

溶解性消化管吻合器の開発

第2報 溶解性支持管を用いた一層吻合法の実験的・臨床的研究

熊本大学医学部第1外科学教室 (指導: 宮内好正教授)

坂 口 潮

THE EXPERIMENTAL AND CLINICAL STUDIES OF A SINGLE-LAYER INTESTINAL ANASTOMOSIS WITH A SOLUBLE SPLINT

Ushio SAKAGUCHI

First Department of Surgery, Kumamoto University Medical School

溶解性材料を用いた消化管吻合器を開発する目的でこの研究を行った。ゼラチンを主成分とした溶解性支持管を作製した。これを吻合する腸管の両側断端に挿入して、端々を正確に接合させ、特別に作製した腸鉗子で把持固定し、Jourdan 一層吻合を行った。動物実験を行い、吻合時間の短縮と耐圧力、組織血流量および組織学的治癒状態などの点で満足すべき結果を得た。18例の臨床応用を試み、何ら合併症もみられず、順調な経過をたどった。

溶解性支持管を用いた断端吻合法は、手技も容易で、創治癒理論の点からも合理的な方法であると考える。

索引用語: 消化管吻合法, Jourdan 一層吻合, 溶解性支持管, 吻合器の開発

結 言

消化管吻合を安全、確実に行うための種々の吻合法の改良と、吻合器の開発は古くから続けられてきている。吻合方法においては、近年に至って、創傷治癒機点の面から断端吻合 (end on anastomosis) が最も合理的な吻合法であると考えられるようになった。

そのため、Jourdan, Gambee, Olsen などの一層吻合法や層別二層吻合法が普及するに至っている。一方、吻合器の開発、改良も目覚ましい進歩をとげている。器械吻合による吻合創は、内翻された漿膜面を接着させるもので、治癒機点の面からみると合理的な方法とはいえない。しかし、吻合器は視野の狭い、手縫い吻合の困難な骨盤腔内での腸管吻合や、横隔膜下、食道裂孔上下の吻合には確実、迅速に行えるために広く使用されるに至っている。このように、器械吻合における簡便さと迅速性は創治癒機点上の非合理性を考慮しても、なおあまり有るものと考えられている。

われわれは、断端吻合が容易な手技で行える吻合器

の開発を目的として、この研究を行ってきた。

このような器械には、吻合部消化管の両側の切断面を正確に接合させる器具と、この接合面を接着させる装置とが必要である。

そこで、まず切断面を正確に接合させるための器具の研究に取り組み、すでに本誌に第1報として報告した¹⁾。われわれの考案した切断面を正確に接合させる器具は溶解性消化管吻合器の母体となりうると判断されたので、この器具について詳しく述べてみたい。

I. 溶解性支持管と特殊腸鉗子の作製

切断された消化管断端を正確に接合させるための方法として、溶解性の支持管 (以下、吻合管と略す) を考案した。これを吻合する消化管の両側断端に別々に挿入して、雌雄を合体させると切断面は非常に良く接合される。この吻合管の材料は、20%硫酸バリウムを混じたゼラチンを主成分としてできている。吻合管の外径は直径20mm, 25mm, 29mmの三種類を作製し吻合する消化管の太さに合わせて使用できるようにした。

この吻合管を挿入した腸管を把持固定するために、特殊な円型鉗子を工夫した。これは Mayo-Robson 型

<1985年12月11日受理> 別刷請求先: 坂口 潮

〒860 熊本市本荘1-1-1 熊本大学医学部第1

外科

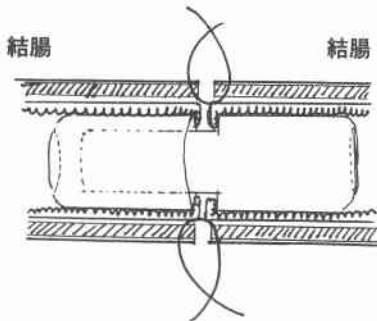
腸鉗子の先端を半円型に弯曲させたもので、一対として用い、2本を固定するためのレールと固定ネジを取り付けたものである。このような吻合管と円型鉗子を用いて、次の動物実験を行った。

II. 実験対象および方法

雑種成犬46頭(体重9~15kg)を用い、ペントバルビタール静脈麻酔下に結腸を切断し、吻合実験を行った。

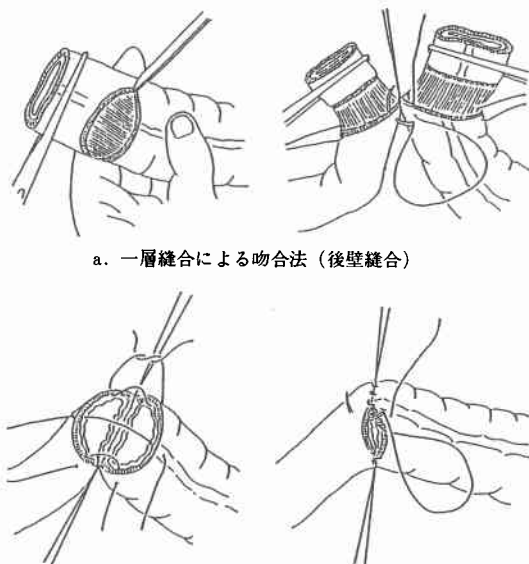
イヌの回盲弁から約5cm 肛門側の横行結腸をメスで切断し(A部)、先に作製した吻合管と円型鉗子を用いて、端々一層吻合(Jourdan法)を行った(図1)。

図1 吻合管を使用したときの Jourdan 吻合。



Jourdan 法

図2 (a, b). 従来の Jourdan 法.



a. 一層縫合による吻合法 (後壁縫合)

b. 一層縫合による吻合法 (前壁縫合)

(文献2より引用)

つづいて、A部より5~7cm 末梢側の結腸を同様に切断(B部)して、通常行われているような方法²⁾で Jourdan 一層吻合(図2 a, b)を行った。上記2カ所の吻合において、(i) 吻合時間の測定、(ii) 吻合部の耐圧試験、(iii) 組織血流量の測定、(iv) 病理組織学的所見、(v) 狭窄や縫合不全などの合併症の有無について検討した。

縫合糸は、無傷害針付 JIS 規格 3号絹糸を用いた。前処置としてイヌには術前24時間は水だけを与え、術後は補液を約500ml 行い、24時間後に通常の水と固形飼料を与えた。

術後1日目、4日目、1週間目、2週間目、1カ月目に屠殺して、上記の項目について検討した。

III. 実験成績

(i) 吻合時間の比較

16頭の手術時間を測って比較検討した。吻合管を使用した場合と使用しない場合の吻合時間を比較すると表1のようであった。吻合管を使用した時の所要時間は9.5±1.4分(M±SD)、使用しない時は13.8±1.9分であった。この成績から吻合管を使用することによって推計学的に有意(p<0.001)に吻合時間は短縮され

表1 吻合時間と合併症

	支持管 使用	支持管 非使用	縫合不全	腸閉塞
No. 1	10	10	なし	なし
No. 2	12	14	〃	〃
No. 3	8	15	〃	〃
No. 4	8	13	〃	〃
No. 5	11	16	〃	〃
No. 6	10	14	〃	〃
No. 7	9	14	〃	〃
No. 8	10	15	〃	〃
No. 9	13	15	〃	〃
No. 10	9	17	〃	〃
No. 11	9	13	〃	〃
No. 12	8	10	〃	〃
No. 13	9	14	〃	〃
No. 14	9	15	〃	〃
No. 15	8	11	〃	〃
No. 16	9	14	〃	〃
平均	9.5±1.4	13.8±1.4		

p<0.001 (時間は分)

ることが分った。

(ii) 耐圧試験 (Bursting Strength) の比較

20頭のイヌを用いた。方法は吻合部を含む腸管約10~15cm 切除し、一方の断端を鉗子で閉鎖し、他方から空気を送入して吻合部からの空気の漏れを試験する air inflation leak test³⁾によって、吻合部の耐圧力を水銀柱で測定した。

結果は図3に示した。吻合管を使用した場合は第1日目92±10mmHg (M±SD)、第4日目は172±20mmHg、第7日目230±16mmHg、第14日目252±11mmHgであった。吻合管を使用しなかった吻合部の耐圧は、1日目100±9mmHg、4日目165±15mmHg、7日目225±18mmHg、14日目246±11mmHgであった。

なお、健常部結腸の漿膜亀裂圧は298±16mmHgであった。この結果からみると吻合管の有無によって、吻合部の耐圧力には推計学的に有意の差は無かった。また、いずれの場合も2週間を過ぎるとほぼ健常な耐圧力に近づくことが分った。

(iii) 吻合部組織の血流量の比較

組織血流量の測定は、水素ガスクリアランス法を用いて測定し、結果は図4に示した。測定器はユニーク・メディカル社製・水素ガスクリアランス式組織血流計を使用した。

吻合管を使用した吻合部では1日目39.3±5.6ml/min/100g (M±SD)、4日目63.4±4.7ml/min/100g、7日目98.5±33.0ml/min/100g、14日目120.3±19.2ml/min/100gであった。

吻合管を使用しなかった吻合部では、第1日目41.5±6.3ml/min/100g、4日目63.5±18.7ml/min/100g、7日目96.1±31.6ml/min/100g、14日目126.1±14.0ml/min/100gであった。以上の結果より、吻合管の有無によって血流量には、有無の差は認められなかった。

(iv) 吻合部の肉眼的ならびに組織学的所見の比較

46頭中16頭の材料を病理学的に検討した。吻合術後4日目、7日目、14日目、30日目に屠殺して両者の肉眼的所見と組織学的所見を比較検討した。

肉眼的所見の結果は表2に示した。

A部とB部における肉眼所見は、両者とも粘膜の腸管内腔への突出は認められず、ほとんど平坦であった。支持管を使用しなかった吻合部には絹糸が粘膜側に半周にわたって残存しているのが認められた。4日目の粘膜はA、B部ともいまだ融合はみられず、吻合線が明瞭に認められた。7日目以後になると粘膜の融合も

図3 耐圧試験

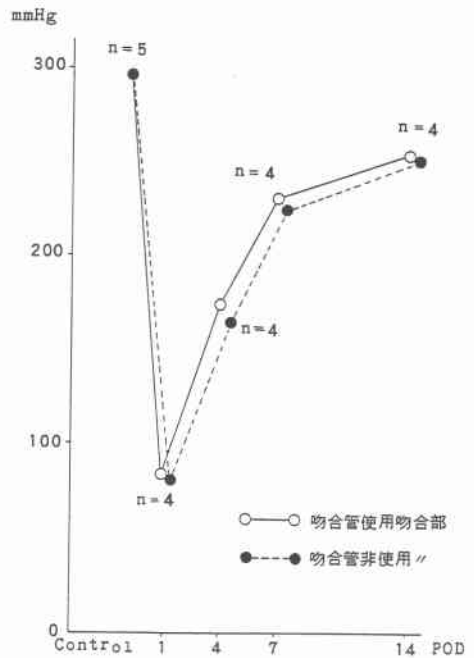
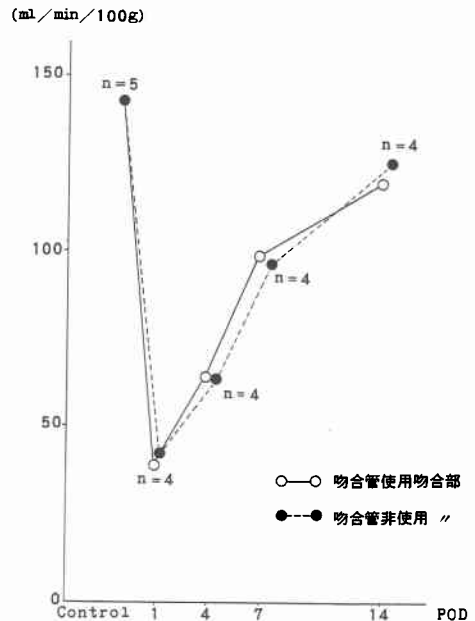


図4 組織血流量



見られた。14日目には吻合線も識別困難なほど、粘膜面は平滑となった。吻合部の病理組織学的所見(表3)では、支持管の有無によって創治癒状態の組織所見の差はほとんどなく、両吻合部とも良好な癒合を認めた。

表 2 吻合部の肉眼的所見

	A 部	B 部
4 日目	粘膜面の突出はなく平坦・粘膜の融合なし。漿膜の接合は良い。縫合糸の結節は全部漿膜側に在る。	粘膜面は平坦・融合なし。縫合糸の結節は半周が粘膜下層に半周は漿膜側に在る。
7 日目	粘膜面は肉眼的にはほぼ融合している。吻合線が識別できない例もある。漿膜の創治癒は完成している。	粘膜面は左に同じであるが、縫合糸の結節が吻合線上に在る。漿膜側・左に同じ。
14 日目	粘膜面の吻合線は、やや膨隆している例も在る。創治癒は完成している。	左に同じ。縫合糸が残存している。
30 日目	粘膜面および漿膜面とも吻合線が識別困難な程治癒している。	左に同じ。

表 3 吻合部の組織学的所見

	A 部	B 部
4 日目	粘膜の癒合はみられない。粘膜下層に浮腫と急性炎症の細胞浸潤を認める。粘膜下層に線維芽細胞の増生を認める。粘膜や固有筋層の adaptation は良い。	
7 日目	粘膜は再生し、癒合した部分もあるが不完全である。粘膜下層の microabscess は少なく線維化が見られる。筋層および漿膜下層には癒合がみられる。	不完全ではあるが、ほとんど癒合している。粘膜下層に残った縫合糸の結節を中心に microabscess を認める。粘膜下層に線維化が見られる。筋層および漿膜下層に癒合を認める。
14 日目	粘膜の癒合は完成し、ほぼ全層にわたり創の治癒状態を呈する。	ほぼ全層の創治癒状態を呈すが上記の microabscess は残存している。
30 日目	組織学的にも吻合部の識別が困難なほど創治癒状態は良好。	左に同じ。

写真 1 吻合実験後、7 日目の肉眼像。A、吻合管を使用した吻合線。B、従来の方法による吻合線

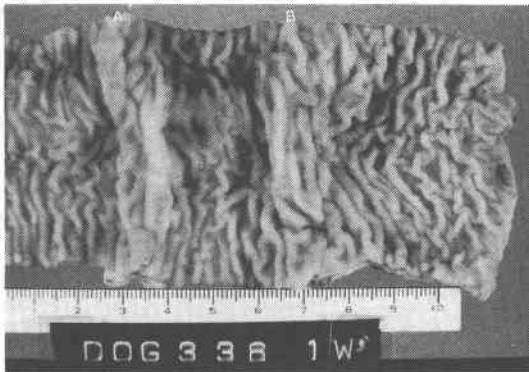


写真 2 7 日目の吻合部組織像。粘膜下層に microabscess、漿膜下層に絹糸の残存を認める。



術後 4 日目の所見で、粘膜下層の浮腫と急性炎症細胞の浸潤、線維芽細胞の増生を認めた。粘膜や筋層および漿膜の接合は良好であった。7 日目では粘膜層は再生上皮でおおわれ癒合しているが、絹糸の残存した粘膜下層、漿膜下層および漿膜筋層に microabscess が認められた(写真 2)。14 日目では粘膜下層、筋層、漿膜の癒合は良好で浮腫や炎症細胞の浸潤は消失し十分

な線維化がみられた。術後 30 日目の所見は、14 日目のそれとほとんど変化なく、断端吻合にふさわしい創治

癒状態を認めた。組織学的に腸管の癒合が完成するのは、上記の所見から判断して、ほぼ7日前後であろうと思われた。

(v) 吻合部の縫合不全、狭窄などの合併症の有無について

46頭について屠殺した時の腹腔内所見では縫合不全は1頭も認めなかった。また、吻合部狭窄によって、腸閉塞を起したイヌや、吻合部より口側の腸管が拡張したイヌは1頭もなかった。

したがって吻合による合併症は全くなかったと判断される。

IV. 小 括

消化管の一層吻合を行う際、吻合管を用いて行うと従来の方法で行うより約3分の1の時間が短縮される。この利点は特殊鉗子で腸管の両側を縫合しやすく、固定することによって、術者と助手の手術操作が円滑に運ぶからであろう。吻合管と腸管の口径が不適合の場合には、従来の方法で吻合した場合とほとんど同じ時間を要し、吻合管を使用する利点はないようである。吻合部の耐圧試験をみると Jourdan 法の実験成績の報告は見当たらないが、一層吻合法の中で Gambee 法の報告は多く Coronin³⁾ら、丸山⁴⁾、榎本⁵⁾、葛西⁶⁾の報告とはほぼ同様の耐圧力を示した。われわれの行った Jourdan 法は、吻合管使用の有無によって耐圧力に差はなく、諸家の報告した断端吻合法、特に Gambee 法と同等の耐圧力を示していた。吻合部の組織血流量の測定では、白金電極を粘膜下層にとどめる手技が非常に難しく、したがって測定値にも相当の偏差がある。

組織血流量は術後1日目に約40%程度減少するが、術後4日目、7日目で急速に回復し、2週間ではほぼ元に復した。

吻合部の肉眼的ならびに組織学的所見は第1報に詳しく記載したので、本稿では、簡単な記載にとどめた。縫合不全、狭窄あるいは出血などが吻合術後の合併症としては最も多いが、実験後にこれらの合併症を認めたイヌはなく、これまで行ってきた方法は安全で、臨床例に応用可能であろうと判断した。

V. 吻合管の臨床応用

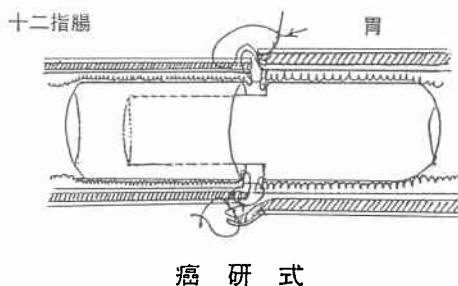
これまでの実験結果をもとに、吻合管の臨床的有用性について検討した。対象は表4に示したように、胃・十二指腸吻合11例をはじめ18例に吻合管を使った吻合を行った。

吻合方法は、胃・十二指腸吻合には癌研式吻合⁷⁾(図5)9例と、Jourdan法を2例、他の吻合には全例

表4 吻合管を使用した吻合(臨床例)

吻合部位	例数	吻合法
胃・十二指腸吻合	11	Jourdan法 2
		癌研式 9
回腸・回腸吻合	1	Jourdan法
回腸・結腸吻合	1	Jourdan法
結腸・直腸吻合	5	Jourdan法
計	18	Jourdan法 9
		癌研式 9

図5 吻合管を使用した時の癌研式吻合法



Jourdan法を行った。

これら18例について、吻合管の溶解性の検討、運針操作の手技の難易度、吻合部狭窄や縫合不全などの合併症の有無について検討した。なお、縫合糸は無傷害針付 Vicryl 000号(吸収糸)を全例に用いた。

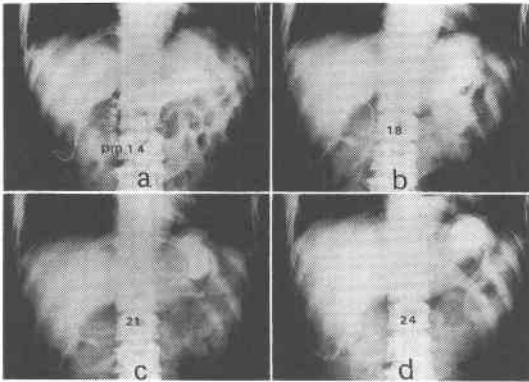
(i) 吻合管の溶解性について

この点については、第1報で詳細に述べたので、ここでは臨床的知見のみを記すこととする。直径29mmの吻合管を使用して胃・十二指腸吻合を行った症例に、手術終了時から3~4時間ごとに腹部X線単純撮影を行って、吻合管の溶解してゆく様子を観察した。

また、18例全例に、手術後病室に帰って、ただちに腹部X線撮影を行い、翌日24時間後に再度腹部X線撮影を行った。経時的観察では、吻合部に挿入した吻合管は約1時間後には、残胃の中へ移動していた(写真3 a)。5時間後には吻合管の原型は崩れて溶解が進んでいることを示していた(写真3 b)。8時間後には、ほぼ溶解しておりバリウムは残胃に大部分が残存していた(写真3 c)。11時間後には液状となったバリウムが残胃に認められた(写真3 d)。

このように吻合管は体温と消化管内の水分によって溶解され、溶解時間は10時間前後を要するものと推察された。また、臨床例18例において撮影された24時間

写真3 (a, b, c, d) a. 吻合1時間後, b. 吻合5時間後, c. 吻合8時間後, d. 吻合11時間後.



後のX線写真で吻合管が残っていた例は全くなかった。

(ii) 手術手技の優位性

従来、われわれは胃・十二指腸吻合 (Billroth I 法) には癌研式吻合を行ってきた。これは内層が胃の粘膜層と十二指腸全層, 外層は胃の漿膜筋層と十二指腸の漿膜筋層を縫合する二層吻合法である。

この吻合法を行う際, 9例に吻合管を使用したところ, 従来の癌研式で行った場合は, 後壁の外側縫合を行い, 次いで内層縫合を行っていた手術の手順が, われわれの方法では, 内層が先に, 次いで外層縫合の順になった。

2例の胃・十二指腸吻合に Jourdan 法で一層吻合を行った。吻合管を十二指腸側と胃側に挿入して円型鉗子で固定する (写真4) と吻合部の両側断端は同じ口径となり, 解剖学的な層が容易に識別できた。

そのため, 胃の漿膜側から針を刺入し, 粘膜下層に出し, 次いで十二指腸の粘膜下層に刺入し, 漿膜に出す Jourdan 法は運針が非常に容易であった。回腸・回腸吻合は吻合部の口径がほぼ同等であり, 腸管壁の厚さも同じであるために吻合管を使用すると, 動物実験で得られたと同様の優位性を認めた。

回腸・結腸吻合と結腸・直腸吻合においては, 口側腸管の口径が小さく, 肛門側腸管の口径が大きいため, 使用する吻合管のサイズは口径の小さな方に合わせて使用した。吻合操作は動物実験で行った方法と全く同様であるため省略する。

18例の臨床的経験から, 胃・十二指腸吻合 (Billroth I 法) には, 吻合管を用いた場合は癌研式吻合よりも Jourdan 法を行った方が, はるかに縫合糸の数が少な

くて済み運針操作も容易であった。術後の胃・十二指腸吻合部は癌研式吻合でも, Jourdan 法でも内腔の狭窄や縫合不全はなく良好な通過状態を示した (写真5)。

回腸・結腸吻合や, 結腸・結腸吻合後のX線像 (写真6) でも狭窄や縫合不全はなく, 吻合管を使用した一層吻合法は, 十分臨床応用が可能であることが知られた。

一方, 吻合管の使用が困難な場所は, 視野の悪い食道・空腸吻合や, 低位前方切除術の際の結腸・直腸吻合であり, これらの場所での吻合は, 鉗子の工夫が必要であろう。

(iii) 合併症の有無について

消化管吻合における重篤な合併症は吻合不全, 狭窄などが多いが, 18例の中で臨床的に縫合不全を疑わせる症状, すなわち腹痛, 発熱, 白血球増多などを認められた例は無かった。また, 吻合部の狭窄については, 全

写真4 術中写真, Billroth I法にさいし吻合管を入れて特殊鉗子で固定した状態。

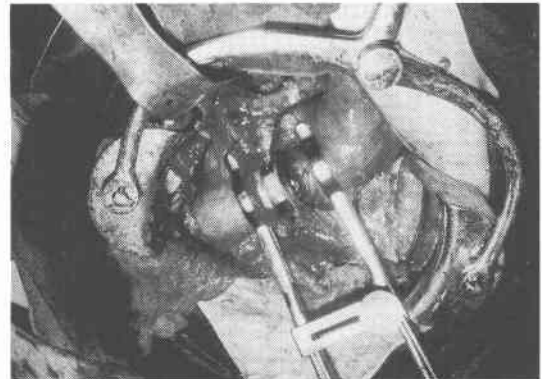


写真5 術後2週間目の吻合部X線像, 吻合部の狭窄は認めない。

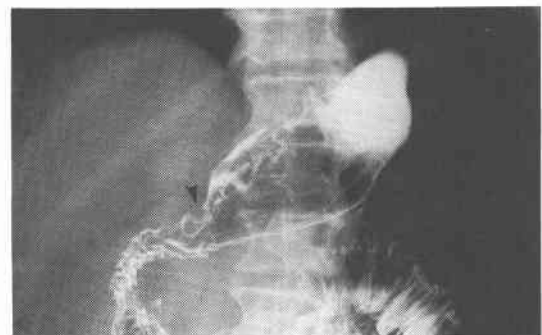


写真6 術後2週間目の吻合部X線像。吻合部の拡張は良好。



例に術後、消化管透視を行い吻合部の通過状態を確認した。その結果、吻合部狭窄を認めた例はなく、縫合不全を示す造影剤の leakage を認めた例はなかった。

VI. 考 察

近年になって断端吻合法 (end on anastomosis) の合理性が強調されるに至って、日常臨床でも一層吻合法や層別二層吻合法が普及してきている。一方では1972年、ソ連製の消化管吻合器 (PKS-25型) が、わが国に紹介されて以来、幾多の改良を重ねて、安全、確実に迅速な吻合が可能となってきた。しかし、先にも述べた通り、器械吻合における吻合部の創治癒過程は消化管の漿膜面での癒合を期待するもので、創治癒理論からみると合理的な方法とはいえない。そのための改良の余地が残されている。

1892年 Murphy⁹⁾の発表による Murphy Button は腸管内に金属ボタンを splint として挿入し、ボタンの間で内翻された腸管の漿膜面が癒合した後で、肛門からボタンが排泄された。

この報告は無縫合吻合法としても画期的な方法であり、また腸管内に splint を入れる方法の基礎ともなっている。その後も、splint または、ボタン式の吻合法に関する報告は、数多く認められている。

近年にいたり Jansen⁹⁾(1981年) は結腸・直腸磁石層別吻合器について報告した。これは雌雄に分かれた合

成樹脂製の splint に磁石を装着したものである。吻合法は、層別二層吻合法で、低位の結腸・直腸吻合では、粘膜層のみを端々に磁力によって圧迫吻合し、漿膜・筋層は縫合しない。高位の結腸・直腸吻合には、前記の圧迫吻合に、漿膜・筋層縫合を追加する方法で、磁石を含む splint は7ないし12日後に肛門から排泄される。臨床例21例に應用して、吻合不全が2例(9.5%)に起こったと述べている。また Hardy¹⁰⁾(1985年)は、腸管内で分解する無縫合吻合環 (biofragmental ring) について報告している。

これは polyglycolic acid を材料としており、Murphy Button と同様の原理と形態を有する吻合環で、吻合法は内翻圧搾式吻合法である。吸収性材料で出来ているため、吻合後11ないし16日後に、数十個に分解されて肛門から排泄される。この方法は動物実験のみで、いまだ臨床応用には至っていない。

Jansen の方法はわれわれの方法と同様、断端吻合を意図した点で共通する所があるが、splint が腸管内で異物として作用する懸念があるために、上部消化管では使用し難いものと思われる。しかし、これまで報告された吻合器の中では、腸管の創傷治癒過程において最も生理的な吻合が可能なものといえよう。

一方、Hardy の biofragmental ring は、無縫合吻合法として、迅速性、簡便性を重視し、さらに材料が腸管内で小さく分解されるため、異物としての危険性もなくしたという点で、優れた方法といえよう。しかし、内翻圧搾式の吻合創はいわゆる、腸管の1期的癒合¹¹⁾は期待できず、合理的吻合法とはいえない。これらに比べて、われわれの吻合管は吻合に必要な時間だけ splint としての役割を果し、手術後に腸管内の異物として、合併症を起こす懸念が無く有利であると思われる。

18例のわれわれの臨床成績から、本法は断端一層吻合に極めて有用で、吻合法は、Jourdan 法、Gambée 法、Olson 法、Bennett 法など、いずれの方法でも良いと考えるが、刺創管膿瘍を予防するためには針を粘膜面に通さない Jourdan 法が良いと思われる。

VII. 結 語

1. 消化管吻合を容易な手技で確実かつ迅速に行うために、ゼラチンを主成分とした溶解性支持管 (吻合管) を作製した。

2. 46頭のイヌを用いて、吻合管を使用した Jourdan 吻合と従来の Jourdan 吻合を行い、吻合時間の比較、耐圧試験、組織血流量測定および合併症の有無につい

て検討した。

3. 吻合時間は吻合管を使用した方が有意 ($p < 0.001$) に短縮された。耐圧試験, 組織血流量, 組織学的検索では, 吻合管の使用の有無によって, 有意差を認めなかった。また, 46頭を全例屠殺して合併症の有無を調べたが縫合不全, 狭窄や出血など認めなかった。

4. 吻合管を用い胃・腸管の断々吻合に臨床応用し, 18例に行った。吻合管は人の消化管内では約10時間で溶解することが判った。

胃・十二指腸吻合に吻合管を用いた癌研式吻合と Jourdan 吻合を行ったが, Jourdan 吻合の方が手術手技は容易であった。

5. 18例, 全例とも合併症を起こさず, 良好な経過をたどった。

6. この方法は断端一層吻合を行うには安全・確実で, 吻合時間も短く, 創傷治癒理論にも適った吻合法であると考えられる。

稿を終るに臨み御指導, 御校閲を賜った宮内好正教授に感謝致します。また, 本研究に御協力戴いた高砂医科工業, 井上遷氏, 三浦義雄氏, 熊本大学附属病院薬剤部, 中野真汎教授, 岩奥玲子, 児島強の各位および教室の上原範常, 金子泰史, 矢野克比古, 内田満国の諸先生に深謝致します。

本文の一部は第26回日本消化器外科学会(昭和60年7月札幌)に発表した。

文 献

- 1) 坂口 潮, 上原範常, 宮内好正ほか: 溶解性消化管吻合器の開発. 第1報. 腸管吻合における溶解性支持管の有用性. 日消外会誌 18: 2123-2130, 1985
- 2) 陣内伝之助, 村井紳浩: 外科 34: 1200-1212,

1972

- 3) Cronin K, Jackson DS, Dunphy JE: Changing bursting strength and collagen content of the healing colon. Surg Gynecol Obstet 126: 747-753, 1968
- 4) 丸山圭一, 伊藤一二, 二輪 潔ほか: 消化管吻合の原理からみた縫合不全の対策. 微細血管像 Collagen量などによる検討. 日消外会誌 11: 18-25, 1974
- 5) 覆本光伸: 結腸一層吻合法における縫合手技に関する実験的研究. 日消外会誌 11: 734-747, 1978
- 6) 葛西洋一, 中西昌美, 柿田 章ほか: 異常環境下での消化管吻合法. 外科治療 47: 67-75, 1982
- 7) 梶谷 銀, 西 満正: 私の広範幽門側部分切除術. 陣内伝之助, 村上忠重, 堺 哲郎編: 胃手術のすべて. 下巻, 東京, 金原出版, 1971, 491-493
- 8) Murphy JB: Cholecysto-intestinal, gastro-intestinal, entero-intestinal and approximation without sutures. Med Record 42: 665-676, 1892
- 9) Jansen A, Brummelkamp WH, Davies GAG et al: Clinical applications of magnetic rings in colorectal anastomosis. Surg Gynecol Obstet 153: 537-545, 1981
- 10) Hardy TG, Pace WG, Maney JW et al: A biofragmentable ring for sutureless fowel anastomosis. Dis Colon Rectum 28: 484-490, 1985
- 11) Jensen A, Becker AE, Brummelkamp WH et al: The importance of the apposition of the submucosal intestinal layers for primary wound healing of the intestinal anastomosis. Surg Gynecol Obstet 152: 51-58, 1981