

結腸一層吻合法における縫合手技に関する実験的研究

和歌山県立医科大学外科学講座(消化器) (指導: 勝見正治教授)

榎 本 光 伸

THE EXPERIMENTAL STUDIES ON THE ANASTOMOTIC TECHNIC OF ONE-LAYER COLONIC ANASTOMOSIS

Mitsunobu ENOMOTO

Department of Surgery (Digestive Surgical Division), Wakayama Medical College

結腸吻合には、Albert-Lembert 内翻二層縫合が一般的に用いられてきたが、最近の諸家の研究の結果、断端一層縫合あるいは層別二層縫合の有効性が言われるようになった。しかし一層縫合では、二層縫合と異なり、一针の縫合糸のゆるみや、一箇所の縫合糸間隔の広すぎがあっても、吻合後早期の内容物の漏れが起こる危惧があり、縫合手技にはとくに注意が必要である。著者は、Gambee 一層縫合における縫合手技について、縫合糸間隔、糸の締め方が、吻合創治癒にいかなる影響を与えるか、また吻合部もれ圧試験の意義に関して、実験的研究を行ったので報告する。

索引用語 結腸、一層縫合、縫合手技

I 緒 論

結腸吻合には、漿膜接合を目的とする Albert-Lembert 内翻二層縫合が、一般的であったが、最近の諸家の研究の結果、腸管吻合創の治癒は、粘膜下層が主役であり、断端で行われることが解明され、断端一層縫合あるいは、層別二層縫合が、行われるようになりつつある。著者らも最近 Gambee 一層縫合法を採用することによって、過去の Albert-Lembert の二層縫合法の縫合不全率11.8% (17/144) より、3.3% (4/121) へと著しく減少せしめ、腸閉塞等の異常環境下でも Gambee 法で好成績をおさめつつある(表1)。従来縫合不全には低蛋白血症、貧血その他の全身的因子が重要視されたが、最近縫合手技に大いに問題があるとも主張されている²⁾。一般に一層縫合は、二層縫合より吻合創の治癒がよいといわれるが、一層縫合では一箇所の縫合糸間隔の広すぎ、糸の縫合糸のゆるみがあると、吻合後早期の内容物の漏れが起りはしないかという危惧があり、吻合手技には、二層縫合以上に注意が必要であろうと考えられる。著者は、Gambee 法における吻合手技について、縫合糸間隔、糸の締め方が、吻合創治癒に如何なる影響を与えるか、また吻合部もれ圧試験が果して有意義であるかど

表1 教室の腸吻合・縫合不全発生率

	救急待期		良性悪性		計
二層縫合	7/48	10/96	11/100	6/44	17/144
S40. 1~49. 5	(14.6)	(10.4)	(11.0)	(13.6)	(11.8%)
一層縫合	0/20	4/101	0/36	4/85	4/121
S49. 4~55. 2	(0)	(4.0)	(0)	(4.7)	(3.3%)

うかに関して、実験的研究を行い、いささかの知見を得たので報告する。

II 研究目的ならびに検索項目

A 縫合糸間隔の検討

消化管吻合に際しての縫合糸間隔は外科医個々の考えおよび経験等により適宜なされており、実際に実験的研究を行った論文はほとんどみあたらない。従来二層縫合が行われてきたため、この問題についての関心は薄かったためと思われるが、一層縫合では、縫合糸間隔が即吻合後早期の縫合不全の問題に連なると思われる。そこで実際の臨床面で、microsurgery でなく、最も細かくできうる2~3mm の細か目の縫合糸間隔と、一方粘膜のadaptation が可能でしかも外翻しない程度に広く縫合する6~8mm 間隔、およびその中間の4mm 間隔の3群に分け、吻合部の肉眼所見、縫合不全率、耐圧試験、浮

腫, 組織所見, hydroxyprolin, 微細血管像について比較検討し, 一層縫合時の最も適当な縫合糸間隔を明らかにせんとした。

B 縫合糸の締め方の検討

吻合手技上の問題として, 縫合糸間隔と共に, その締め方についても古くから議論されているが, 一般に糸の締め方が強いと血行障害, あるいは組織の挫滅が強いといわれ, 糸はゆるく締める方がよいとされている³⁾。また反対に Poth⁴⁾ の “crushing” bowel suture の報告のように漿膜筋層を crush する方法がある。著者は, Pothのごとく糸が漿膜筋層にくいこむほど強く締める群と, モスキート鉗子の先端が入る位に弱く締めた群およびその中間の締め方の3群に分け, 肉眼所見, 耐圧試験, 組織所見, 微細血管像について検討した。

なお縫い代をいかほどにするかも手技上重要な問題であり, 縫合糸間隔, 糸の締め方とも極めて関連して来るが, 今回はすべて縫い代を結腸壁の厚さとして一定にした。

C 吻合部もれ圧試験

一層縫合では, たった一針の不確実な縫合によっても縫合不全の危険性を伴い, 適当な縫合糸間隔であっても粘膜のとり方, 縫い代が, 一定でなければ, 均一な吻合部張力が得られない。又針による粘膜の損傷等吻合部の一部でも弱い箇所ができると縫合不全の危険性がある。ではその check はどうすればよいであろうか。秋山⁵⁾は吻合部は water tight でなければならぬという考えより縫合後モスキート鉗子の先をさしこんで, それがズボット入るようであれば, 一針追加しているという。また一方きれいに縫合してあっても, 相当内圧が高ければ, water tight にならない。完全に外界とは seal された縫い方でなければならぬと述べている。著者は, 吻合直後耐圧試験を行い, どれぐらいの圧でもれを認めるかを測定し, 3日目にも再度, もれ圧試験を行い, 吻合直後どれぐらいの圧に耐えうれば, 安全に吻合部の治癒が行われるかを検討し, 縫合糸間隔および縫合糸の締め方から見た吻合部の安全性を check する方法として, 吻合直後のもれ圧試験の意義について検討した。

III 実験動物ならびに方法

A 縫合糸間隔の検討

① 動物ならびに方法

雑種成犬 (体重8~15kg) 81頭を用い, 12時間絶食, 水分のみ自由に許可し, 術前の排便, 排尿以外特別な bowel preparation を行わず, 30mg/kg の pentobarbital

で導入後 GOF 挿管麻酔施行, 無菌的に下正中切開にて開腹, 結腸中央部を切断後, 腸鉗子を断端より各々1cm 離してかけ, 縫合糸として atraumatic needle つき3-0 polyglycolic acid (Dexon) を用い, 全周 Gambee 法で確実にメジャーで規定の間隔を測定しながら縫合する。なお縫い代は腸管壁の厚さとし, 粘膜は少し長めに残し粘膜のとり方は2mm とし, 糸の結びはすべて外科結紮を行った。術後24時間は水分のみを与え, 以後普通食を与えた。また抗生物質, 術中補液は用いていない。測定は, 術直後, 3日, 7日に以下の観察を行った。

② 測定項目ならびに方法

イ) 肉眼所見

吻合部の癒着, 狭窄, 炎症の程度を肉眼的に表3のごとく score 0~3として表わした。

ロ) 縫合不全発生頻度

表2 Hydroxy-proline 測定法 (Neuman-Logan 法)

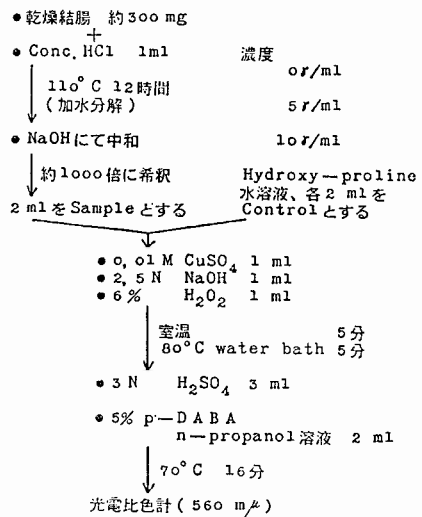


表3 吻合部肉眼所見スコア

	癒着	狭窄	炎症	
3日目	2~3mm	1.1	0.3	1.7
	4	1.4	0.4	1.6
	6~8	1.6	0	1.8
7日目	2~3mm	2.1	0.2	1.2
	4	1.7	0.1	1.0
	6~8	1.6	0.2	1.2

スコア	癒着	狭窄	炎症
0	(-)	腸管径の3/4以上	(-)
1	手手的剝離可能	3/4	軽度
2	困難	1/2	中等度
3	他臓器癒着	1/4以下	強度

縫合不全をきびしく判定し、ピンホール大の穿孔、瘻孔形成 micro-abscess をも含めて縫合不全とした。

ハ) 耐圧試験

吻合部を含む約 10cm の腸管をとりだし、一側は6号絹糸でしばり、他方よりチュービングし、色素剤(メチレンブルー)を入れた液体で手動的に加圧し、吻合部より最初に色素液が漏れる圧を最高の耐圧として、マンメーターで測定した。

ニ) 浮腫(組織含水量)

Adamsons⁹⁾法に順じ、吻合部を中心に2cm長の結腸を切除し、生食で洗滌後ガーゼで水分をふきとりすみやかに重量を測定する(wet weight)。乾燥器にて80°C、24時間乾燥、再び重量を測定する(dry weight)。wet weightよりdry weightを差し引いた値をwet weightで割り、100をかけた値を% water contentとし、吻合部の浮腫を組織含水量として表わした。

ホ) 組織学的所見

吻合部を中心に2cm長の結腸を取り出し、10% formalin 固定後、Hematoxyline-Eosin 染色および Azan-Mallory 染色を行い、急性炎症性細胞浸潤、肉芽形成および癒痕形成については、それぞれ異常に過度のもの(卅)、中等度(廿)、軽度(十)とし、また粘膜上皮の再成については、完全なもの(卅)、不良のもの(十)、その中間を(廿)とし、(卅)、(廿)、(十)をscore 3, 2, 1として表わした。

ヘ) Hydroxyproline 量

吻合部の創治癒の指標である collagen 量をその構成成分の一つである hydroxyproline 量として、Neuman-Logan⁷⁾法にて定量した(表2)。殿田⁸⁾によると正常成犬結腸の hydroxyproline 量は、 $20.77 \pm 0.48 \text{r/mg}$ (N=10)であるが、個体差がありその量でもって創治癒を判定するのは危険である。そこで著者は、吻合部を5cm離れた腸管を対照とし、その百分率でもって判定した。

ト) 微細血管像

星野⁹⁾の局所循環法に順じ、A. mesenterica caudalis に3号アトム管を挿入し、dextran で灌流後、造影剤として、Micropaque を注入し、formalin 固定後、500~1,000 μ の切片をきり、超軟X線で撮影した。読影および判定は、北島¹⁰⁾の判定法に準じ、局所の循環障害を示す avascular area、出血(pooling 像)と、癒合の指標となる vascular communication について検討した。

B 糸の締め方の検討

① 動物ならびに方法

雑種成犬27頭を使用し、縫合糸間隔はすべて4mmとし、Aと同様の方法にて結腸の Gambee 法を行い、縫合糸を漿膜筋層に食いこむほど強く締める群と、メスキート鉗子の先端が込る位に弱く締めた群およびその中間の締め方の3群に分け、吻合直後、3日、7日に屠殺剖検した。

② 測定項目ならびに方法

イ) 糸の締め方とループの長さ

上記各3群の一部につき、縫合終了後、直ちに抜糸し、そのループの長さを測定した。

ロ) 肉眼所見: A②イ)に準ず

ハ) 耐圧試験: A②ロ)に準ず

ニ) 組織所見

A②ハ)に準じて炎症性細胞浸潤、肉芽形成、癒痕形成、上皮再成の4点で検討した。また組織学的に、うっ血、浮腫、変性壊死の3点について、強度(卅)、中等度(廿)、軽度(十)で表わし、scoreをそれぞれ3, 2, 1とした。

ホ) 微細血管像: ②ニ)に準ず

C 吻合部もれ圧試験

① 動物ならびに方法

雑種成犬11頭を使用し、実験Aの方法に準じ、縫合糸間隔4mmおよび6~8mm間隔で、Gambee法を行った群と、6~8mm群で、吻合直後の耐圧試験後、もれ部を漿膜筋層縫合で補強した群の3群について、吻合直後のもれ圧試験後閉腹し、3日目に再開腹し、再びもれ圧試験を行った。

② 測定方法

吻合完了後、経肛門的に、カフ付カテーテルを吻合部を越えて入れ、口側を腸鉗子でクランプした後、色素剤の入った生食を腸管に注入して加圧し、吻合部より色素剤のもれをみはじめた圧をもれ圧とした。

IV 結果

A 縫合糸間隔の検討

1. 縫合糸間隔と糸の数

成犬結腸の平均外周は、5.6cm (n=10)であり、2~3mm間隔では16~18針、4mm間隔では14針、6~8mm間隔では8~10針を要した(各10頭平均)。

2. 肉眼所見(表3)

癒着は3日目では、2~3mm群で、score 1.1、4mm群で1.4、6~8mm群は1.6と縫合糸間隔が広い程強いが、逆に7日目では、2~3mm群2.1、4mm群1.7、6~8mm群1.6と間隔が狭い程高値を示した。

狭窄は、3群とも腸管径の1/2となることはなく、3群間にも特別な差異を認めない。

炎症所見も、3群間に著明な差は認めず、3日目で、score 1.6~1.8、7日目で1.0~1.2であった。

3. 縫合不全発生頻度 (表4)

3日目の縫合不全率は、2~3mm 群で13% (2/15)、4mm 群で22% (2/9) に対し、6~8mm 群は50% (5/10) しかも内1例は死亡という高値を示しており、6~8mm の縫合糸間隔では、かなりの危険性を伴う。しかし7日目では、2~3mm 群20% (3/15)、4mm 群11% (1/9)、6~8mm 群11% (1/9) と同程度になり、3日目と異なってむしろ2~3mm 群にややその頻度が高い。

表4 層剝検時縫合不全発生率 (%) 67頭

	3日	7日
2~3mm	13% (2/15)	20% (3/15)
4mm	22% (2/9)	11% (1/9)
6~8mm	50% (5/10)	11% (1/9)

4. 耐圧試験 (表5)

吻合直後の耐圧は、縫合糸間隔4mm 群で、170±5.8mmHg、2~3mm 群で180±11.5mmHg とかなりの高圧に耐える。しかし6~8mm 群は、40mmHg 以下でもれを認めた。この圧は6~8mm 群と、2~3mm および4mm 群との間に、P>0.05で有意差を認める。3日目の耐圧は、諸家の報告と同様低値を示すが、2~3群で100±11.5mmHg、4mm 群で150±0mmHg であるのに対し、6~8mm 群は40mmHg 以下である。しかし7日目では、3群とも正常腸管漿膜亀裂の起こる299±8.3mmHg (n=10) ⁸⁾ の高圧に耐えている。

表5 耐圧試験 (M.±S.E. mmHg)

	直後	3日	7日
2~3mm	180 ±11.5	100 ±11.5	310 ±47.7
4mm	170 ±5.8	150 ±0	290 ±5.8
6~8mm	40 ↓	40 ↓	285 ±6.7

正常腸管漿膜亀裂圧 299±8.3mmHg (n=10)

5. 浮腫 (組織含水量) (表6)

組織含水量でみた吻合部の浮腫は、3日目、7日目ともに6~8mm 群、4mm 群、2~3mm 群の順に高値を示し、6~8mm 群は、3日目82.66±0.35%で、2~3mm 群の81.24±0.20%、4mm 群の81.60±1.15%に対し有意差 (P>0.05) を認める。7日目では、2~3mm 群は、80.08±0.85%で、正常犬結腸含水量79.83±0.20

表6 組織含水量 (M.±S.E. %)

	3日			7日		
	吻合部	Control	%	吻合部	Control	%
2~3mm	18.26 ±2.01	23.03 ±0.71	79.3	19.31 ±1.53	23.27 ±0.13	83.0
4mm	15.56 ±0.75	21.76 ±0.88	71.5	15.31 ±1.27	20.04 ±1.63	75.0
6~8mm	16.00 ±0.84	21.07 ±1.68	75.9	15.89 ±0.92	20.35 ±2.05	78.8

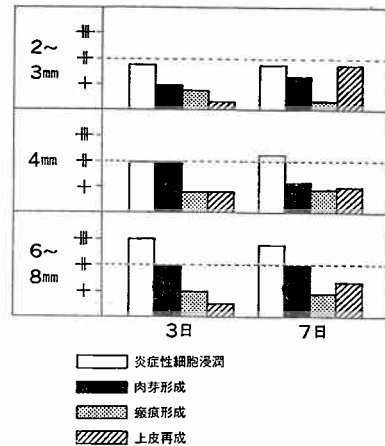
正常結腸 Hydroxyproline 量 (n=6) : 20.77±0.48

%⁹⁾に達するが、4mm、6~8mm 群は、それぞれ80.80±0.34%および81.58±0.43%で、なお浮腫の存在を示していた。

6. 組織学的所見 (表7)

急性炎症細胞浸潤は、3日目は、2~3mm 群で score 1.7、4mm 群で2.0に対し、6~8mm 群は、3.0と高く、

表7 組織学的所見



7日目でも2~3mm 群1.7、4mm 群2.3に対し、6~8mm 群は、2.8と依然高い。また肉芽形成の面でも、6~8mm 群は、3日目2.0、7日目2.0と他の2群より強い。瘢痕形成は、3群共同程度である。また組織癒合を示す上皮再成の面でも、3群間の特別な差はみられない (写真1-a, b, c)。

7. Hydroxyproline 量 (表8)

術後3日目で、吻合部と control を比較すると、4mm 群は15.56±0.75r/mg (71.5%) と落ちこみが強い。2~3mm 群は、18.26±2.01r/mg (79.3%)、6~8mm 群は、16.00±0.84r/mg (75.9%) である。3日目より7日目にいたる復元性よりみると、2~3mm 群は、79.3%より83.0%で、4mm 群は、71.5%より75%と同程度であるが、6~8mm 群は、75.9%より78.8%と前者よりや

写真1a 2~3mm, 3日目, H.E. ×40

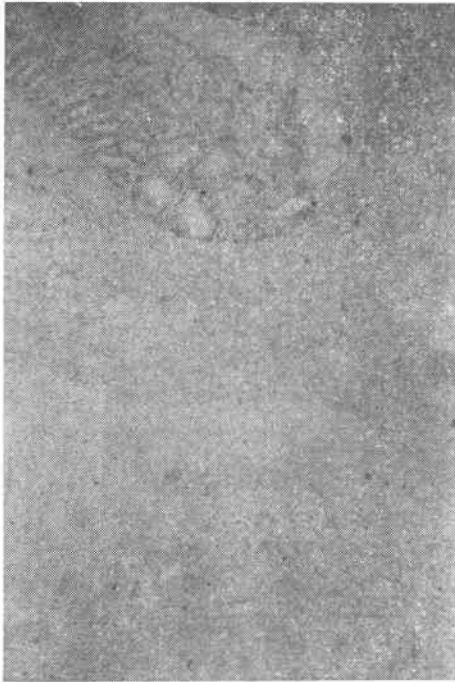


写真1b 4mm, 3日目, H.E. ×40

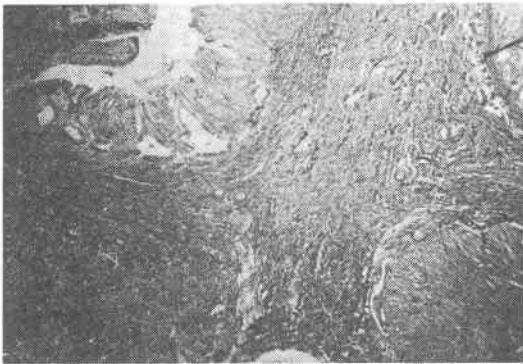


写真1c 6~8mm, 3日目, H.E. ×40

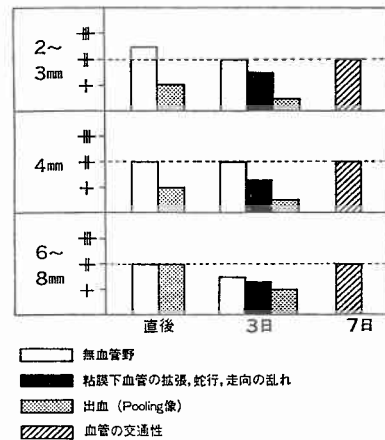


表8 Hydroxyproline 量 (M.±S.E. γ/mg dry weight)

	3 日	7 日
2~3mm	81.24 ± 0.20	80.08 ± 0.85
4mm	81.60 ± 1.15	80.80 ± 0.34
6~8mm	82.66 ± 0.35	81.58 ± 0.43

正常結締含水量 (n=6) : 79.83 ± 0.20

表9 微細血管像



や劣る.

8. 微細血管像 (表9)

術直後では、6~8mm 群は、断面の血行がよく保たれているが、出血がより多く、造影剤のもれを認める (写真2-a)。また 6~8mm 群は、術後3日目でも pooling 像が、4mm, 2~3mm 群に比して強い (写真2-b)。avascular area は、2~3mm 群の3日目にやや強い (写真2-c)。7日目では、3群とも、avascular area, 粘膜炎下血管の拡張, 蛇行, 走行の乱れおよび出血

がなくなり, vascular communication¹ は3群とも、同程度にみられる (写真2-d)。

9. 小括

縫合糸間隔の広い 6~8mm 群は、吻合部の局所血行がよい点を除いて、3日目の癒着および炎症が強く、縫合不全も3日目で50%と高く、耐圧の面でも、術直後、3日目とも 40mmHg 以下と低値を示し、浮腫も強く、hydroxyprolin の復元性も悪く、また組織所見で炎症性細胞浸潤が強い結果を得た。従って一層縫合において

写真2a 6~8mm, 吻合直後

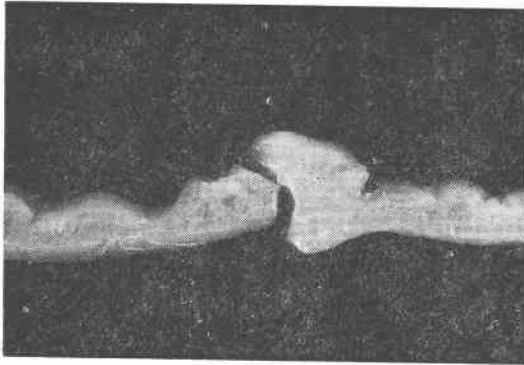


写真2c 2~3mm, 3日目

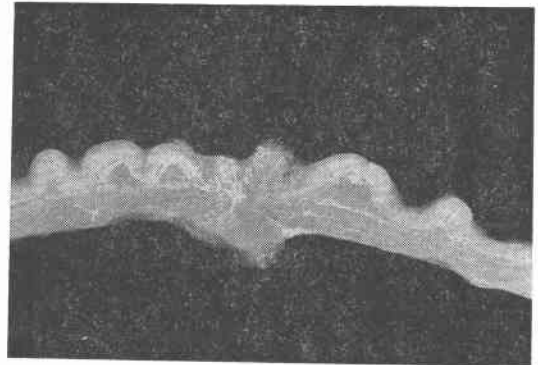


写真2b 6~8mm, 3日目

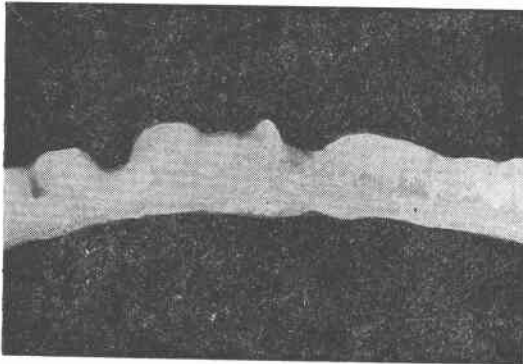
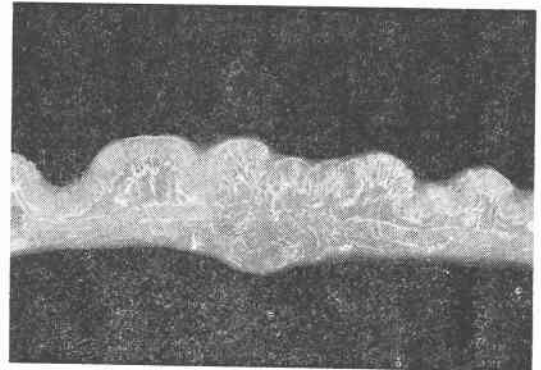


写真2d 4mm, 7日目



は、やや細かめの縫合糸間隔が必要であるといえる。ところが2~3mm 間隔では、糸の数が多くなり、糸による障害と考える7日目の癒着が強いこと、吻合直後および3日目の avascular area がやや強いことが判明した。一方4mm 間隔は、縫い代を腸管壁の厚さにしているから、丁度縫合糸間隔と縫代が、正方形となり、断面の adaptation がよく、吻合直後の耐圧も、 $170 \pm 5.8 \text{mmHg}$ とすぐれており、3日目の耐圧も $150 \pm 0 \text{mmHg}$ で、前谷¹⁴⁾のいう初期の物理的結合期間を理想的に経過し、生物学的結合のはじまる3~4日目の hydroxyproline 量の復元性および vascular communication. 組織所見にも他の2群よりもすぐれていた。以上より適当な縫合糸間隔は、犬結腸吻合において、4mm であるとの結論を得た。

B 縫合糸の締め方の検討

1. 糸の締め方とループの長さ

漿膜筋層を crush する位に強く締めた群では糸のループにして、 $2.96 \pm 0.20 \text{mm}$ (M±S.D.), モスキート鉗子の先端が入る位に弱く締めた群では糸のループは、

$7.96 \pm 0.22 \text{mm}$, その中間の締め方では、 $5.00 \pm 0.23 \text{mm}$ (各 n=10) であった。

2. 肉眼所見 (表10)

癒着は、3日目で強く締めた群は、score 1.0, 中間の締め方で1.4, 弱く締めた群で1.7であり、7日目でも3日目と同様、強い群1.3, 中間群1.7, 弱い群2.0と弱く締める程癒着の程度がます。

表10 肉眼所見スコア (N=18)

		癒着	狭窄	炎症
3日目	強	1.0	0.3	1.0
	中	1.4	0.4	1.8
	弱	1.7	0.7	2.0
7日目	強	1.3	0.3	1.0
	中	1.7	0.1	1.0
	弱	2.0	0.3	1.3

炎症所見は、3日目で強い群の score 1.0, 中間群1.8, 弱い群2.0, 7日目では強い群1.0, 中間群1.0, 弱い群1.3と弱く締める程炎症所見も強くみられた。

狭窄は、3日目で強い群の score 0.3, 中間群0.4, 弱い群0.7, 7日目では強い群0.3, 中間群0.1, 弱い群0.3

表11 糸の締め方別の耐圧試験 (27頭)
(M.±S.E. mmHg)

	直后	3日	7日
強	147±3.3	117±8.8	267±8.8
中	170±5.8	150±0	290±5.8
弱	110±5.8	80±11.6	247±8.8

と3群間の差はあまりない。

3. 耐圧試験 (表11)

吻合直後の耐圧は糸を強く締めた群で、147±3.3 mmHg で、中間群の 170±5.8mmHg とあまり差はない。弱く締めた群も 110±5.8mmHg で、4mm 間隔で縫合すれば、弱く締めても吻合直後の耐圧性は十分に有している。3日目では強い群 117±8.8mmHg, 中間群 150±0mmHg, 弱い群80±11.6mmHg で弱い群はやや低値をとるが、穿孔例はない。7日目では強い群267±8.8 mmHg, 中間群290±5.8mmHg, 弱い群247±8.8mmHg で3群間の差は少なくなり、かつ吻合部は強靱となり、内圧を高めると吻合部からのもれよりも健常部の漿膜亀裂が先に起こる。

4. 組織所見

炎症性細胞浸潤、肉芽形成、癒痕形成、上皮再成の4点で検討するに、とくに著明な差が現われたのは、3日目の炎症性細胞浸潤で、中間の締め方の score 2.3, 弱い群1.7に対し、強く締めた群は、1.3と最も軽度である。また7日目の上皮再成の点でも、強く締めた群は中間群および弱い群ともに score 1.0に対し、1.7とすぐれている。他の所見には特異な差はみられない (表12)。うっ

表12 組織学的所見

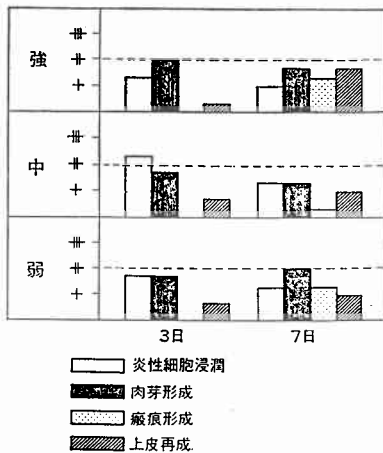
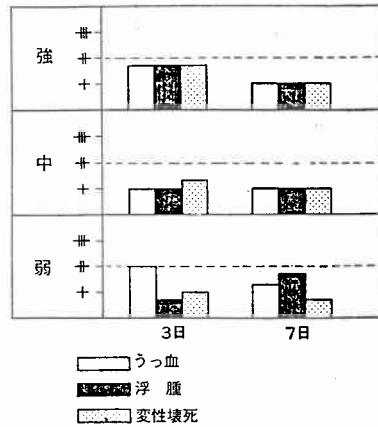


表13 組織学的所見



血、浮腫、細胞変性壊死の3点について検討するに、うっ血は3日目の弱い群で score 2.0と高く、次いで強い群1.7, 中間群1.0の順である。浮腫は3日目の強い群で、score 1.7, 中間群1.0, 弱い群0.7であるが、7日目では弱い群が score 1.7と逆に高値を示している。細胞の変性壊死は、強い群の3日目が、score 1.7と最も高値を示すが、7日目では3群の差はみられない (表13)。以上をまとめると、強く締めた群は細胞浸潤が軽度であり、上皮再成がすみやかであるといえるが、3日目の細胞の変性壊死と浮腫が強い傾向にある。弱く締めた群は細胞浸潤が強く、3日目のうっ血が高度で7日目の浮腫が強い。中間の締め方は3日目の細胞浸潤が強い点を除いて前2群の中間像を呈した (写真3-a, b, c)。

5. 微細血管像 (表14)

表14 微細血管像

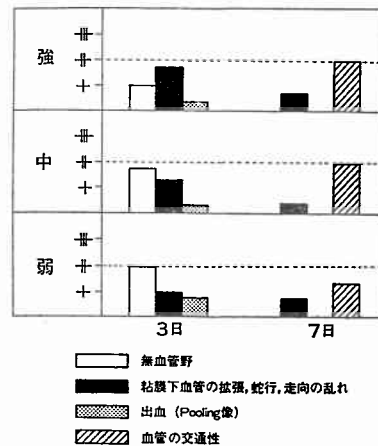


写真3a 強く締めた群, 3日目, H.E. ×40



写真3c 中間の締め方, 7日目, H.E. ×40

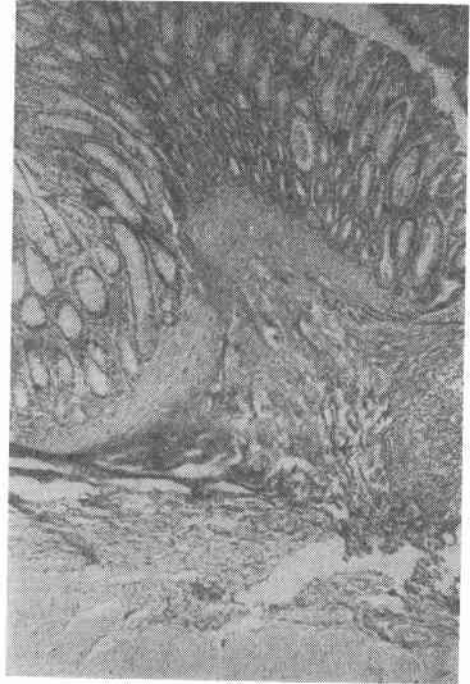


写真3b 弱く締めた群, 3日目, H.E. ×40



糸を強く締めた群では、3日目の avascular area の score は1.0と低く、submucosal vessel の走行の乱れが score 1.7と高いが、7日目の vascular communication は score 2.0と良好である (写真4-a)。糸を弱く締めた群は3日目の avascular area は、score 2.0と高く、粘膜下血管の走行の乱れは、score 1.0であるが、7日目の vascular communication は score 1.3と不良である (写真4-b)。中間の締め方では前二者の中間の成績で7日目の vascular communication 2.0と良好である (写真4-c)。

6. 小括

P.G.A. 糸を用い縫合糸間隔 4mm の場合糸の締め方の強弱による吻合部治癒への影響は余り差をみなかったが、糸を弱めに締めると3日目の耐圧が、 80 ± 11.6 mmHg とやや低く、癒着も多くなる傾向がある。また細胞浸潤が強く、うっ血も高度で、7日目の浮腫が強い。これは糸を弱く締めると止血が悪く、滲出液、出血等の治癒障害因子が関与するためと考える。しかし穿孔犬はなかった。糸を強く締め漿膜筋層を crush する方法は、Poth⁴⁾ の報告では、粘膜下組織の強靱な点を利用しており、吻合直後の耐圧も、犬小腸で300mmHg であ

写真 4a 強く締めた群 3日目

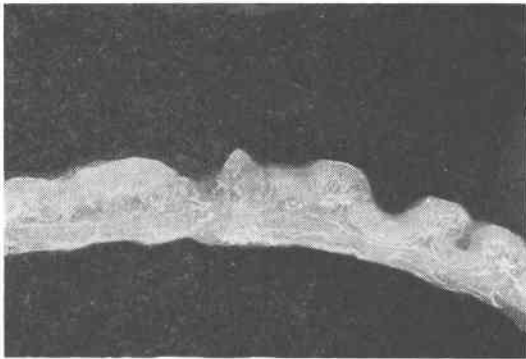


写真 4b 弱く締めた群, 3日目

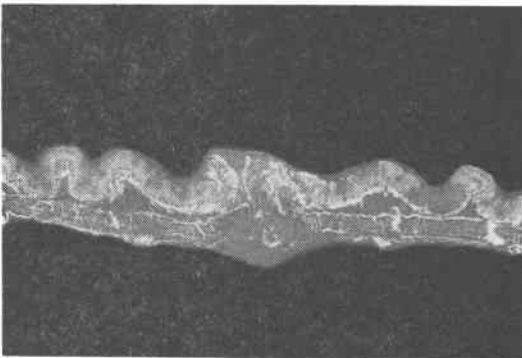
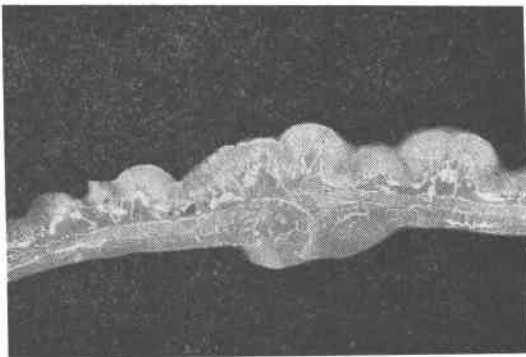


写真 4c 中間の締め方, 7日目



り、また組織癒合にもすぐれていると述べている。著者の結果でも吻合直後で、 $147 \pm 3.3 \text{ mmHg}$ の耐圧を有しており、3日目の変性壊死が強い点を除いて細胞浸潤が軽度で、上皮再成にもすぐれていた。中間の締め方では、各測定項目で、強めの締め方と、弱めの締め方の中間の価を示した。以上より、糸の締め方に関しては、弱い目よりも強い目の方が良い結果がでたが、粘膜下組織

が漿膜筋層より脆弱な腸管での吻合の場合は、強い目の締め方は物理的結合の面で不向であると考えられる。糸の締め方は、吻合部断端の adaptation が良好にできうる強さで、粘膜下組織が組織癒合にすぐれていると言われたので、とくに粘膜下組織の adaptation に注目した強さが最適であると考えられる。

C 吻合部もれ圧試験

1. 生体外と生体内との比較

実験Aは屠殺剖検時の生体外での観察であったが、はたして生体内と生体外に差をみないかどうかを検討した(表15)。生体外の吻合部耐圧は、術後3日目に最低値を示すが、生体内では、吻合直後が最低値を示す。吻合直後では、生体内と生体外の差は余りみられず、縫合糸間

表15 生体外と生体内との耐圧試験

	(M. ± S.E. mmHg)			
	吻合直後		3日目	
	生体内	生体外	生体内	生体外
4mm	127.3 ± 5.0	170 ± 5.8	233.3 ± 3.3	150 ± 0
6~8mm	53.5 ± 4.3	$40 \downarrow$	46.3 ± 18.8	$40 \downarrow$

隔4mm群で、生体内 $127.3 \pm 5.0 \text{ mmHg}$ 、生体外 $170 \pm 5.8 \text{ mmHg}$ であり、6~8mm 間隔群では、生体内 $53.5 \pm 4.3 \text{ mmHg}$ 、生体外 40 mmHg 以下である。3日目では、4mm 群は、 $233 \pm 3.3 \text{ mmHg}$ と非常に高い圧に耐え、吻合部からのもれよりもききに漿膜亀裂を起す。しかし6~8mm 群は、 $46.3 \pm 18.8 \text{ mmHg}$ と吻合直後と差はなく、8頭中4頭に縫合不全を認めた。

2. もれ圧試験施行後の耐圧再試験

吻合直後のもれ圧試験と術後3日目の耐圧再試験の変化は、表16のごとく、4mm 群は、 118 mmHg 以上の圧に耐え、全犬3日目には 230 mmHg 以上の圧に耐えている。6~8mm 群は、3日目の耐圧が60および 130 mmHg

表16 もれ圧試験 (11頭) (mmHg)

犬No.	縫合糸間隔	術直後	3日目
1	4mm	129	250
2	"	135	230
3	"	118	250
4	6~8mm	68	130
5	"	73	60
6	"	66	0
7	"	55	0
8	" Δ	55	100
9	" Δ	37	88
10	" Δ	48	0
11	" Δ	44	0

Δはもれ部を漿膜癒合にて補強

と順調に経過した例もあるが、2例に3日目完全な穿孔を認めた。また6~8mmで、吻合直後のもれ部を漿膜筋層縫合のみで補強した群も4例中2例に穿孔をみた。73mmHg(水柱にして約100cmH₂O)以上の吻合直後耐圧があれば、縫合不全はなく順調に経過したが、73mmHg以下では、8例中4例に穿孔をみている。

3. 吻合直後のもれ圧の低い例の検討

もれ圧の低い実験犬はすべて縫合糸間隔が6~8mmであり、もれ部を漿膜筋層縫合にて補強した群も含めて、術直後および3日目の全頭において、もれ部は腸間膜対側であった。また吻合直後のもれ部と、3日目のもれ部は、8例中1例を除きすべて同一部位であった。穿孔はピンホール大2例、1cm大1例、半周穿孔1例で、8例中4例に穿孔をみた(表17)。

表17 もれ圧の低い場合の検討

No	吻合直後の耐圧(mmHg)	縫合糸間隔(mm)	もれた部位	3日目の耐圧(mmHg)
4	68	6~8	腸間膜対側	130
5	73	6~8	"	60
6	66	6~8	"	ピンホール大穿孔
7	55	6~8	"	半周穿孔
8	55	6~8△	"	100
9	37	6~8△	"	88
10	48	6~8△	"	1cm大穿孔
11	44	6~8△	"	ピンホール大穿孔

(△は漿膜縫合にて補強)

4. 小括

屠殺剖検時の吻合部耐圧と、生体内での耐圧では、かなりの差がみられた。これは生体内の実験は同一犬の観察で、吻合直後にもれ圧試験を行うことは、人工的にleakageを作っていることになり、術後の癒着が強くなる。また生体内では、腸間膜があり、血行が温存されていることが、生体内よりも内圧に対する腸管壁の弾力性に富んでいると考えられ、そのために術後3日目では、生体内の方が、生体外より耐圧性にすぐれていたと考えられる。吻合部のもれは、縫合糸間隔4mm群では、3日目にみられなくなり、233±3.3mmHgとかなりの高圧に耐えるが、6~8mm群は、そのもれの状態が持続し、もれ部は吻合直後と全く同一部位である。この結果より早期の縫合不全は吻合直後すでに低圧でもれる部位があることが原因であるといえる。また吻合直後に、73mmHg、水柱にして約100cmH₂O以上の耐圧性を有していなければ、術後3日目に50%(4/8)の率で、縫合不全を招いている。縫合糸間隔の検討で、4mm

が最適であったが、同時に吻合直後の耐圧が、100cmH₂O以上でなければ縫合不全の危険性があることが判明した。ゆえに吻合直後に一定の圧で吻合部のもれがないかどうかをcheckすることが必要であり、言葉をかえれば耐圧試験は縫合不全を未然に防ぎうる一手段として重要である。またもれ部の補強は漿膜筋層縫合のみでは50%(2/4)の率で、縫合不全を招く結果より、漿膜筋層縫合のみの補強では不十分であり、吻合直後100cmH₂O以下の圧でもれを認めたなら、Gambie法にてていねいに追加縫合すべきであると考えられる。

V 考 察

近代、消化管吻合手技は、1812年 Travers¹²⁾の腸管創の治癒には、漿膜面の接合が重要であるという基礎的研究をもとに、1820年 Lembert¹³⁾が、腸管吻合部の治癒は、他の創の治癒と異なり、断端で行われるのではなく、内翻された漿膜面によるとの考えより、漿膜筋層を内翻する一層縫合、いわゆる seromuscular inversion suture を報告したのに始まる。次いで、1881年 Czernyは腸内容の漏出を少なくするために漿膜筋層縫合に粘膜縫合を加えた二層縫合を行った。1881年 AlbertはCzerny-Lembertの変法として、全層縫合に漿膜筋層縫合を加えたAlbert-Lembert内翻二層縫合が、止血や抗張力の点ですぐれていると主張して以来、この方法は今日まで最も一般的な方法として使用されてきた。一方、1887年 Halsted¹⁴⁾は腸管組織中最も強靱な場所として、粘膜下層を指摘し、この層は犬夫な結合組織よりなり、豊富な血管を有し、最も早く癒合を始め、治癒機転は断端から始まると報告し、粘膜下層を重視する考えを発表した。この考えは、1920年 Sabin¹⁵⁾が血管内へ墨汁を注入する方法で、粘膜下層の血管の豊富さを証明しており、1951年 Sakoは粘膜下層はvascular communicationが優れていると述べ、また1967年 Healy¹⁷⁾は漿膜筋層と粘膜を切除し、粘膜下層のみで一層縫合を行い、18例中1例に狭窄を認めたが、縫合不全は全くないとの実験結果より粘膜下層の重要性が実証されている。このように漿膜面のみ接合や、吻合当初の物理的結合を重視する従来の吻合法に代って、粘膜下層を重視する吻合、すなわち創断端を正確に接合させる断端吻合いわゆるend-on anastomosisが採用されるようになってきた。1951年 Gambie¹⁾、1967年 Beling¹⁸⁾、1966年 Hepp & Joudan¹⁹⁾、1967年 Bronwell²⁰⁾、1968年 Olsen²¹⁾、1970年 Bennet²²⁾らによって内翻一層縫合の有用性が指摘され、わが国においても陣内²³⁾らによって結腸吻合および

回腸結腸吻合術において Hepp & Joudan 法が採用されている。一方、Albert-Lembert 吻合法においても吻合部の治癒は断端で起きる反応が主体であり、Albert の内翻法でも、断端を正確に接合させる必要があるとの考えより、層別に吻合する層々二層縫合が、赤倉²⁴⁾、梶谷²⁵⁾、秋山²⁶⁾らによって提唱されている。Gambee 法は、彼自身の10年間の報告²⁷⁾および1967年 Hamilton²⁸⁾、1970年 Mc Adams²⁹⁾ の追試があり、わが国では、丸山³⁰⁾、阿部³¹⁾、北島¹⁰⁾、土屋³²⁾らによって臨床面に応用されている。著者らも、1974年10月、68歳の女性でS字状結腸癌によるイレウス症例に結腸切除後の再建に Gambee 法を施行し、おおむね良好な結果を得て以来、結腸吻合に Gambee 法を採用している。しかし一層縫合であるために、たった1針の不確実な縫合によっても縫合不全の危険性があるといわれなければならない。吻合直後に不安をおぼえるような吻合法はさけるべきで、吻合の完璧な手術手技が要求される。今回の実験は、消化管吻合手技の基本である縫合糸間隔、縫合糸の締め方、吻合部もれ圧試験の3点より、創治癒を検討して Gambee 吻合法の完成を期せんとした。

<縫合糸間隔について>

縫合糸間隔を主題とした研究は数少なく、わずかに Sako and Wangenstein¹⁶⁾ が犬の胃、小腸、大腸の各種吻合での一層縫合では、5mm apart, 5mm cuff がよいとしている。腸管吻合創は、術直後より腸内容にさらされている。とくに大腸では細菌も多く存在する。したがって十分な sealed を得た吻合をしなければならない。両腸管断端がようやく合致する程度に広げた6~8mm 間隔では、術直後および3日目の耐圧は、40mmHg 以下で、3日目の縫合不全発生率は50%と高い。2~3mm 間隔では間隔が狭いために血行障害をきたして縫合不全を招いた例はないが、術直後の avascular area がやや強い。4mm 間隔にすれば、前谷¹³⁾のいう吻合初期の物理的結合および術後3~4日目に始まる生物学的結合にもすぐれていた。すなわち 4mm 間隔では、術直後は 170±5.8mmHg とかなりの高圧に耐える。これは粘膜下層の強靱さおよび少し余分に残した粘膜の弁作用によると考える。また術後3日目は、諸家¹⁰⁾²⁸⁾の報告と同様耐圧性は低下するが、4mm 間隔では、150±0mmHg の耐圧を有する。このような高い内圧は実際腸管にかかることはないといわれる。諸家の報告による腸管最高内圧は、Hamilton²⁸⁾ は 50mmHg, Sarin³²⁾ は 30mmHg, Wilson³³⁾ は 40cmH₂O, 林田³⁴⁾ は 135.6mmHg としてい

る。縫合糸間隔 4mm の場合、一番低値をとるといわれる3日目でも、諸家の報告の中の最高内圧に耐えている。一方生物学的検索では、collagen の一構成成分である hydroxyproline について検討するに、術直後より炎症性細胞により hydroxyproline は崩壊されて減少し、3~4日目にかけて線維芽細胞の増生により増加するのであるが、その復元性が良好な程創治癒がよいとされている³⁵⁾³⁶⁾。4mm 間隔にすれば、その復元性がすみやかであった。吻合部局所血行については、4mm 間隔では循環障害を示す avascular area, 粘膜下血管の走行の乱れ、蛇行、出血が少なく、vascular communication も良好であった。吻合部浮腫については、4mm 間隔では、2~3mm 間隔より浮腫の消退が遅れるが、6~8mm 間隔よりは浮腫の改善がすみやかであった。組織所見では、4mm および 2~3mm 間隔にあまり差はないが、6~8mm 間隔に比して、組織反応および上皮再成の面ですぐれていた。以上より、適当な縫合糸間隔は 4mm との結論を得、臨床での結腸 Gambee 吻合法に応用している。

<糸の締め方について>

一般に糸の締め方が強いと血行障害および組織性減を起こすといわれる。これは1887年Halsted¹⁴⁾ の“the threads must not be drawn so tightly in tying as to make the tissue included in the stitch look very anemic”と述べた考えが広く支配されているためである。しかし1968年 Poth⁴⁾ は弱く糸を締めると、縫合部の組織を“blanch”し、micro-circulation を圧迫して浮腫を生じることになるとし、漿膜筋層を crush する end-on suture を発表した。彼によると、糸を強く締めることにより、collagen fiber がより近く接合され、粘膜の欠損もなくなり、浮腫がなく、肥厚および肉芽も最少となり、狭窄もなく、より早く組織癒合されるとしている。著者の実験でも、糸を弱く締めるよりは、強めの方が、浮腫が少なく、炎症性細胞浸潤、うっ血が少なく、耐圧性にもすぐれ、上皮再成もすみやかであるとの結論を得た。しかし十二指腸、空腸では、菱田³⁷⁾の引っ張り試験で示すように、粘膜下層が漿膜筋層より弱いので、糸を強く締める事は適切でないと考え。粘膜下層の方が強い結腸では、強めの締め方が適していると考え

<吻合部もれ圧試験について>

縫合糸間隔 4mm で行っても、粘膜のとり方、縫代が一定でなければ、吻合部にかかる張力は一定でなくな

る。そうすると高い内圧が生じた場合、吻合部の最も弱い箇所より、leak が生じかねない。ではその check ははどうするかという問題が生じる。前述の秋山³⁹⁾はモスキート鉗子の先端が、吻合部にスッポリ入ると1針追加すると述べている。また町田⁴⁰⁾は膀胱の場合であるが、吻合後膀胱内に 100ml の水を入れ、漏れの有無をみている。著者は吻合直後のもれ圧試験を行い、さらに術後3日目に再検した動物実験結果より、吻合直後 100cmH₂O の圧で漏れがなければ、安全に経過するが、100cmH₂O 以下の圧で漏れを認めた場合、もれ部を漿膜筋層縫合で補強しても、50%の率で3日目に縫合不全を起こすことを見いだした。また、吻合直後のもれ圧試験でのもれは、3日目の再試験でも証明され、かつもれ部は全く同一部である事実より、早期の縫合不全は吻合直後にすでに発生しているといっても過言でない。ゆえに吻合直後のもれ圧試験は、吻合部の完璧さを check し、縫合不全を未然に防ぐ一手段として価値あるものとする。

<もれ圧試験の臨床への応用>

犬の結腸吻合では、吻合直後のもれ圧試験時のもれ圧は、100cmH₂O が安全耐圧であったが、人間の場合にも適するか否かを検討した。第1に、切除人結腸は、110—120mmHg の内圧で漿膜亀裂が結腸紐を中心に起きる。したがって犬の漿膜亀裂圧 299±8.3mmHg の約1/3と低い。文献的には、Burt³⁹⁾は人の横行結腸では117mmHg で漿膜亀裂が起こり、粘膜亀裂は 158mmHg であるとし、また Quen は直腸で 70mmHg、Senn は病的腸管で 80mmHg の圧で破裂すると述べている。また Chlumsky⁴⁰⁾は犬の小腸で 350mmHg~540mmHg、人間の腸管では 200mmHg の耐圧であるとしているごとく、人間の場合犬の約1/3の耐圧しか有していない。第2に、La-Place の法則⁴¹⁾より、 $T=PR$ (T は壁の横軸の張力、P は内圧、R は半径)で、内圧 (P) を一定とすると、腸管径 (R) が大となると、張力 (T) も大となる。犬の腸管より人間の腸管の方が、2~3倍太いから、壁にかかる張力 (T) を一定にするには、内圧 (P) を人間の場合は、犬の内圧の1/2~1/3としなければならない。第3に、Boley⁴²⁾は腸管血流に関する論文で、犬の腸内圧が 30mmHg となると粘膜の血流は減じると述べており、臨床でのもれ圧試験で、100cmH₂O (約 73mmHg) にしたのでは、血流に変化を来しかねない。ひいては人工的に吻合部に悪影響を与えかねない。以上の3点より、著者は、臨床でのもれ圧試験の圧を 35cmH₂O に定めた。方法は、前方切除および結腸左

半切除等の下部結腸吻合に際し、肛門よりバルーン付カテーテルを入れ、生食水により腸管洗浄後 35cmH₂O の圧で、吻合部よりもれがないかどうかを確かめている。縫合不全は下部結腸吻合後に発生頻度が高いが、上部腸管の場合にも前記同様の吻合直後の耐圧試験が必要である。そこで内圧を外圧で知る方法として、Schiötz 眼圧計を用い、腸管内圧測定に応用できないかどうかを検討した。まず犬の腸管で、マンメータ法と Schiötz 眼圧計の score との対比試験を行った。マンメータが 30cmH₂O では、score 16~18、40cmH₂O では13~17 (平均15)、50cmH₂O では11~15の score を得、ほぼ満足すべき結果を得たのであるが、眼圧計の腸管壁へのあて方により score のくろいがあること、腸管壁の厚さ、弾力性に個体差がある点より、この方法は不確実であると判断した。高位の吻合の場合、腸管に傷つけることなく、内圧を知る方法は今後の課題である。

臨床での吻合直後もれ圧試験は前方切除50例中30例に施行し、2例に 30cmH₂O でもれを認め、漿膜筋層縫合のみで補強したが、縫合不全が起き、1例は人工肛門を造設し、他の1例は静脈栄養で完治しえている。35cmH₂O でもれを認めない症例は全例良好な結果を得ている (表18)。最後にもれ圧試験で、35cmH₂O 以下で

表18 もれ圧試験

年齢	性別	内圧	もれ	経過	年齢	性別	内圧	もれ	経過
62	♀	30cmH ₂ O	+	縫合不全	75	♀	40cmH ₂ O	-	良好
68	♂	50	-	良好	67	♂	35	-	-
70	♂	100	-	-	73	♂	35	-	-
60	♂	40	-	-	62	♀	40	-	-
69	♂	30	+	縫合不全	47	♂	40	-	-
75	♂	100	-	良好	56	♀	40	-	-
44	♂	35	-	-	73	♂	35	-	-
49	♂	35	-	-	64	♂	35	-	-
60	♂	35	-	-	38	♀	35	-	-
68	♀	40	-	-	46	♀	35	-	-
62	♂	35	-	-	70	♂	35	-	-
69	♂	35	-	-	54	♂	35	-	-
73	♂	35	-	-	54	♀	35	-	-
70	♂	35	-	-	73	♂	50	-	-
62	♂	35	-	-	56	♀	35	-	-

(S. 50, 4~S. 53, 2
和歌山県大 清外)

もれを認めた場合、臨床での2例の経験と実験結果より、漿膜筋層縫合のみの補強では尚縫合不全が起きる。もれの原因は吻合部の粘膜の欠損、あるいは粘膜が内翻せず、外翻した部より、あるいは縫合針で粘膜を破損した場合等で起こるのであって、漿膜筋層縫合のみの補強では、以上のもれの原因を解決していないことによると考える。ゆえに、もれを認めた場合、丁寧に Gambee 法にて追加縫合すべきであることを強調する。

以上著者は結腸吻合の基本的手術手技に関して実験的

に検討したが、吻合直後の状態が完全であることが、手技的な縫合不全防止手段として重要であると考えらる。

VI 結 論

雑種成犬119頭を用い、結腸 Gambee 一層吻合法を縫合糸間隔、糸の締め方、もれ圧試験について吻合創の治療の面より検討し、かつ臨床への応用結果について次の結論を得た。

A 縫合糸間隔について

1) 縫合糸間隔 2~3mm 群は、7日目の癒着がやや強い点と、吻合直後の avascular area が強い点を除いて、縫合不全発生率、耐圧性、浮腫、組織所見、hydroxyproline の面ではほぼ満足すべき結果を得た。

2) 縫合糸間隔 6~8mm 群は、吻合直後の血行がよいが、断端からの出血がみられ、炎症が強く、3日目の縫合不全発生率は50%と高頻度であり、術直後および3日目の耐圧は 40mmHg 以下であり、浮腫が強く、炎症性細胞浸潤が強く、hydroxyproline の再生も悪く、危険性が高い。

3) 縫合糸間隔 4mm 群は、肉眼所見、縫合不全発生率、耐圧性、浮腫、組織所見、hydroxyproline の再生および血行のいずれの面でもすぐれていた。

B 糸の締め方について

1) 糸を強く締めた群は、3日目の細胞の変性壊死と浮腫が強い傾向にあるが、細胞浸潤が軽度で、上皮再成がすみやかであり、耐圧性および血行の面でもすぐれている。

2) 糸を弱く締めた群は、癒着、炎症が強く、耐圧が低く、細胞浸潤が強く、うっ血がみられ、avascular area が強く、vascular communication も不良である。

3) 中間の締め方は、肉眼所見、耐圧性、組織所見および血行の面ではほぼ満足すべき結果を得た。

C 吻合部もれ圧試験について

1) 吻合直後の耐圧試験で 100cmH₂O 以上でもれがなければ、術後縫合不全はなく順調に経過する。

2) 縫合糸間隔6mm 以上になると、100cmH₂O 以下の圧でもれを認め、3日目には50%の率で縫合不全が発生する。

3) 吻合直後のもれ部と3日目のもれ部は同一部位である。

4) もれ部の補強は、漿膜筋層縫合のみで行うと3日目50%の率で縫合不全が発生する。

D もれ圧試験の臨床への応用

前方切除50例中30例に吻合直後もれ圧試験を行った。

臨床でのもれ圧の安全基準耐圧は、35cmH₂O であった。2例に 30cmH₂O でもれを認め、漿膜筋層縫合にて補強したが、縫合不全が起きた。

VII 結 語

結腸における Gambee 吻合法は、縫合糸間隔 4mm が最適で、弱く締めるよりは、強めの締め方が良好な結果が得られ、吻合直後のもれ圧試験で、犬の結腸では 100cmH₂O、ヒト結腸では 35cmH₂O が安全基準耐圧であることが明らかとなった。

稿を終るに臨み、ご懇篤なるご指導、ご校閲を賜った恩師勝見正治教授に、深甚なる謝意を表わすとともに、ご指導戴いた浦伸三講師、病理学的御教示を仰いだ宇多弘次阪大助教授、石井亨第一病理講師、日夜研究に御協力戴いた当教室腸研究班の各位に深く感謝の意を表す。

(なお本論文の要旨は、第77回日本外科学会総会、第8回日本消化器外科学会総会および第9回日本消化器外科学会総会において発表した。)

文 献

- 1) Gambee, L.P.: A single-layer open intestinal anastomosis applicable to the small as well as the large intestine. *S.G.O.*, **59**: 1—5, 1951.
- 2) 田口義文ほか: 縫合不全例における吻合部治癒遅延因子の検討. 現代の臨床, **3**: 125—132, 1974.
- 3) Reid, M.R.: Some considerations of the problems of wound healing. *New. Engl. J. Med.*, **215**: 753—765, 1936.
- 4) Poth, E.J. and Gold, D.: Intestinal anastomosis, a unique technic. *Amer. J. Surg.*, **116**: 643—647, 1968.
- 5) 秋山 洋ほか: 腸管吻合をどうするか. 臨床外科, **30**: 1132—1142, 1975.
- 6) Adamsons, R.J. et al.: The water content of healing incisions. *S.G.O.*, **124**: 737—741, 1967.
- 7) Neumann, R.E. and Logan, M.A.: The determination of hydroxyproline. *J. Biol. Chem.*, **184**: 299—306, 1950.
- 8) 殿田重彦: 結腸一層縫合における各種縫合糸の創治癒に及ぼす影響に関する実験的研究. 日消外会誌, **10**: 72—85, 1977.
- 9) 星野 考ほか: 顕微X線法. 58—73, 医学書院, 東京, 1970.
- 10) 北島政樹: 胃腸管吻合創の治療経過に関する実験的研究(微細血管構築像を中心に). 日外会誌, **75**: 538—553, 1968.
- 11) 前谷俊三: 消化管吻合法の比較. 日外会誌, **75**: 612—622, 1974.

- 12) Travers, B.: An inquiry into the process of nature in repairing injuries of the intestines. 132—134, Longman, London, 1812.
- 13) Lembert, A.: Memorie sur l'enteropaphie avec la description dun procede nouveau pour pratiquer cette operation chirurgicale, Report Gen. Danat. Physiol. Path., **2**: 100—107, 1926.
- 14) Halsted, W.S.: Circular suture of the intestine, an experimental study. Amer. J. Med. Sci., **94**: 436—461, 1187.
- 15) Sabin, F.R.: Healing of end-to-end intestinal anastomoses with especial reference to regeneration of blood vessels. Bull. Johns Hopkins Hosp., **31**: 289—300, 1920.
- 16) Sako, Y. and Wangenstein, O.H.: Experimental studies on gastrointestinal anastomosis. Surg. Forum., 117—123, 1952.
- 17) Healey, J.E. et al.: Bowel anastomosis by inverting and everting techniques. J. Surg. Res., **7**: 299—304, 1967.
- 18) Beling, C.A.: Single layer end-to-end intestinal anastomosis. Amer. J. Gastroent., **27**: 374—380, 1957.
- 19) Hepp and Jourdan: A propos de la suture a plan unique des tuniques digestive. Acta Chir. Belg., **54**: 765—771, 1955.
- 20) Bronwell, A.W. et al.: Single-layer open gastrointestinal anastomosis. Ann. Surg., **165**: 925—932, 1967.
- 21) Olsen, G.B. et al.: Clinical experience with the use of a single-layer intestinal anastomosis. Canad. J. Surg., **11**: 97—101, 1968.
- 22) Bennett, R.R. et al.: A comparison of single layer suture patterns for intestinal anastomosis. J. Am. Vet. Med. Assoc., **157**: 2075—2081, 1970.
- 23) 陣内伝之助, 村井紳浩: 消化管吻合の術式. 外科, **34**: 1200—1212, 1972.
- 24) 赤倉一郎ほか: 消化管吻合並びに食道吻合における基礎的諸問題. 手術, **21**: 313—324, 1967.
- 25) 梶谷 鑑: 胃切除後の吻合術. 日消外会誌, **3**: 12—14, 1971.
- 26) 秋山 洋ほか: 消化管吻合の基本手技. 手術, **29**: 473—478, 1975.
- 27) Gambee, L.P.: Ten years experience with a single layer anastomosis in colon surgery. Am. J. Surg., **92**: 222—227, 1956.
- 28) Hamilton, J.E.: Reappraisal of open intestinal anastomoses. Ann. Surg., **165**: 917—924, 1967.
- 29) McAdams, A.J. et al.: One layer or two layer colonic anastomosis?. Amer. J. Surg., **120**: 546—550, 1970.
- 30) 丸山圭一: 胃腸吻合. 外科治療, **33**: 488—495, 1975.
- 31) 阿部泰恒: 胃腸吻合における一層縫合の実験的研究. 東女医大誌, **44**: 226—238, 1974.
- 32) Sarin, C.L. and Weaver, A.W.: Experimental evaluation of decompression techniques used in colonic surgery. Dis. Col. & Rect., **17**: 293—301, 1974.
- 33) Wilson, J.P.: Post operative motility of the large intestine in man. Gut, **16**: 689—692, 1975.
- 34) 林田健男ほか: 食道, 噴門癌根治手術時の吻合について. 癌の臨床, **2**: 281—284, 1956.
- 35) 丸山圭一ほか: 消化管吻合の原理からみた縫合不全対策, 微細血管像 collagen 量などによる検討. 日消外会誌, **7**: 18—25, 1974.
- 36) Adamsons, R.J. et al.: The chemical dimensions of a healing incision. S.G.O., **123**: 515—521, 1966.
- 37) 菱田泰治ほか: 縫合不全対策としての吻合法の検討. 第6回日消外学会総会口演, 1973.
- 38) 町田豊平: 尿路縫合法. 臨床外科, **30**: 1111—1113, 1975.
- 39) Burt, C.A.V.: Pneumatic rupture of the intestinal canal. Arch. Surg., **22**: 875—902, 1931.
- 40) Chlumsky, V.: Experimentelle untersuchungen uber verschiedenen methoden der darmvereingung. Bruns. Beitr. Klin. Chir., **25**: 539—600, 1899.
- 41) Nelsen, T.S. et al.: Dynamic aspects of small intestinal rupture with special consideration of anastomotic strength. Arch. Surg., **93**: 309—314, 1966.
- 42) Boley, S.J. et al.: Pathophysiologic effect of bowel distention on intestinal blood flow. Amer. J. Surg., **117**: 228—234, 1969.