食道切除による食道再建は不成功に終わった。

〔Ⅳ〕 総括ならびに考按

食道再建術は、まず19世紀末すでに頸部皮膚成形術が Czerny ら¹⁾ によって行なわれ、Bircher²⁾ は前胸壁皮膚管による頸部食道と胃の連絡に成功している。その後 Wullstein³⁾、Lexer⁴⁾、Kelling ら⁵⁾ は前胸壁皮膚管に前胸壁挙上空腸、胃、結腸を吻合しているが、挙上有茎腸管と食道の吻合は、1907年 Roux⁶⁾ の胸壁前食道・空腸吻合が最初であり、続いて結腸、胃、胃管等の胸壁前挙上、食道吻合が試みられている。胸腔内食道再建法は、1938年 Adams ら⁷⁾ が成功した胸腔内食道・胃吻合術の他、空腸、結腸の有茎挙上法、Heimlich⁸⁾ の胃管挙上法等が考案されている。これ等先人の努力に続いて Sweet, Garlock 等、本邦では瀬尾、大沢⁹⁾ に始まり、桂、中山らの業績によって食道外科は多大の進歩を遂げ、最近では血管吻合を用いる腸管遊離移植法が Seidenberg¹⁰⁾、中山ら¹¹⁾ 等によって行なわれるようになり、現在では胸腔内あるいは胸壁前で胃・腸管を有茎挙上、あるいは遊離移植することにより食道再建が行なわれる。

ところで、食道切除・再建術の最大の適応である食

道癌の治療に関して、癌診断技術の進歩により早期食道癌症例の著増が想定され、扁平上皮癌に特効を有する抗癌剤の開発や照射療法が発達と相俟って、小範囲の切除による根治的食道癌手術が将来可能となる事が期待出来る。このような場合、現在行なわれている胃・腸管を有茎挙上、あるいは遊離移植する方法は、手術侵襲が大きく、健康臓器を大幅に犠牲にするなど欠陥が多いと考えられ、小範囲の切除で胸腔内操作のみで再建が可能であれば理想的な再建法であろう。以上の観点から、著者は食道切除・端々吻合法をこれ等の条件を満たす再建法として注目した。

食道切除・端々吻合術はすでに1901年 Dobromyslow¹²⁾ が初めて犬の胸部食道において成功し、続いて Sauerbruch¹³⁾、Omi ら¹⁴⁾、Enderlen ら¹⁵⁾ の研究が見られるが、Ochsner ら¹⁶⁾ は“食道狭窄の理想的な治療は、罹患部分を切除し後縦隔で食道吻合を行なうことであるが、手術死亡率が高く、採用すべき正当な術式と言えない”と述べている。1946年になり Holt ら¹⁷⁾ は先天性食道閉鎖症の治療に端々吻合法を用いて好成績を挙げ、続いて Swenson ら¹⁸⁾ も同様の報告をしたことによって、食道端々吻合術の成人での適用が再検討され、Syenson ら¹⁹⁾ の実験的研究、Parker ら²⁰⁾ の実験ならびに臨床応用、Gross²¹⁾ の臨床例などの報告が成された。

Swenson ら¹⁹⁾ は犬を用いた実験で胸部食道の50%迄の切除・端々吻合は全例成功したと述べ、Parker ら²⁰⁾ は胸部食道の1/3の切除で成功率67%として、胸部食道癌患者2例に臨床応用を行なって一応の成功を見、また Gross は11カ月の食道狭窄症患者で3 cmの切除後端々吻合を行なって成功する等、いくつかの優れた研究報告が成されているにもかかわらず、食道切除・端々吻合術は特殊な場合を除いて殆んど行なわれていない。その主な理由は、吻合部に高度の緊張が加わり易く、食道壁が脆弱で、血行が比較的不良であることなどから、吻合部の縫合不全を容易に起すものと考えられるためであろう¹⁹⁾。

一般に、食道再建に際しての縫合不全の原因として挙げられるのは、低栄養などの全身的要素の他、吻合部の血流障害、吻合部の緊張、技術的失敗^{22)～25)}、接合部組織障害²⁶⁾²⁹⁾、縫合部感染²⁶⁾等であるが、全身状態の影響と技術的要素を除けば、縫合不全の最大の原因は吻合部の血流障害と緊張であると考えられる^{22)24)26)～32)}。然しながら、Parker ら²⁰⁾ は実験的に胸部食道の全長を遊離しても食道断端部よりかなりの出血を見たと述べており、食道端々吻合に際して血流障害はそれ程懸念するに及ばないとも考えられる。

一方、吻合部の緊張に関しては、食道はその長さが限られ、上下両端が咽頭および噴門でほぼ固定されていることにより、食道切除・端々吻合を行なうに際しては、自ずから切除の限界が生じ、しかも吻合部には高度の緊張が加わると考えられる。さらに、吻合部緊張が縫合不全を招くとすれば、食道切除の範囲が大きい程、端々吻合部の緊張は高度となるはずであり、縫合不全を起こさないような切除限界があると考えられる。

このように、食道切除・端々吻合では、切除可能な範囲に限界があると考えられるのであるが、Parker²⁰⁾は21頭の犬で4~7 cmの切除を行ない、これは胸部食道15 cmに対し平均33%に相当し、端々吻合の成功率は67%であったと述べており、一方Swenson¹⁹⁾は30頭の犬で最小2.5 cm(胸部食道の16.6%)、最大16 cm(80%)、平均51.5%の食道切除を行ない、端々吻合は20頭に成功し、殊に50%以下の切除では全例成功したとしていて、その成績にはかなりの差が見られ、切除限界は明確でない。さらに、切除範囲の限定を余儀なくされる主因と考えられる吻合部の緊張の問題に関しても、Postlewait³³⁾、榎本³⁴⁾、天海³⁵⁾、藤塚³⁶⁾らは吻合部の耐圧力や耐張力について検討しているが、吻合部に加わる緊張を張力で表現して、吻合部に加わる張力と吻合成績について検討した文献はこれ迄見られていない。

そこで著者はまず、食道切除・端々吻合に対する基礎実験として、食道の伸展度、吻合部に加わる張力、吻合部の耐張力について検討を加えた。伸展性が少なく、その上下両端が咽頭および噴門部にほぼ固定されている食道を切除し、端々吻合を行なうためには、欠損部は主として食道壁の伸展によって補なわざるを得ないことになる。体重8~15 kgの中等大の犬の食道全長は約25 cm、胸部食道は約18 cmであり、剔出全長食道はほぼ6 cm迄伸展するが、それ以上は殆んど伸展しない。この際の張力は約3 kgであり、伸展の幅と張力の関係は、伸展幅が増加するに伴い、張力が飛躍的に増大する(図2 A)。張力に対する伸展率から、試みに切除範囲を計算してみると、3 kgの張力では約5 cmの切除で元の長さに復することになり、端々吻合を行なうための機械的な切除範囲は、摘出標本模型で約5 cm以下に限定されることになる。本実験は剔出食道について検討したが、生体では食道は単純な弾性体ではなく、また実際の胸腔内での食道切除・吻合に際しては、栄養血管、胸膜等食道壁に付属する組織の抵抗や横隔膜の移動など複雑な要素が考えられ、この5 cmの切除範囲はあく迄参考値として

考慮されるべきである。

次に胸腔内で食道を切除し、吻合部に加わる張力を検討すると、5 cmの切除では1100 g前後の張力であるが、以後切除範囲が増加すると共に飛躍的に張力は増大し、8 cmで3 kgを越え、これ以上の切除では殆んど両断端を引き寄せる事が不可能となることより、8 cmが食道切除の機械的な限界と考えられる。摘出食道では5 cmの限界であるものが胸腔内では8 cmとなる理由は、主として端々吻合に際しての張力により、横隔膜裂孔部が挙上伸展し、噴門部が上方へ移動するためであろう。術直後の食道吻合部の耐張力は、全層一層吻合法で5 kg以上、層別二層吻合法で4.5 kg以上であり、切除限界と考えられる8 cmの際の張力3 kgに対して充分大きく、端々吻合は機械的には8 cm迄の切除で可能である。

この機械的な食道切除限界8 cmは、食道全長約25 cmに対し32%、胸部食道約18 cmに対し44%に相当する。この成績からは、Swenson¹⁹⁾らの胸部食道の平均51.5%、最大80%の切除には、計測法の違いを考慮しても疑問が生じる。50%を越える切除を行ない端々吻合を行なうためには、恐らく横隔膜食道裂孔部を剝離し、胃を胸腔内へ挙上する等の方法が必要と想像される。いずれにしても、食道切除範囲には機械的な限界として約8 cmがあり、また食道切除範囲が大きくなるにつれ、わずかの切除範囲の増加が吻合部の緊張の著しい増大をもたらすことは充分留意されねばならない。

さて、縫合不全を認めず、2週以上生存したものを成功例とすれば、食道切除・端々吻合実験の成績は、層別二層吻合群において、10例中成功例5例で成功率は50%となるが、切除範囲について検討すると、5 cm以下の切除では6例中4例が成功し、7日目に犠牲屠殺した1例を除外すれば5例中4例、成功率80%となる。これに対し、6 cm切除では2例中1例、50%の成功率であるが、8 cmの切除では共に縫合不全を来たし不成功に終わっている。6 cmの切除を行なうと、吻合部はとても成功するとは思えない程高度に緊張するが、1例に成功しているのは興味深い。

この実験成績より、例数が少なく断定は出来ないが、6 cmの切除でも可能性があると考えられることから、5 cm迄の食道切除・端々吻合は充分安全に行ない得るものと言えよう。この際の吻合部の張力は、5 cm切除時で1100 g前後、6 cm切除時では1800 g前後である。

藤塚³⁶⁾は各種吻合法を比較検討した中で、食道を切断し切除は行わずに吻合して、吻合部抗張力の経時

的变化を見ているが、それによると層別二層吻合では、抗張力は直後約 4100 g、4 日目 3800 g、7 日目 1030 g であるとしている。計測方法の違い、吻合方法の差を考慮すると直接に比較は出来ないが、著者の計測した吻合部抗張力は直後約 4500 g であり、ほぼ同様の数値が経時的変化についても期待されよう。著者は実験成績より 5 cm が食道切除の安全限界としたが、この際の吻合部張力は約 1100 g であり、吻合部張力の経時的変化が余りないものと仮定すると、これは吻合部抗張力 7 日目の値にほぼ一致する。7 日目以降の抗張力値は不明であるが、吻合部耐圧力は一般に 4 日目頃最低値となり 7 日目頃には再上昇する事が知られ³³⁾³⁴⁾、吻合部の癒合は 7 日目頃にはかなり完成される事が想定される事より、抗張力も再上昇してくる事が想像される。従って、吻合部の完成を吻合部張力の観点よりみると、吻合部抗張力の経時的変化の最低値が吻合部張力よりも大きい場合に縫合不全が起これないと想像される。吻合部張力も恐らくは経時的に低下すると仮定すれば、6 cm の切除で直後 1800 g の張力があっても、縫合不全は起こさない可能性がある。これに対し、抗張力が低下した時に吻合部の張力が大でこれを凌駕するようになれば、吻合部は当然哆開し、縫合不全を起こすものと考えられる。

ところで、端々吻合に際しては種々の吻合方法が考えられるが、通常消化管吻合に用いられる Albert-Lembert 二層吻合法は、内腔の狭小化と、緊張の加わる状態での Lembert 縫合に問題があると考え、著者は代表的でしかも優れている吻合法として、全層一層吻合法と層別二層吻合法を採用した。

全層吻合法は歴史は古いが、手技が単純であり、粘膜の接合が良く、内腔の狭小化がない等の利点があり、近年になって再評価され³⁷⁾⁻³⁹⁾、消化管吻合、小児食道吻合等に用いられているが、抗張力も大きい³⁶⁾事は切除後の端々吻合に適当と考えられた。然しながら、本実験では 2 cm 切除の 1 例を除いて全例が不成功に終り、成功率は 17% と低く、6 例中 4 例に縫合不全を認めている。緊張が加わる食道切除後・端々吻合では、縫合糸が食道内腔へ露出して汚染され、吻合部の感染により縫合糸支持力が低下し、遂には吻合部の哆開による縫合不全を来すと想像される。

層別二層吻合法は、最近赤倉⁴⁰⁾によって提唱されている吻合法であるが、粘膜下層の接合を重視し、粘膜、粘膜下層と筋層を別個に二層に縫合する。やや緻密な手技を要するが、吻合各層の接合は良好で、内腔の狭小化もないが、分離した粘膜下層と筋層の間に血腫を形成することがあるとされ、赤倉は内・外の縫合

糸を交叉させることにより、層間の密着性を高めているが、著者は血腫形成を経験せず、縫合糸は交叉させていない。層別二層吻合を行なった 152 日目の摘出標本では、粘膜面に鋸歯状の陥凹を認め、陥凹部では粘膜によって覆われているが、粘膜下組織は薄くなり食道腺、粘膜筋板等正常粘膜下組織は欠如し、筋層は正常な厚さで連続している所見が得られ、緊張と縫合糸の汚染により粘膜側縫合は離開するが、筋層は汚染されず断裂せずに保たれ、両端より粘膜上皮が再生したものと考えられる。狭窄も認められず、緊張の加わる食道切除・端々吻合法として、層別二層吻合は優れていると言えよう。

このような層別二層吻合法は狭窄の発生も少ないようであって、著者の実験では成功例 5 例中 1 例に狭窄症状を認めたが、その程度は軽度であり、米飯食餌は正常は摂食するが、固型食の種類によっては一旦嘔吐し食べなおせば異常なく摂取する状態であった。また Swenson らは 20 頭の成功例中に 1 頭、Parker らも 14 頭の成功例中 1 頭の狭窄発生を認めている程度である。

さて、このように層別二層吻合法により、5 cm 迄の食道切除・端々吻合は充分安全に行ない得ることが判明したが、これは胸部食道の 22% に相当するに過ぎない。これ以上の切除では、6 cm (胸部食道の 30%)、および 8 cm (44%) の切除を行なった例では縫合不全となるものが多く、縫合不全の形態は、吻合部の一部分の哆開により食道内容が漏出することによって起こると考えられることから、吻合部を何等かの方法で減張して吻合部の哆開を防止するような対策、換言すると 5 cm 以上の切除の際にも吻合部緊張張力が吻合部抗張力より常に小さくなるようにすれば、縫合不全を防止出来て、さらに広範な切除が安全となろう。さらに、吻合部を何等かの組織で被覆することにより、吻合部が哆開してもその程度がわずかであれば、縫合不全が防止され、より広範な切除が可能となる事が期待出来る。

このような見地に立脚して、胸腔内で移動可能な被覆材料が問題となるが、現在迄のところ、横隔膜⁴¹⁾、心外膜⁴³⁾⁻⁴⁵⁾、肺⁴⁶⁾⁴⁷⁾、および腹腔より挙上した大網⁴⁸⁾⁻⁵¹⁾等の使用報告があるが、その大部分は気管外科への応用であり、Moore ら⁴⁸⁾、Yasargile ら⁵¹⁾は大網を食道の部分欠損の被覆に用いて成功しているが、大網は軟弱な組織であり吻合部の減張効果は期待出来ない上、開腹手術を要する難点がある。著者は、被覆と共に減張効果も期待出来る強固な組織として、同一手術野より採取可能な胸壁の肋間筋組織に着目

し、これを弁状・有茎に成形して吻合部へ被覆補強する方法を考案した。この組織は、肋間筋、胸壁胸膜、肋骨骨膜により構成され、基部で保存された肋間動・静脈および神経により栄養・支配される。実験初期には、組織弁作成手技の不慣れのため、出血や肺合併症で死亡する例が多かったが、組織弁作成にあたっては、切離中の出血点は十分に止血し、後側では肋骨角付近の剝離を慎重かつ充分に行なう事が肝要である。

この胸壁肋間筋組織を、1肋間筋のものと2肋間筋のものの二種類について検討し、6cm迄の切除で端々吻合が比較的容易であるものに対しては1肋間弁で被覆し、6cm以上の切除で端々吻合が比較的困難であるものに対しては、代用食道を食道断端間に挿入縫合することにより、吻合部の減張を画る事を試み、この場合は吻合部の幅が広がるため主として2肋間弁による被覆を行なった。補填代用食道として、著者は70%アルコールに6カ月間保存した豚大動脈、および同種粘膜剥去小腸を用いたが、代用食道の試みは、手術侵襲が少なく術式も単純な再建法としてかなり古くより多くの試みがなされており⁹⁾その材料も筋膜⁵²⁾53)、皮膚片⁵⁴⁾⁻⁵⁶⁾、異種保存動脈⁵⁷⁾⁵⁸⁾、等の生体組織を始め、金属材料⁵⁵⁾⁵⁹⁾、Berman⁶⁰⁾等による高分子化合物等枚挙にいとまがない。一部には好成績を収め、臨床応用を行なっている報告もあるが⁵⁹⁾⁶¹⁾⁶²⁾、代用食道のみによる食道再建法は未だ問題が多く、一般的に行なわれるには程遠いと言える。代用食道には、食道壁に器質化される狙いのものと、一時的に通過管として役立ち、周囲の結合組織管による新食道形成を狙うものが考えられているが、いずれも、代用補填食道は早晚脱落するようであり、脱落後の周囲組織による食道形成が重要であるようであって、この意味より代用食道を用いると共に周囲を堅固な胸壁組織で被覆する方法は有用であると考えられた。

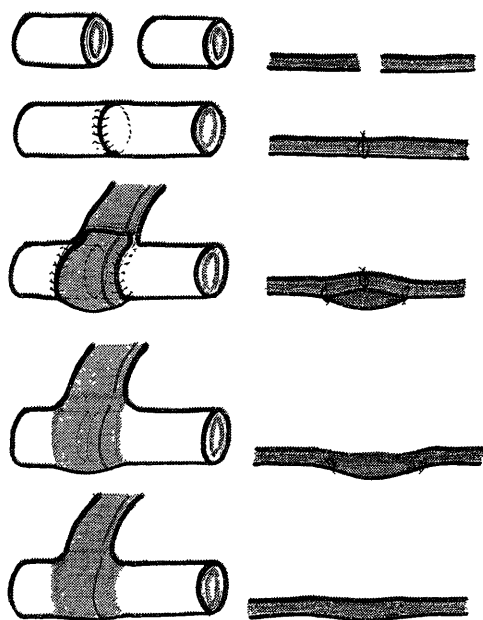
1肋間弁では胸壁欠損部は完全に閉鎖可能で、術後の呼吸状態も良好であったが、2肋間弁では胸壁欠損部の閉鎖が不十分で、術後呼吸運動に障害を残し、実験成績も不良で、2肋間弁では手術侵襲が過大であると考えられることから、1肋間弁を用いることが妥当であると思われる。

2肋間弁を用いた実験群では、縫合不全を来したものが多く、縫合不全は食道壁と胸壁組織の縫合が哆開することによって発生しており、一方1肋間弁によるものでも6cm切除例に縫合不全の発生が見られ、同様に食道壁と組織弁吻合が離開していた。胸壁組織弁の減張効果を考えてみると、組織弁端は肋間筋が薄くなっており、線維成分が少なく、緊張が加わるとか

なり容易に裂けるようで、減張効果は余り期待出来ないと考えられた。これに対し、被覆効果はかなり顕著であって、端々吻合+1肋間弁被覆縫合の1例では、粘膜縫合がほぼ全周にわたって離解し、しかも食道固有筋層は吻合部で非常に薄くなっている事から、組織弁によって縫合不全が防止されたと考えられる。実験成績では、この端々吻合+1肋間弁被覆吻合群が最も成績が良好で、全体で成功率41.6%、技術が向上した後半では成功率83.3%となっている。

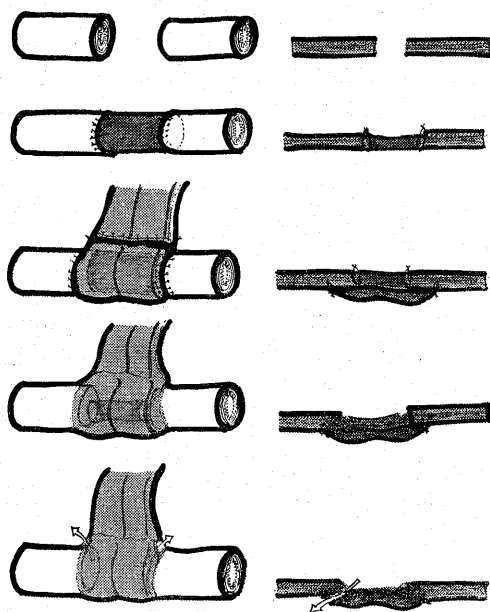
組織弁被覆吻合の治療形態を考えると、端々吻合+1肋間弁被覆吻合では、粘膜側縫合が緊張により離解し、筋層縫合も牽引されて伸展するが、組織で被覆補強されて縫合不全が防止されている間に、粘膜欠損部の肉芽組織は線維性組織に置換され、粘膜上皮が両端より延長・新生して欠損部を完全に覆うと共に、食道筋層と組織弁肋間筋は密着癒合し、次第に萎縮して厚みを減じ平滑となると考えられる(図6)。

図6. 端々吻合+1肋間弁被覆吻合



これに対し、2肋間弁では食道引除範囲が大きい場合に使用したためでもあるが、補填した代用食道が脱落すると共に、吻合部は緊張のために離解の程度が強く、遂には食道と組織弁間の縫合が破綻すると考えられる(図7)。著者の成績では、豚大動脈は7日目にも縫合がかなり強固に保たれていたが、他の報告では5日～4週後に脱落するとされ⁵⁸⁾、同種腸管を用いた

図7. 代用食道補填+2肋間弁被覆吻合



例では壊死により脱落するものようである⁶³⁾。このように、代用食道補填+胸壁組織弁被覆による食道再建の試みは不成功に終り、また組織弁自身を代用食道とする試みも縫合不全により失敗した。

被覆に用いられた胸壁組織弁は、179日の観察では、その厚みを減じ肋間筋の軽度萎縮を示したが、肋間動・静脈は開存しており、さらに長期間肋間動脈より栄養を受けることが推定される。この場合、肋間筋組織に付属する肋骨骨膜の化骨による吻合部の狭窄が懸念されるが、179日目では化骨を認めなかったものの、さらに長期間の観察が必要であろう。また、1例では多発性十二指腸潰瘍を形成していたが、術中は迷走神経の保存に努めてはいるが多少の損傷は避けられず、迷走神経の関与による十二指腸潰瘍の発生は否定出来ない。今後さらに検討を要するところである。

〔V〕 結 語

健康胃・腸管を犠牲にせず、手術侵襲が少なく、胸腔内操作のみで可能な食道再建術式として、食道切除・端々吻合術をとりあげ、犬を用いて実験的に切除後の端々吻合に際しこの切除限界、および吻合部張力の問題を検討し、次の成績を得た。

1. 体重 8~15 kg の犬の胸部食道はほぼ 18 cm である。その44%に相当する 8 cm が食道切除の機械的な限界であり、これ以上の切除を行なうと食道断端を接合させ得ない。

2. 食道切除後の端々吻合部に加わる張力は、2 cm の切除で約 200g, 4 cm で約 600g, 6 cm で約 1800g となり、8 cm では 3200 g となって限界に達する。4 cm を越える付近から張力は著しく増大し、それを越えるとわずかな切除範囲の増加が著しい吻合部の緊張の増大をもたらす。

3. 食道端々吻合部の抗張力は、全層一層吻合で、5.5kg 以上、層別二層吻合で 4.5kg 以上であり、切除限界 8 cm の張力より大きく、食道切除・端々吻合は機械的に可能である。

4. 胸部食道を種々の長さで切除し、全層一層吻合、層別二層吻合によって食道端々吻合を行ない比較検討した。全層一層吻合群の成功率17%に対し、層別二層吻合群では50%が成功したことより、食道切除後端々吻合には層別二層吻合法が有利であると考えられる。

5. 層別二層吻合法による端々吻合実験成績は、5 cm 迄の切除では成功率 80%, 6 cm の切除で 50%であり、8 cm では縫合不全により成功例が得られなかった。この成績から、安全な食道切除の限界は 5 cm と考えられ、これは胸部食道の22%に相当する。この際の吻合部張力は 1100 g 前後であり、端々吻合部張力は約 1 kg 以下である事が望ましい。

6. 層別二層吻合法による不成功例の多くは、食道切除が 6 cm 以上であり、縫合不全は吻合部の一部の哆開によって起っていた。この結果、5 cm 以上の食道切除を安全に行なうには、吻合部を減張すると共に被覆補強する事が必要であると考えられた。その材料として、同一手術野より採取可能で強固な組織である胸壁肋間筋組織に着目し、これを有茎弁状に成形として食道吻合部を被覆する術式を考案した。

7. 食道端々吻合を行ない、吻合部を 1 肋間弁で被覆吻合した群では、成功率83%であり、6 cm の食道切除がほぼ安全に行ない得るが、これは胸部食道の30%に相当する。

8. 2 肋間弁により被覆吻合した群では、食道吻合法の種類にかかわらず成績が不良であったが、胸壁欠損部が大きく、その修復の不完全さが術後呼吸障害を及ぼすこともその原因と考えられ、1 肋間弁の使用が妥当である。

9. アルコール保存豚大動脈、同種小腸を代用食道として補填し、胸壁組織弁により被覆することを試みたが不成功に終った。また、胸壁組織弁自体を代用食道として用いる試みも失敗した。

10. 6 カ月間の観察では、吻合部は粘膜側、外膜側共に全く平滑となり、被覆に用いた胸壁肋間組織は萎縮し、吻合部食道壁の一部として癒合していた。組織

弁の肋間動静脈は開存しており、肋骨骨膜の化骨は認めず、狭窄も見られなかった。

以上のことから、著者の考案した1肋間弁被覆による食道再建法を、早期食道癌の外科的治療法として臨床応用の可能性が充分にあることを強調したい。

稿を終るに当り、終始御懇篤なる御指導と御校閲を賜った恩師水上哲次教授に心からの感謝の意を捧げます。また本研究のための終始御教示、御助言を戴いた辻 政彦博士、中 文 彦博士を始め教室の諸先生に篤く御礼申し上げます。

文 献

- 1) Czerny, V. : Zentralbl. f. Chir., 4, 433 (1877).
- 2) Bircher, E. : Zentralbl. f. Chir., 34, 1479 (1907).
- 3) Wullstein, L. : Deutsche Med. Wchnschr., 30, 734 (1904).
- 4) Lexer : Deutsche Med. Wchnschr., 34, 574 (1908).
- 5) Kelling, G. : Zentralbl. f. Chir., 38, 1209 (1911).
- 6) Roux, C. : Semaine mèd., 27, 37 (1907).
- 7) Adams, W. E. & Phemister, D. B. : J. Thoracic Surg., 7, 621 (1938).
- 8) Heimlich, H. J. : Surgery, 42, 693 (1957).
- 9) 大沢 達 : 日外会誌, 34, 1320 (1934).
- 10) Seideuberg, B., Rosenak, S. S., Hurwitt, E. S. & Som, M. L. : Ann. Surg., 149, 162 (1959).
- 11) 中山恒明・羽生富士夫・岩塚 進雄・遠藤光雄・小林誠一郎・野本昌三・本下祐宏・鈴木 茂・貞永嘉久・秋田善昭・今給黎和典 : 外科, 29, 11 (1967).
- 12) Dobromyslow, W. D. : Zentralbl. f. Chir., 28, 18 (1901).
- 13) Sauerbruch, F. : Beitr. z. klin. Chir., 46, 405 (1905).
- 14) Omi, K. & Karasawa, Z. : Deutsche Ztschr. f. Chir., 124, 574 (1913).
- 15) Enderlen, Hotz & Porzelt : Ztschr. f. d. ges. exper. Med., 3, 108 (1914).
- 16) Ochsner, A. & Owens, N. : Ann. Surg., 100, 1055 (1934).
- 17) Holt, J. F., Haight, C. & Hodges, F. J. : Radiology, 47, 457 (1946).
- 18) Swenson, O. : Surgery, 22, 324 (1947).
- 19) Swenson, O. & Clatworthy, H. W. : Surgery, 25, 839 (1949).
- 20) Parker, E. F. & Brockington, W. S. : Ann. Surg., 129, 588 (1949).
- 21) Gross, R. E. : Surgery, 23, 735 (1948).
- 22) 桂 重次・阿保七三郎 : 臨外, 20, 538 (1965).
- 23) Collis, J. L. : Lancet, Sept., 28, 613 (1957).
- 24) 中村嘉三・森末久雄 : 臨外, 20, 601 (1965).
- 25) 赤倉一郎・掛川暉夫・山 隆市 : 外科診療, 9, 411 (1967).
- 26) 内山八郎・加治佐隆 : 臨外, 20, 587 (1965).
- 27) McNeer, G. : Surgery, 26, 590 (1949).
- 28) Garlock, J. H. : Surg. Gynec. & Obst., 78, 23 (1944).
- 29) Garlock, J. H. : J. Thoracic Surg., 13, 415 (1944).
- 30) Garlock, J. H. : Surgery, 24, 1 (1948).
- 31) Garlock, J. H. & Klein, S. H. : Ann. Surg., 139, 19 (1954).
- 32) 林田健男・天海隆一郎・佐治弘毅・高石清行・越川宏一・松島 松翠 : 癌の臨, 2, 281 (1956).
- 33) Postlethwait, R. W., Weinberg, M., Jenkins, L. B. & Brockington, W. S. : Ann. Surg., 133, 472 (1951).
- 34) 榎本 尚美 : 日外会誌, 59, 204 (1958).
- 35) 天海隆一郎 : 日胸外会誌, 8, 1 (1960).
- 36) 藤塚立夫 : 日胸外会誌, 17, 1 (1969).
- 37) Heifetz, C. J. : Surg. Clinic North Amer., 30, 1481 (1950).
- 38) Heifetz, C. J. : Surg. Clinic North Amer., 40, 1223 (1966).
- 39) Bronwell, A. W., Rutledge, R. & Dalton, M. L. : Ann. Surg., 165, 925 (1967).
- 40) 赤倉一郎 : 手術, XXI, 313 (1967).
- 41) Petrovsky, B. V. : J. Thoracic & C. V. Surg., 41, 348 (1961).
- 42) Vantsyan, A. N. : Arch. Surg., 82, 234 (1961).
- 43) Brewer, L. A. & Bai, A. F. : Am. J. Surg., 89, 331 (1955).
- 44) Moore, T. C. : J. Thoracic & C. V. Surg., 38, 108 (1959).
- 45) Hopper, C. L., Berk, P. D. & Howes, E. L. : Surg. Gynec. & Obst., 117, 83 (1963).
- 46) Moore, T. C. : J. Thoracic & C. V. Surg., 41, 336 (1961).
- 47) Roth, M. : J. Thoracic & C. V. Surg., 41, 342 (1961).
- 48) Moore, T. C. & Goldstein, J. : Surgery, 45, 899 (1959).
- 49) Thompson, S. A. & Pollock, B. : Am. J. Surg., 70, 227 (1945).
- 50) Cannaday, J. E. : Am. J. Surg., 76, 502 (1948).
- 51) Yasargile, E. C. : Surgery, 48, 777 (1960).
- 52) Baronofsky, I. D. & Hilger, J. : Surgery, 355 (1951).
- 53) Dumm, J. B., Macmanus, J. E., Anderson, A. A. & McCormick, R. C. : J. Thoracic

Surg., 30, 368 (1955). 54) Klopp, C. T., Alford, C. & Pierpont, H. : Surgery, 29, 231 (1951). 55) Edgerton, M. T. : Surgery, 31, 239 (1952). 56) Connor, R. G., Campbell, F. H., Pickrell, K. L. & Durcham, N. C. : Surgery, 39, 459 (1956). 57) 白田金爾 : 日外会誌, 56, 1043 (1955). 58) 長順一郎 : 熊本医会誌, 35, 194 (1961). 59) 与芝新平 : 日大医誌, 15, 1939 (1956). 60) Berman, E. F. : Ann. Surg., 135, 337 (1952). 61) Berman, E. F. : Surgery, 35, 822 (1954). 62) Wawro, N. W. : Surgery, 36, 903 (1954). 63) 池田 誠 : 京都府立医誌, 75, 32 (1966).

写 真 説 明

写真1. 開胸, 食道剝離, 5 cm 切除したところを示す。組織の収縮のため 4.5 cm に見える。

写真2. ガーゼ・テープで食道両断端を結紮後, 引き寄せ, コッヘルでテープを固定している。

写真3. 層別二層吻合, 粘膜吻合完了図。

写真4. 層別二層吻合, 筋層吻合も完了し, ガーゼ・テープをはずしている。吻合部は高度に緊張している。

写真5. 5 cm 切除・層別二層吻合犬 No. 11, 術後3カ月目の食道造影写真。正面像で胸中部食道に軽度くびれを認めるが, 側面像では異常ない。

写真6. 層別二層吻合, 7日目の標本。粘膜縫合の一部離開を認める。

写真7. 層別二層吻合, 5カ月目の標本, 外膜側を示す。縫合糸がなければ, 吻合部位は分からない。

写真8. 同上, 粘膜側を示す。粘膜面に鋸歯状の陥凹を認め, 陥凹部粘膜は平滑である。

写真9. 3 cm 切除, 層別二層吻合6カ月の組織標本。中央部に縫合糸を認め, 筋層走行に乱れが目立つ。粘膜下層で両端に食道腺があるが, 中央部分には

欠如する。(×10)

写真10. 5 cm 切除, 層別二層吻合5カ月の標本。左正常部分より粘膜下層が減少し, 右側吻合部では食道腺, 粘膜筋板が消失しているが, 筋層は正常な走行を保つ。(×10)

写真11. 同上, 吻合中央部。筋層走行が乱れるが断裂は全く認めない。(×10)

写真12. 左側斜めにある細長いものが作成した胸壁組織弁(1肋間弁)である。断端をクリップで一時的に止血している。

写真13. 食道吻合部へ1肋間弁を被覆縫合完了したところ。

写真14. 犬小腸粘膜抜去代用食道。

写真15. No. 26に見られた穿孔性多発性十二指腸潰瘍。白矢印で示し, 少なくとも4個ある。

写真16. 胸壁組織弁被覆吻合, 肋間動脈造影。右第5肋間動脈が基部で屈曲し, ループ状となっている。

写真17. 組織被覆吻合14日, 粘膜の離開が高度である。

写真18. 層別二層吻合+1肋間弁被覆吻合犬 No. 26の179日目の摘出標本粘膜面。全く平滑である。

写真19. 同上, 断面。吻合部でもやや厚い程度である。

写真20. 同上, 図5参照。(×15)

写真21. 同上, 肋間筋部。ほぼ正常の横紋筋組織である。

写真22. 同上, 肋間神経(上), 肋間動脈(左), 肋間静脈(右)を示す。1×40

写真23. 端々吻合+2肋間弁被覆, 5日目の標本断面。左側上下の矢印は2肋間弁の幅を示し, 中央矢印は端々吻合部の離間を示す。

写真24. 豚大動脈補填+1肋間弁被覆, 7日目の標本。

写真25. 同種小腸補填+2肋間弁被覆12日目の標本。補填小腸は脱落し, 組織弁が食道欠損部を補填している形となり, 一部分に縫合不全を認める。

Abstract

The common procedure to connect the esophagus with the stomach after resection of portions of the esophagus is to bring up the stomach or intestine into the thorax or antethorax to anastomose with the esophagus. However, this procedure has such disadvantages as undesirable flaws, which are formidable, in consuming time and sacrificing healthy organs too much. Recently, advances in diagnostics have rendered us many cases of esophageal carcinoma in early stages. It is expected to treat these early carcinoma by a short segment resection with the aid of progressing chemotherapy and radiation therapy, and so the need for the method with little violence to restruct the

resected esophagus is expected to increase. The purpose of this paper is to reevaluate the end-to-end anastomosis with special reference to the tensile problem, and to determine the safe limit of resectable length by this procedure. In addition, application of the viable pedicle graft was attempted to relieve the tension and to strengthen the anastomosis. Experimental studies were carried out using forty mongrel dogs weighing 8-15 kg. The results obtained were as follows;

- 1) The limit of resectable length of the thoracic esophagus is found to be 8 cm. for end-to-end anastomosis, which causes a tension of 3 kg. on the anastomosis.

- 2) Two layer anastomosis of layer by layer type gave gratifying results in the series of end-to-end anastomosis with varying degrees of resection, while most cases of single layer anastomosis resulted in the leakage causing pyothorax.

- 3) Anastomosis following esophageal resection up to 5 cm. was successful in 80 per cent of the experimental animals, while, in the cases which had 6 cm. of the esophagus, resected, only 50 per cent survived. None survived when 8 cm. of the esophagus was resected. The safe limit of the length resectable was estimated to be under 5 cm., which corresponds to 22 per cent of the thoracic portion of the esophagus. When 5 cm. of the esophagus was resected, the tension provoked on the anastomosis was approximately 1100 gm., which was considered to be the safe limit of tension against the leakage.

- 4) In order to resect a longer portion safely, the viable pedicle graft was applied to the anastomosis to relieve the strong tension and to restrain small leakage. This graft was a long rectangular flap consisting of intercostal muscles, periostium, parietal pleura and neurovascular bundles mobilized from the chest wall. Eighty per cent of the animals which were resected up to 6 cm. of the esophagus survived by this procedure. After 6 months of the operation, the anastomosed part turned smooth and the intercostal vessels of the graft remained open without causing stricture.

