

尾側腸間膜動脈結紮による大腸下部の血行障害に 関する実験的研究

後 編

尾側腸間膜動脈結紮による大腸下部切除乃至切断術後の血流に
就いての実験的研究

岡山大学医学部第二外科教室 (主任: 前津田誠次名誉教授)

(現: 砂田輝武教授)

平田市立平田博愛病院 (院長: 平井俊博士)

浜 本 泰 夫

[昭和34年1月21日受稿]

目 次

第1章 緒 言	〔II〕 人大腸下部血管分布との比較
第2章 実験動物及び実験方法	〔III〕 術後大腸下部血管像
第1節 実験動物	第2節 肛門圧の変化
第2節 実験方法	〔I〕 正常犬肛門圧曲線
〔I〕 手術々式	〔II〕 肛門括約筋保存直腸切断術後の肛門圧曲線
〔II〕 大腸下部血管造影	線
〔III〕 肛門圧曲線	〔III〕 括約筋切離直腸切断術後の肛門圧曲線
〔IV〕 組織学的検査	第3節 組織学的検査
第3章 実験結果	第4章 考按及び総括
第1節 大腸下部血管造影	第5章 結 語
〔I〕 正常犬大腸下部血管分布	文 献

第1章 緒 言

直腸癌の根治手術法は、この半世紀の間にめざましい発達を遂げたが、消毒、麻酔、輸血から最近の抗生物質の完成に到るまで、外科全体の発達が、直腸癌の手術の発達に如何に大きな影響を与えたかは、改めて云うまでもない。さて癌の外科的療法は常に、先ず最初に病巣の除去から始まっている。直腸癌の手術の場合もこの例にもれない。転移淋巴節の合理的な清掃をとり入れた真の意味の根治的手術の完成は、極めて最近のことに属する。

直腸の持つておる解剖学的特質から、その遊離、切除、吻合は困難を極め、又その断端の処置に対して(即ち人工肛門の位置)、特別の配慮が要求されるのである。かかる特殊な条件に注意を払う事なく、腸腔内の諸臓器の手術で得た経験を、そのまま応用した初期の

直腸癌根治手術の成績は極めて不良であつた。

肛門の周囲に環状切開を加え、直腸の下端(肛門)を牽引しつつ、その周囲を剝離し、病巣を除去、直腸の断端を会陰部に固定する方法、即ち会陰式直腸切断術は Lisfranc (1,830) に依つて成功した。背側からする多くの直腸癌根治手術々式は実にここに端を発している。この術式は癌が直腸下端に存在した時のみ応用され得るもので、高位の癌や、淋巴節転移の清掃・再発防止等は全く考えられていない。

その後 Amussat, Kocher は尾骨を切除、或は仙骨の一部を切除する直腸切断を実施する様になり、1885年 Kraske は仙骨術式を報告した。之によると、会陰部から入るよりも遙かに大きな視野が得られ、しかも切除後の直腸断端を切除した仙骨部に固定するならば、会陰式より高位の癌も、根治手術の対照となり得る。次いで、Hochenegg, Bardenheuer, Billroth,

Rose, Hartmann, Goetze 等により、仙骨の切除範囲が拡大され、この術式はその後約半世紀に亘って、直腸癌根治手術の主流をなした。

しかしこの仙骨術式も病巣が高くなるにつれて、到達に困難を来し、しかも病巣除去のために、血管を高く結紮すればする程、背方に牽引される腸管は、栄養上の破綻が生じ易く、容易に腸管断端の壊死を招く、之が直接死亡の大きな原因となつて来た。故にこの仙骨術式を固執した人々は、この失敗からまぬがれるために、ある人々は血管結紮を出来るだけ低く行断端壊死を極力回避し、又一方高位の血管結紮を行つた人々は、手術の後半で、腸側から腹腔を開き、S字結腸の断端で人工肛門を腹壁の方に作るという方法を採用した。

これらの流れとは別に、1896年 Quénu によつて極めて合理的な方法が記載されている。之は Gaudier の創案であつて、現在多くの術者によつて施行されておる腹腔会陰合併術式と殆んど違わぬものであり、又比較的低位の癌にも利用した事は、特筆すべきであるが、当時から長らく一般の支持を受けるに到らなかつた。

1908年 Miles に依つて創始された、一次的腹会陰術式は、多くの術者により行われ、とくに吾国では普遍的に行われ、基本的直腸癌手術々式と考えられている。しかし今日でも二次的に分けてする方法を主張する人も多い。久留等に依れば、合併術式によらねば、淋巴節の徹底的廓清はほとんど不可能と云われる。

下行結腸及直腸癌は、直接の進展、血行撒布と共に、淋巴管による転移の比重が非常に大である。之がために、Grinnell, Hiatt はS字状部乃至直腸癌の手術には、尾側腸間膜動脈基部で結紮し、之に沿う腸間膜内の淋巴節を清掃しているが、(彼は7%に遠隔高位の転移淋巴節を証明している。)この動脈の高位結紮による腸管壊死は41例中1例に見たにすぎないと述べている。

即ちすべての症例を計画的に、その手術を正中切開で開腹して、開始し、頭側直腸動脈の結紮を最初出来るだけ高所で行う、(Conole, Grinnell 等は尾側腸間膜動脈基部で切断)之に依つて、他の如何なる術式でも不可能であつた頭側直腸動脈は勿論、中直腸動脈、内腸骨動脈に沿う淋巴節の十分な清掃も可能となつて来るのである。

而して次に問題になるのが、直腸切断後の上断端の処置即ち人工肛門の設置場所である。現在では、左腸

骨窩・仙骨部・会陰部等に人工肛門の設置が行われているが、主として多くの人々は左腸骨窩の腹壁に肛門を設置している様である。之に反して結腸を遊離下行せしめて、その断端を会陰部に引出す方法はあまり多く行われていない様である。この方法は術後瘻孔・狭窄・遊離結腸の壊死等の危険が多いという欠点を有するために、腹壁に肛門を設置する方法が好んで行われる。

更に又、根治率の観点から、腸管切除の上方限界を横行結腸まで拡大する傾向もある (State 1951) 反面、一方では括約筋保存術式を合併術式に導入する人も多くなりつつある。

Waite (1953) は、頭側及び尾側腸間膜血管系は自由な交通を有し、又中直腸動脈、肛門動脈を通じて低位直腸への血流は豊富に供給されているから、Sudeck 氏の所謂批判点は無視しても良いと云つてゐる。又 Pataky 及び Karacsonyi は Sudeck 氏の批判点の存在を否定はしないが、「場合によつては Vital-Versuch」によつて血流を確かめてから、結紮しても良いと云う。

Babcock は Hochenegg の手術を修正して、之を Miles の合併術式に導入し、又 Dixon はS字状結腸下部、或は直腸上部の癌までも、彼の謂う Anterior-Resektion」により端々吻合し、Babcock 及び Bacon, Sauer, Hollenbach は肛門数cm上方までこの手術を拡大するに到つた。

Babcock 等が、肛門括筋保存術式をはじめたのは、不自然な人工肛門に対する不満を解決するためであるが、彼等の根拠とする所は、Gabriel, Gilchrist 及び David 等の直腸癌転移に関する見解からである。即ち直腸癌の逆行性転移は非常に稀で (1%以下)、腫瘍下縁から下方へ 3cm 以上に及ぶことはないという。又腫瘍下縁が挙肛筋附着部から 2cm 上方にある時には、側方に拡がらないというのである。

しかし之にも Guleke の様に批判的なものもある、即ち逆行性拡大は必ずしも稀ではなく、再発時の苦悩の強さ、及び再手術の予後の不良さを強調し、腫瘍の下方は、5cm、上方は 10cm 以上を切除せねば根治的意義がなく、従つてこの手術の適応範囲は極めて少いものであると云つてゐる。又一方、括約筋の正常な機能を営ましめるためには、肛門部粘膜が少くとも 5cm 以上存在する必要がある、たとえ括約筋を保存し得ても、その機能が不十分であれば、腹部人工肛門より代つて煩わしい結果となると云つてゐる、(Gaston 等)。

吾国ではこの術式を施行しているのは、中山又は陣内教授であるが、中山、鋤柄によれば会陰肛門の手術後の肛門機能の回復には、肛門括約筋の存在が必要であつて肛門粘膜の存在は意義は無く、むしろ肛門部皮膚の損傷なき事が大切で、術後3~4週後に正常に近い機能を営ましめる事が出来ると報告している。之に反して Gaston は直腸切除後の便失禁を生理的に無くするためには、とくに括約筋による便保留を保存するためには、外肛門括約筋のみでなく、直腸の1部(下1/4)を残す必要があると云う。

下部大腸癌治手術は、腹会陰合併手術を理想とすると言われるが、支配血管の結紮の位置、大腸吻合の可否、人工肛門造設部位等に関し研究すべき幾多の問題がある。それらに関連し、吻合部の血流状態、副側血行の新生、その場に於ける組織学的観察より十分に検討される必要がある。之に関して臨牀的に研究することは非常な困難を伴い、且つ又それを行う前に、充分なる実験的検討を加えなければならない。依つて実験動物として犬を使用し、その尾側腸間膜動脈の高位結紮後S字状結腸切除結腸直腸吻合(前方切除)、及び直腸切断を行い、その場合に於ける大腸下部血流を研究し、尚術後の副側血管の形成、吻合部の血流状態をしらべ且つ組織学的所見等の新しい分野に研究を加え、些かの知見を得たので、ここに報告し御批判を仰ぎたいと思う。

第2章 実験動物及実験方法

第1節 実験動物

7.0~15.0kg の雑・成犬を使用した。雌雄は問わなかつた。入手後食餌に馴らしめ消化器疾患の無い15頭に実験を施行し、対照として正常犬5頭を用いた。

第2節 実験方法

〔I〕手術々式

凡ての例に尾側腸間膜動脈基部の結紮を行い、次いでa) S字状結腸切除(所謂前方切除)、b) 肛門括約筋保存方式による直腸切断術、c) 腹会陰式直腸切断術、三方式を施行した。

a) 前方切除術(S字状結腸切断)

ラボナール静注麻酔に依り、犬を固定後下腹部正中切開を施して開腹、尾側腸間膜動脈基部を露出剥離し之を腹部大動脈から分岐した直後に於て二重結紮、その間を切断した。之は前編にも述べた様に、S字状結腸、直腸癌に際して可及的広範囲に転移淋巴節の切除を可能ならしめる為に、尾側腸間膜動脈を高位に於て結紮したのである。次いで、仮想した切除部位(S字状結腸約5~7cm)を切除(之は全くS字状部乃至

高位直腸癌手術時と同様の手技による。)残存結腸を充分に上方まで授動して下方に牽引し直腸断端との間に端々吻合を行つた。吻合は粘膜の連続縫合と筋層及漿膜のランベール縫合によつて吻合した。吻合部に他臓器を覆う事はしなかつた。結腸間膜を充分に剥離々断して授動するならば残存結腸をかなり下方迄下降する事が可能で吻合部に著明な緊張を与える事なく吻合する事が出来る。

b) 肛門括約筋保存方式による直腸切断術

a) と同様の麻酔に依り、下腹部正中切開にて開腹尾側腸間膜動脈結紮切断後、結腸間膜を充分剥離、且つ直腸を膀胱、後腹膜から剥離し、之を骨盤内に進め、腹膜翻転部まで完全に剥離しておく。次いで肛門側に手術野を移動して、肛門周囲に切開を加え直腸壁に沿つて上方に剥離、腹腔内からの剥離端まで及び、この場合外肛門括約筋を後方で切断し、括約筋と肛門粘膜との間を剥離する。全周の剥離が終れば肛門内から直腸を引出して仮想した切除部位を切断する。通常腹腔内剥離が充分であれば約7~8cm 切除可能である。

括約筋の切断部を縫合し、次に肛門部に当る結腸断端と括約筋を結節縫合で固定、最後に皮膚と縫合する之は略々中山氏直腸癌根治手術を模した。

c) 腹会陰式直腸切断術(括約筋を保存しない。)

a) b) と同様尾側腸間膜動脈結紮切断後、S字状結腸、下行結腸の遊離授動を施行し、直腸周囲を充分に剥離後、次いで肛門部の手術に移り、肛門を絹糸を以て閉鎖縫合し此の糸を牽引しながら、肛門周囲に環状の皮切を加え肛門及び直腸を周囲組織から剥離し、この時は括約筋を含めてその外側を剥離)肛門部から直腸を10cm 以上引出し、約7~8cm 切断し結腸下部断端を肛門皮膚と縫合した。

犬では仙骨を切除する事は不可能なる為、全く腹会陰部のみの操作を行い、且つ括約筋保存術式と比較の為会陰部に肛門を造設した。

腹腔内にはストマイ1.0g 撒布し1次的に閉鎖した。

以上の実験的手術を加え、術後は翌日まで絶食し、補液・抗生物質の注射投与を行い、食欲の出るのを待つて流動食から並食に移行した。

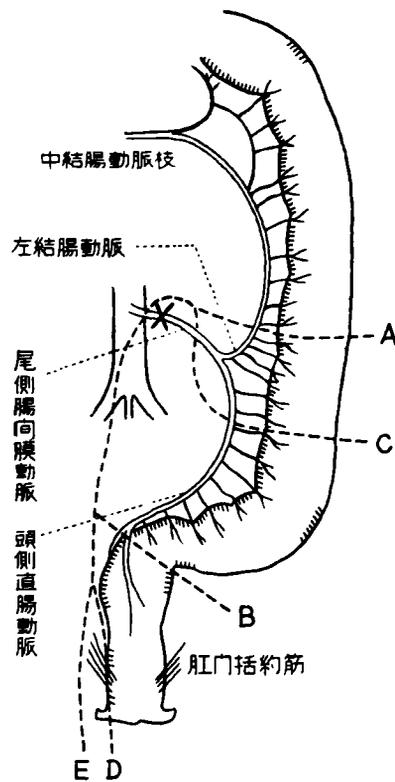
〔II〕大腸下部血管造影

前記の手術を施行後1.~3ヶ月の間に之を行つた。ラボナール過量静注に依り、〃と殺〃し開腹。開胸を行い胸部大動脈から造影剤を注入する。四三酸化鉛液(前編参照)を80~100cc 徐々に注入するが、注入量は腸壁血管の充満度で決定する。この際尾側腹

表 1

手術々式	実験犬番号	生否
尾側腸間膜動脈結紮後		
a) S字状結腸切除術 (前方切除)	I a I b I c I d I e	すべて生
b) 肛門括約筋保存方式による直腸切断術	II a II b II c II d II e	生
c) 腹会陰式直腸切断術 (括約筋を保存しない)	III a III b III c III d III e	生
対 照	N ₁ N ₂ N ₃ N ₄ N ₅	

第 1 図



X ; 尾側腸間膜動脈結紮
 A—B ; 前切除 S 字結腸切除
 C—D ; 肛門括約筋保存直腸切断術
 C—E ; 腹会陰式直腸切断術
 切除範囲を示す。

間膜静脈を切断しておく事が必要である。之は造影剤が充満するにつれて、動脈系の血液が静脈系から押し出され、注入が完全に行われるためである。

次に腸間膜を含めて、大腸を肛門部まで一塊として摘出し、直ちに超軟線装置を用い血管造影像を撮影する。この場合大腸内容は之を排出しておく方が良

い。

この撮影ネガ及び焼付写真像によつて、正常及び前記手術施行犬の血管の態度を比較検討した。必要に応じて又拡大印画も作製した。

〔Ⅲ〕肛門圧曲線

とくに肛門括約筋保存方式直腸切昇術後の肛門機能の検索のため、直接肛門圧の推移を画かしめて比較検査した。肛門内に挿入したバロンを介して直接水銀マンノメーターの動きをキモグラフィオン上の煤紙に描写した。水銀マンノメーターの内径は 0.8cm で肛門内に挿入するバロンは内径 0.5cm のネラトン氏カテーテルの先に 3 cm の間隔をおいて 2 ヶの側孔を設け、側孔を覆う様に長さ 5 cm 位のゴムバロンを固定したものである。このカテーテルからゴム管を通じ、水銀マンノメーターと連結し、肛門括約筋の緊張圧の変化を水銀柱の高さによつて表現させた。

この装置により、術前、術後 1・2・3・4・8 週後の肛門圧を測定した。

〔Ⅳ〕組織学的検査

又造影後の標本はホルマリン液にて固定した後、とくに尾側腸間膜動脈結紮後の結腸直腸吻合部の微細血管及び組織の変化を、顕微鏡学的に比較検査した。染色はヘマトキシリン・エオジン及びヴァンギーソン染色を行った。

第 3 章 実験結果

第 1 節 大腸下部血管造影

〔Ⅰ〕正常犬大腸血管分布 (写真 1.2.3.) 犬の大腸は上行結腸・横行結腸・下行結腸の明瞭な区別はなく略々直行して正中線よりやや左側に位置して、軽く彎曲して骨盤腔に入り肛門に至るが、その部分に比較的長い腸間膜を有し、直腸部で後腹膜及び膀胱に癒合しておる。長さは 15cm~25cm である。

大腸下部は主として尾側腸間膜動脈に依つて栄養されるが、この動脈は大動脈岐部から頭側 2.0~3.0cm の腹側から腹部大動脈の無対枝として分岐し、その根部の径は約 2 cm を有する強大な枝である。分岐した後は結腸間膜内を左側に 4.0~5.0cm 横走し、頭側直腸動脈と左結腸動脈に分かれる。頭側直腸動脈は次第に直腸壁に接近する様に下行し、S 字状部及直腸に多数の直腸枝を出し、腹膜翻転部を出ると直ちに二分して直腸壁に分布する。

又左結腸動脈 (上行枝) は直ちに数本の S 字状結腸動脈を分岐した後も、結腸壁に対して結腸枝を出しながら弧状に腸間膜内を上行し、中結腸動脈の分枝と吻合して終る。結腸壁に入る前に弓状動脈による吻合枝

が発達しているが、尾側腸間膜動脈流域には所謂弓状動脈はほとんどなく、終末動脈の形をなしている。わずかにS字状動脈に於て隣接する動脈間に、細少ではあるが弧状に吻合枝を以て連絡が見られる程度である。

腸管壁内に入つてからは、前後壁に沿つて腸管壁を囲む様に腸間膜附着部から対側に走るが、写真に示す様に互に網状の吻合枝を出している。

直腸下部及肛門部には中直腸動脈・肛門動脈がそれぞれ分布し、之等とも頭側直腸動脈の末梢部は吻合するものの様である。

直腸壁に入つてからの動脈の分布状態は、平面的には前述の様であるが、之を腸壁の断面に於ける分布状態を見ると写真3に示す様に、漿膜下で蛇行吻合し、次で筋層を貫通し、次に粘膜下層に於て密な網状の吻合を形成している。それから末梢は放射状に粘膜固有層、腸腺間隙に分布して終つている。

〔Ⅱ〕 人大腸下部血管分布との比較

尾側腸間膜動脈の分岐走行等は人のそれと類似するが、左結腸動脈と頭側直腸動脈に分岐してからは大部趣きを異にする。人類では結腸枝、S字状動脈が腸管に到達するまでに、互に吻合枝によつて連絡がある。即ち之が弓状動脈と云われるものである。犬では結腸枝、S字状動脈は非常に多数見られ、之等は終動脈の形で直接に腸管に入つている為に弓状動脈の形成が極めて貧弱である。

直腸中央部に中直腸動脈、肛門附近に肛門動脈が進入するのは同様である。

犬でも家兎と同様に、Sudeck氏批判点を指摘することは出来ない。

〔Ⅲ〕 術後大腸下部血管像

a) 尾側腸間膜動脈結紮後前方切除術

(写真4.5.6.7.8.9.10.11.)

前述の方法により、5頭に本法を施行して観察した。何れも術後の経過は良好で、縫合不全、瘻孔形成、下部直腸の壊死等は見られず、全例と殺時まで生存せしめる事が出来た。5例を1.5~3ヶ月の間にと殺して血管像の研究に供したが、写真4.に示す様に端々吻合部は漿膜面からはほとんど明らかでなく、開腹時吻合部に他臓器の線維性癒着が見られる程度で、之も容易に剝離可能である。又縫合部に狭窄を認めるものも1例もなく、写真5.の如く粘膜面からも、吻合部は不明瞭で良く縫着しているのがわかる。

前述の様に従来結腸切除縫合術は至難とされたが、最近の手技によれば抗生剤の使用と相俟つて、その縫

合を容易にしたと云え、何ら合併症の危険なく縫合し得るものの様である。

しからは縫合部及びそれ以下の血管は如何になつていであろうか？写真6.7.に示す様に尾側腸間膜動脈は高位結紮が行われ、血流は遮断されている。且つ腸切除範囲に一致して左結腸動脈、頭側直腸動脈も結紮切断され、この両者の直接の吻合は見られない。しかし切除部から尾側の直腸壁にも豊富な、且つ正常に近い血管分布像を見る事が出来、その部に全く貧血帯を証明しない。即ち腸管壊死を見ないので一致している。縫合部から尾側の直腸は中直腸動脈を介して逆行性に血流を生じて之を栄養するのであろう。中直腸動脈の怒張と屈曲を証明する事が出来る。

又、縫合部附近では、左結腸動脈の切断部から多数の小新生血管が出現し、縫合部以下の直腸壁内血管との間に網状の吻合を形成する様になる。之が為吻合部附近の壁内の血管は蛇行屈曲が著明となり、之等の血管を通じて左結腸動脈と頭側直腸動脈との交通が完成する様である。腸間膜内にも小血管の新生が見られる。この場合左結腸動脈へは、中結腸動脈から血流を受け、ほとんど正常血管と相違のない血管像を呈す。(写真8.9.)

又写真10.11.に示す様に、腸吻合部の剖面像では、腸壁の肥厚、とくに粘膜下層の肥厚によりこの部の網状吻合枝は結腸側(口側)では、粘膜固有層及び漿膜下層の血管と共に怒張、屈曲が著明になるが、直腸側(肛側)では吻合部附近以外はかえつて血管は細くなつている。最も重要なのは吻合部分に於ては粘膜下層の網状吻合枝は直接の連絡は無く、漿膜面に新生したかなり大い新生血管により上、下の連絡が行われている。とくに1.5ヶ月目(術後)では著明であつて、3ヶ月に至り、粘膜下層の網状吻合も完成しつつある。

即ち(a)大腸下部は従来恐れられた程、血行状態の悪いものではなく、かなり大きな代償性に富んでおることがわかる。前篇の実験からも尾側腸間膜動脈の高位結紮も、何ら下部大腸域に障害を胎すことなく、その血行は保障され、且つ又結腸切除を試みた場合、とくに切除部位末梢に胎された直腸部分も、何らの障害もなく血行が保持され得る。

(b)又小腸に比して、大腸縫合とくに大腸の端々吻合の癒合は非常に至難と云われたが、以上の実験では凡ての例で全く何の合併症もなく縫合に成功した。吻合部に於て著明な血管新生が見られる所からもうなづける。

b) 尾側腸間膜動脈結紮肛門括約筋保存直腸切断術

後(写真12, 13, 14)

本術式は略々中山氏法を模した手術々式によつたが、5頭に本術式を施行した。何れも合併症を起すことなく生存せしめる事が出来た。即ち肛門部まで下降せしめた結腸部には、全く血行障害を見る事はなく、1例にも結腸断端に壊死を生じたものはない。

下降せしめたS字状結腸部は、骨盤腔内に於て、その後壁は後腹膜、仙骨部に、前方は膀胱壁と線維性の癒着が見られるが、比較的容易に鈍的に剝離可能であつて、この癒着を介しての大なる血管の進入は肉眼的には見られない。

超軟レ線像により血行を見ると、写真12, 14に示す様に直腸は肛門から7.0~10.0cm 切断され、S字状結腸部が肛門輪に縫合されている。尾側腸間膜動脈は完全に基部に於て結紮されているが、下行S字状部の血管造影はかなり良く行われ、十分な血流が保たれていることを示す。

S字状部血流は頭側腸門膜動脈、中結腸動脈、左結腸動脈を介して、之等から逆行性に頭側直腸動脈流域へ血流を生じるもの様である。しかし之等の血管の太さは正常のものとの差がある様に思われぬ。又切断部附近の腸間膜内に小血管の新生が多数見られ、又肛門造設部附近では、中直腸動脈、肛門動脈は切断結紮されている為、之等の造影像は見ることが出来ないが肛門括約筋、挙肛筋の間に叢状の小血管を多数見る事が出来、之等とS字状部腸壁の小血管は密に吻合が見られる様になる。

此の部分のS字状部腸壁の断面の造影では、粘膜下層の血管は著明に怒張してその径を増し、その他の血管も屈曲、怒張して見られる(写真13)。

尾側腸間膜動脈を高位に結紮し、結腸を十分に遊離下降すれば、安全に会陰部に縫合可能であつて、その際に下降S字状結腸部断端に血行障害、壊死を招く事はない。

c) 尾側腸間膜動脈結紮後腹会陰式直腸切断術後 (括約筋を保存しない)(写真15, 16)

本術式を5頭に施行したが、全例合併症を見ず、術後経過は良かったが、常に肛門附近に糞便の排出によつて汚染が見られた程度である。

術後血管像は、写真15で見る様に、肛門括約筋保存術式による場合のそれと血管の態度は大差なく、残存結腸部の血流は阻止されることなく腸管の壊死を招いたものは1頭もない。即ち尾側腸間膜動脈はその基部で結紮され、前術式の場合と同様に、左結腸動脈を経てS字状部の血行は十分に保存されている。ただ括約

筋を含めて直腸切断が施行されているために、新設肛門附近には、括約筋を介しての小血管の新生が見られない(写真16)。

十分に結腸の遊離下降が行われているならば、たとえ尾側腸間膜動脈の高位結紮を行つても、会陰部に肛門を造設することも、十分な安全度を以て施行しうる様である。

小 括:

1. 犬の大腸下部は尾側腸間膜動脈によつて大部分を養われるが、下の血流を遮断しても、大腸下部の栄養障害は胎さない。

2. 尾側腸間膜動脈結紮、S字状部を切除しても、残存結腸は勿論、残存直腸にも壊死を見ない。副側血行及び新生血管によつて血流は保たれる。

3. 大腸の吻合も従来恐れられた程困難ではない。

4. 残存結腸を充分遊離出来れば、会陰部に肛門を造設することも容易である。

5. 下部大腸はS字状部で横断しても、又直腸部で切断しても、その下部の血流は十分に代償され得る。

以上述べたことから各種文献に云われた、大腸端々吻合、Sudeck氏批判点等は再検討されねばならないのではなからうか。

第2節 肛門圧の変化

〔I〕正常犬肛門圧曲線

中山、鋤柄によれば、会陰部肛門括約筋保存術式による直腸癌手術に際して、術前、術後の機能検査のため、直接肛門運動曲線を画いて比較検査しているが、動物では呼吸波、意識的収縮、腹圧等の変化を区別し得ないので、時間的に推移する肛門括約筋の圧の変化を画かしめ、前記手術犬の肛門機能を比較検査した。対照としてすべての術前犬に肛門圧を描写せしめた。

バルーン固定と同時に、基線から4cm/Hg 圧が上昇その後1.0~1.5分間位はカテーテル挿入による刺戟のため、不正な波が続き、その後に肛門括約筋の収縮は1分間に5~7回、2.0~2.5cm/Hg に相当する比較的鋭利な圧の変化の波形として、規則的に配列して記録される(図2.参照)。

この場合、犬が安静を欠いたり、吠鳴した場合の不正波は除外せねばならない。前述の様に呼吸波、意識的収縮波、腹圧波等は区別して記録することが出来ない。

〔II〕肛門括約筋保存術式による直腸切断術後の肛門圧曲線

この術式により会陰部に肛門肛門を造設した場合、犬は数日間肛門周囲を汚染させ、肛門輪の閉鎖不全を

思わせるが、術後1週間位から肛門皮膚部は肉眼的に正常肛門様の形態に近くなり、常に糞の漏出による汚染が見られない様になる。

図3, に示す様に、術後1週目の測定曲線は、肛門括約筋の収縮波は不規則且つ波の高さは極めて低くその圧は0.8~1.5cm/Hgにすぎない。又その収縮波も大小不同で、時間的に休止期があつたり連続して収縮したり不規則である。

術後2週間を経過すれば、収縮波はやや高くなるが(0.8~2.0cm/Hg), 不規則な変動が見られる。

術後4週間後の曲線は、収縮波の高さは略々正常時の圧まで回復し、且つ比較的規則的に収縮を来す様になる。即ち括約筋保存の意義があり、筋は充分にその機能を営む様になる。文献によれば、肛門部粘膜が残されねば、肛門括約筋の機能は回復しないと云われるが、本実験によれば、括約筋を保存的に処置し下降せしめた結腸粘膜に縫合する様にすれば、肛門部粘膜がなくても、少くとも4週間後には比較的良く機能を發揮する様に思われる。

〔Ⅲ〕括約筋切離直腸切断術後の肛門圧曲線

この術式によつて会陰部に設置した肛門は、術後間もなくから(2~3日後)糞便の漏出が見られ、常に肛門附近の皮膚は汚染し、1週間を経過しても、脱肛様に肛門輪内の粘膜を見ることが出来、肛門の閉鎖不全を思わせる。数週間後も便貯溜が困難で、1日数回に亘り少量宛排便が見られる。

図4, は術後2, 4, 8週後の肛門圧を測定した曲線であるが、術後2週間目では、ほとんど収縮波らしきものは無くパロンを肛門輪部に固定する事も困難である。

4週目でも収縮波は極めて低く、定期的に収縮することなく、全く不規則で肛門機能の不全を思わせる。

この手術を施行して新設した肛門は、8週を経過しても、肛門圧曲線は正常に近づくことなく、永久に肛門機能を失うものと思う。とくに括約筋による便貯溜機能を失う。

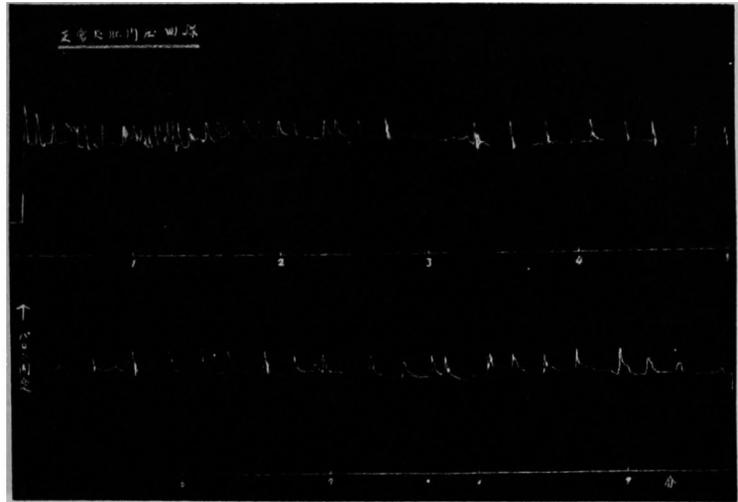


図 2. 正常肛門圧曲線(犬) (× $\frac{1}{4}$)

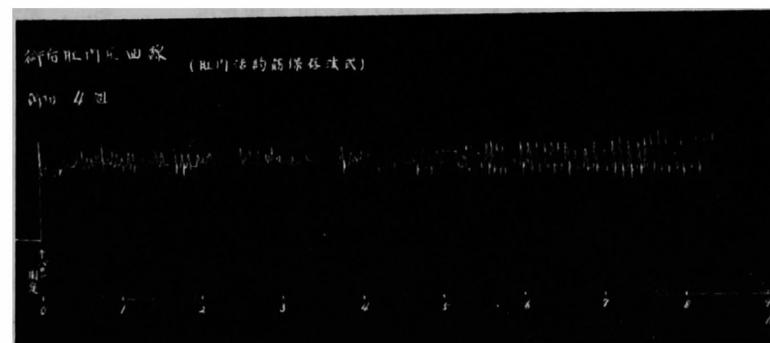
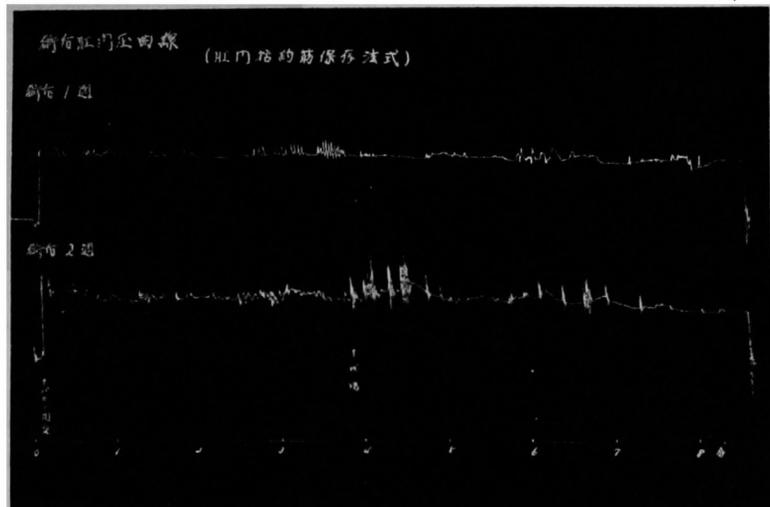


図 3. 肛門括約筋保存直腸切断術後の肛門圧曲線 (× $\frac{1}{4}$) 上から1, 2, 4週後の曲線を示す。

小括:

現在直腸癌根治手術として多くの術者に支持されている腹仙骨式では、人工肛門を多く左腸骨窩に造設される。括約筋保存会陰部人工肛門新設の可否に就いて①腫瘍が下部に位置する時には根治的意義が失われる

②括約筋の正常な機能を営ましめるためには、肛門部粘膜が必要である。③たとえ括約筋を保存し得ても、その機能が不十分であれば、腸骨窩人工肛門よりかえって煩わしい等の理由で、之を否定している人が多い。しかし、もし根治性を失わず、括約筋の機能を残し得るならば、他の場所の人工肛門より生理的であることに疑いはない。

肛門圧曲線のみを以て、括約筋の機能のすべてを云々することは出来ないが、少くとも上記の実験では、括約筋保存術式の場合には、括約筋を切離した時よりも、正常曲線に近い曲線に近づく様になる。

括約筋機能保持のためには、肛門部粘膜は必ずしも必要でなく、肛門部皮膚を残し括約筋を保存的に処置すれば、比較的良く肛門としての機能を回復する様である。

第3節 組織学的検査

尾側腸間膜動脈を結紮遮断して、直腸切除或は直腸切断術を施行した場合に、肉眼的には狭窄、縫合不全、腸の壊死を見ることなく、又大腸下部の血管造影に於ても、豊富な副行路によつて、術後の大腸の血流は肛門に至るまで充分に保たれていることが判明したが、下部大腸に組織学的に変化は無かろうか？

① 直腸吻合部の組織像

写真17は犬のS字状結腸、直腸移行部の正常像を示している。(写真18~23)

造影剤は腸管の全層の動脈、毛細血管に平等に行きわたっている。吻合後の組織像に一般的に云えることは、粘膜下層に全般的な浮腫があり、吻合部と思われる所は、筋層内に不規則な線維化が進み、その一部では毛細管の新生・結合織 (Fibroblasten, Fibrocyten)、淋巴球・組織球が増殖し、局所的の慢性炎症像を呈している。筋層が切断されて結合織によつて補われた部には、血管の密度は他の一部分よりやや高い。又この附近の漿膜にも細胞浸潤があり肥厚している。術後の経過と共に、細胞反応は少くなり概ね Fibrose が強くなつて来る。

しかし粘膜は早くから修復され組織学的にも、その吻合部を区別することは出来ず、筋層のみがいつまでも Fibrose として残る様であるが、分泌機能には大した変化を来さないと判断して良いのではなからう

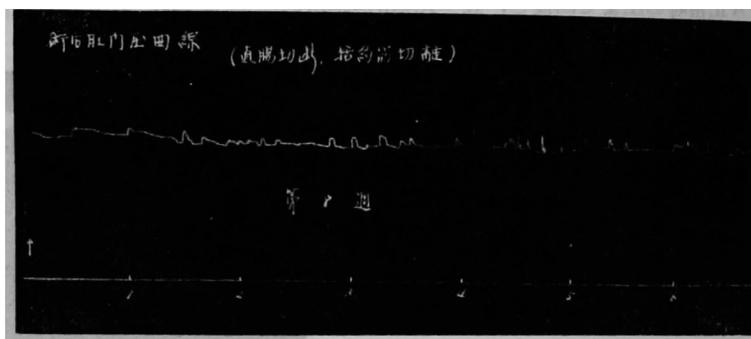
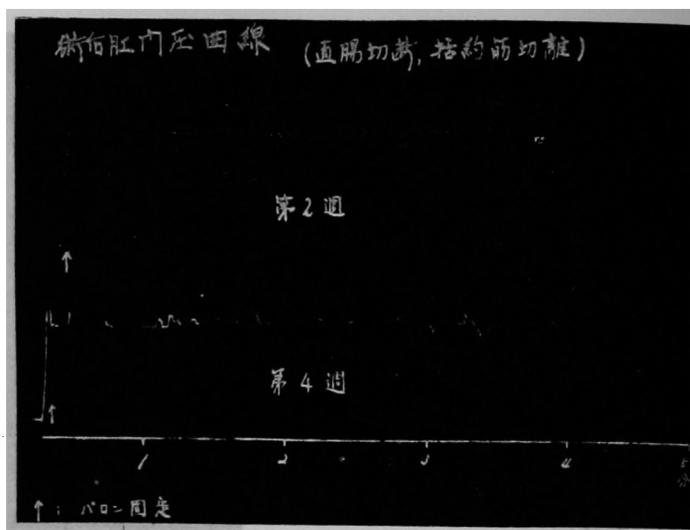


図4. 肛門括約筋切離直腸切断術後の肛門圧曲線 (×1/4) 上から2, 4, 8週後の曲線を示す。

か。

② 直腸切断後下降せしめた結腸の組織像

前節によれば、尾側腸間膜動脈の高位結紮後も、直腸切断を行つて肛門まで下降せしめたS字状結腸部にも、充分な血流が保たれて栄養障碍、壊死を見るものはなかつたが、組織学的にも、写真24に示す様に粘膜、筋層に変化なく粘膜固有層、粘膜下組織に細胞浸潤が見られ、この部の血管新生と浮腫が目立つが、退行変性の傾向は見られない。

第4章 考案及び総括

切除、乃至切断術に就いて

前篇に述べた様に、家兎の尾側腸間膜動脈及びその分枝の各種の高さに於ける結紮による血行遮断が、一過性の貧血を見る以外に、大部分の部位では副側血管の代償によつて、重大なる合併症を見る事なく、大腸下部の生活力に影響を及ぼさないことを知つて、(之は Braithwaite による白ねずみ、赤毛猿の尾側腸間膜動脈結紮実験と同様な結果であるが) 之に最近の直腸根治手術を模して、大腸下部切除を施行した場合にも、残存結腸と直腸の吻合が可能であるか？、又残

存直腸の血行は如何に変化するか？、を検査したのであるが、尾側腸間膜動脈結紮後の直腸切除術、切断術時共に、残存大腸には血行障害を見ることなく、組織学的にも壊死を見るに至らなかった。

即ち切除術を試みた場合、残存結腸部は中結腸動脈から代償性に血流を受け、吻合部まで結腸を下降せしめる場合に十分に剥離可動して、吻合部に緊張がなければ壊死を起すことはなく、又切除のため頭側直腸動脈の遮断された残存直腸部は中直腸動脈、肛門動脈から吻合枝を介して十分な血流を受けることが可能で、このために残存結腸と残存直腸に、端々吻合を試みても血流障害のために、縫合不全をおこすことはなく、上記の実験でも100%に吻合が成功し、術後の血管造影でも十分に造影剤の流入が保たれており、組織学的にも重大な合併症はない。

この事實は、直腸癌手術に際して、転移淋巴節の徹底的清掃が叫ばれている今日、尾側腸間膜動脈をその基始部で結紮遮断し得ることは、之に沿って存在する淋巴節を十分に清掃し得る可能性が大きくなり、S字状結腸又は高位の直腸癌のみでなく、Ouénuの云う様に比較的低位の癌にも切除術を施行し得る様になる。

又腫瘍が直腸下部に存するため、尾側腸間膜動脈結紮後、直腸切断術を試みた場合にも、結腸剥離を充分に行つて結腸を緊張することなく下降せしめれば、血流は左結腸動脈から逆行性に代償され、下部結腸又はS字状部に壊死を招くことなく会陰部に人工肛門を造設することが可能となる。

新設人工肛門に就いて

最近多くの人々に直腸癌根治手術として、腹会陰合併術式が採用され、肛門は主として左腸骨窩に新設されておるが、前記のことから、たとえ尾側腸間膜動脈を遮断しても、下部大腸に血行障害のないことから、腸管壊死をおそれて、腸骨窩に肛門を造設した理由はその根拠を失うであろう。

Gabriel, Gilchrisi, David, 等の云う様に、直腸癌の逆行性進展、転移は稀であると云うことが正しければ、中山の云う様に括約筋を保存して尾側腸間膜動脈に沿つて淋巴節を清掃後、直腸切断術を行つて、会陰部に人工肛門を造設しても一向に支障はなからう。

肛門機能（パロンによる括約筋の収縮及び術後の便貯溜から）からは、括約筋保存術式は括約筋の無いものより、良好で、直腸粘膜を胎さねば括約筋の機能が回復しないと云えない。直腸粘膜を5cmも胎す様であれば、勿論根治的の意味は失われるであろうから

括約筋を保存する努力も水泡に帰すであろう。

下部大腸の血管支配に於て、人よりも副側路形成に不利（辺縁動脈弓を缺く）と思われる犬に、尾側腸間膜動脈結紮を施行し、且つS字状部切除を試みても、直腸の血流は良く保たれる。人の手術時にも、辺縁動脈弓さえ残存すれば尾側腸間膜動脈に沿つた淋巴節も充分清掃し得る様に、之を結紮切除することが出来るであろう。事實多くの術者、Ault, Gastno, Smith, Grinnell, Goligher, etc. によつて採用されつつある。

又犬に於てさえ大腸吻合はさほど困難でなく、癌進展の%から考えて高位の直腸癌、S字状結腸癌には、Anterior-resectionも考慮されうのではなからうか。次いで直腸を肛門まで切断されねばならぬ時、現在左腸骨窩に人工肛門を造設されているが、犬の実験から根治性を損わずに結腸を会陰部に下降可能であつて、且つこの場合括約筋を保存すれば、充分肛門機能を發揮するであろう。

第5章 結 語

1. 犬に尾側腸間膜動脈高位結紮を施行し、同時に結腸、直腸の Anterior-resection, 及び Amputatio-recti を行い、術後の大腸下部の血管造影によつて、その副側血行の状態を調べた。

2. Anterior-resection の場合、縫合不全はなく、又残存直腸の血流も下方からの副側血行により充分保たれる。

3. Amputatio-recti を施行しても、肛門部に縫合した結腸にも、充分血流は保たれ、壊死を見ない。

4. Amputatio-recti は括約筋保存術式と保存しないものを比較したが、パロンによる肛門機能は、括約筋保存のみで約2週後には肛門としての機能を回復する様である。

(本論文の要旨は第21回山陰外科整形外科集談会に発表した。)

擱筆に当り、始終御懇篤なる御指導と御校閲を賜つた津田名誉教授、並に砂田教授に深甚なる感謝の誠を捧げると共に、組織学的所見について御教示を戴いた東京通信病院渡辺病理部長、御助言と御協力を戴いた平井院長に深く感謝致します。

文 献

- 1) Braithwaite, J. L. The effects of ligation on the pelvic arteries of the urinary bladder and the sufficiency of the collateral circulation in the experimental animal. *Brit. J. surg.*, **40**, 610-616, 1953.
- 2) Braithwaite, J. L. The morphology of the collateral circulation subsequent to complete interruption of abdominal aorta in the rat. *J. Anat., Lond.*, **88**, 204-211, 1954.
- 3) Braithwaite, J. L. The effects of interruption of the inferior mesenteric artery and its branches on the blood supply of the terminal part of the large gut in the experimental animal. *Surg. Gyn. Obst.*, **100**, 521-531, 1955.
- 4) Ault, Gastro, & Smith, Carcinoma of the upper rectum & rectosigmoid; clinical report on high inferior mesenteric ligation. *Postgrad. M.*, **8**, 176-183, 1950.
- 5) Ault, Gastro, & Smith, Clinical study of ligation of the inferior mesenteric artery in left colon resection. *Surg. Gyn. Obst.*, **74**, 223-228, 1952.
- 6) Drummond, The arterial supply of the rectum & of the pelvic colon. *Brit. J. surg.*, **1**, 677-685, 1913.
- 7) Steward, & Rankin, Blood supply of large intestine; its surgical considerations. *Arch. Surg.*, **26**, 842-891, 1933.
- 8) Braithwaite, Results of interruption of inferior mesenteric artery of Rhesus Monkey. *Surg. Gyn. Obst.*, **102**, 331-338, 1956.
- 9) Goligher. The adequacy of marginal blood supply to the left colon after high ligation of the inferior mesenteric artery during excision of the rectum. *Brit. J. Surg.*, **41**, 2-4, 1954.
- 10) Grinnell, & Hiatt, Ligation of the inferior mesenteric artery at the aorta in resection for carcinoma of Sigmoid and rectum. *Surg. Gyn. Obst.*, **94**, 526-534, 1952.
- 11) Gastro. Surgical technique of ligation inferior mesenteric artery & preaortic lymphadenectomy. *Surg. Gyn. Obst.*, **102**, 374-376, 1956.
- 12) Colcock, Carcinoma of the colon & Rectum. *Surg. Gyn. Obst.*, **104**, 761-763, 1957.
- 13) Török, Über die Blutversorgung der Darmanastomosen. *Zeit. Chir.*, **32**, 1279-1283, 1955.
- 14) Pataky und Karácsonyi, Die Blutversorgung des Darmüberganges Zwischen Sigma und Rectum und ihre chirurgische Bedeutung. *Der Chirurg*, **29**, 248-252, 1958.
- 15) I. R. Block, A more radical perineal phase for abdominoperineal resection of rectum for carcinoma. *Surg. Gyn. Obst.*, **108**, 667-671, 1958.
- 16) Postlethwaite, & Adamson, & Hart. Carcinoma of the Colon & Rectum. *Surg. Gyn. Obst.*, **106**, 257-270, 1958.
- 17) R. Grinnell. The resection of subtotal & total colectomy in the treatment of Cancer and multiple Polyps of the colon. *Surg. Gyn. Obst.*, **106**, 288-292, 1958.
- 18) Rauber-Kopsch, Lehrbuch und Atlas der Anatomie. 14auflage.
- 19) Mc-Nealy & Lands, Primary anastomosis in treatment of Carcinoma of the colon. *Surg* **21**, 3, 284-289.
- 20) Ault. A technique for cancer isolation and extended dissection for cancer of distal colon & rectum. *Surg. Gyn. Obst.*, **106**, 467-477, 1958.
- 21) Eugene A, Gaston. Physiological Basis for preservation of fecal continence after resection of rectum. *J. A. M. A.* **146**, 16, 1486-1489. (日本語版による)
- 22) Pankin & Johnston. Surgical treatment of cancer of the rectum. *J. A. M. A.* **136**, 6, 371-375. (日本語版による)
- 23) 吉永・其他：直腸癌の手術について，臨床と研究 **34**巻，**7**号；58—62.
- 24) 中村・其他：直腸癌に対する簡易なる手術様式，臨床外科，**5**巻，**8**号；昭25.
- 25) 中山恒明：直腸癌の手術について，手術，**10**巻，**1**号；2—8.
- 26) 中山：結腸癌について，手術，**2**巻，**9**号.

- 27) 鋤柄：直腸癌根治手術，臨床外科，13巻，3号；245—154.
- 28) 島田：直腸癌に対する二・三の考察，臨床外科，8巻，6号.
- 29) 薬師寺：直腸癌の統計，外科，19巻，5号.
- 30) 原勇三：外科手術の実際.
- 31) 松田勝一：医学実験用動物学.
- 32) 横哲夫：腸管端々吻合に於ける理論的腸切除手術 巻9，号12；1—7.
- 33) 久留：日本外科全書，昭30.
- 34) 藤田：生理学講義，上巻，62—64.
- 35) 森：近世解剖学，上，下巻.
- 36) 久留：直腸癌の根治手術，外科，2巻，7号；2—9.
- 37) 津田：直腸癌について，外科，13巻，3号；121—127.
- 38) 鈴木：新外科手術書，中巻.
- 39) 仁熊・他：直腸癌の統計的観察，日本臨床外科医学会雑誌第19回第2号P75—P80.
- 40) 石井・其他：新外科学，下巻.
- 41) 津崎：実験用動脈解剖学.
- 42) 牧野：胃潰瘍及び胃炎の脈管的研究，外科，16巻11号；708—
- 43) 牧野：切除胃の脈管学的研究，日本外科学会雑誌59巻，4号；589—617.
- 44) 松本：結腸一次的切除治験例，日本消化器病学会誌，47巻，1—2号；11.
- 45) 中村：直腸癌手術の一方法，日本外科学会雑誌，50巻，8—9号；345，昭24.
- 46) 本名：肛門直腸形成術，手術，4巻，2号；63，昭25.
- 47) 津田：大腸癌，臨床と研究，27巻，9号；590，昭25.
- 48) 牧野：Grekow-Kümmel 腸重積法による結腸切除手術，5巻，2号；57，昭26.
- 49) 太田・其他：内腸骨動脈結紮が下部泌尿器に及ぼす影響，皮膚と泌尿，14巻，3号；295，昭27.
- 50) 久米川：腸管吻合とくに側々吻合に於ける腸運動 鹿医学，26年，6—7号，191，昭28.
- 51) 井上：下行結腸及び直腸の脈管系，医学と研究12巻，4号；877，昭13.
- 52) **Sonneland, Cmsen & Beaton, Surgical anatomy of the arterial supply to the colon from the superior mesenteric artery based upon a study of 600 specimens. Surg. Gyn. Obst., 106, 385-398, 1958.**
- 53) **Ravdin, The consideration of Sonme problems of large bowel carcinoma. Surg. Gyn. Obst., 102, 257-262, 1956.**
- 54) **Quer, David, & Dahlin, Retngrade intramural spread of carcinoma of the rectum & Rectosigmoid. Surg. Gyn. Obst., 96, 24-30, 1953.**
- 55) **Grinnell, Results in the treatment of carcinoma of the colon and rectum. Surg. Gyn. Obst., 96, 31-42, 1953.**
- 56) **Barringer et al, Carcinoma of large intestine. a new approach to the study of venous spread. Surg. Gyn. Obst., 98, 62-72, 1954.**
- 57) **Wangensteen et al, An inteim report upon the "Second loo" procedure for carcinoma of the stomach, colon, and rectum, and for 'limited intraperitoneal carcinoma' Surg. Gyn. Obst., 99, 257-267, 1954.**
- 58) **Grinnell, Distal intramural spread of carcinoma of the rectum and rectosigmoid. Surg. Gyn. Obst., 99, 4t1-430, 1954.**
- 59) **Thicher and Abrahams, The treament of selected cases of multiple polyps, familial Polyposis and direrticular disease of Colon by subtotal colectomy and ileoproctostomy. Surg. Gyn. Obst., 103, 136-146 1956.**
- 60) **Astler and Coller, The prognostic significance of dinect extension of carcinoma of the colon and rectum. Ann. Surg., 139, 846-852, 1954.**
- 61) **Cole, Precaution in the spread of Carcinoma of the colon and rectum. Ann. Surg., 140, 135-136, 1954,**
- 62) **Ginzburg and Darid, Driling. Successire independent carcinoma of the colon. Ann. Surg., 143, 117-120, 1956.**

Experimental studies on the circulatory disturbance of the lower colon due to the ligation of A. mesenterica caudalis.

Part II Experimental study on the blood supply after Amputatio-recti and Anterior resection on high ligation of A. mesenterica caudalis.

By Yasuo HAMAMOTO

From the II surgical department of the Okayama University Medical School. Director ; formerly ; Prof emeritus Seiji Tsuda, M.D. present ; Prof. Terutake Sunada, M. D.

The arterial arrangements and the collateral circulation have been studied after the high ligation of the inferior mesenteric artery and the anterior resection of the sigmoid colon and amputatio-recti in 15 dogs.

The dogs were killed at various intervals and injected with a radiopaque medium through the thoracic aorta. Arteriographs were taken of the specimen.

The collateral circulation after the anterior resection of sigmoid colon and amputatio-recti, has not been interrupted, and necrotic change and insufficiency were not morphologically & histologically recognized.

The anal function in the amputatio-recti with preservation of the sphincter has been recovered in 2 weeks after the Operation. (author's abstract)

写 真 説 明

写真1 正常犬大腸下部血管像 ($\times \frac{1}{2}$)

- 1 : 腹部大動脈
- 2 : 尾側腸間膜動脈 (A. M. I.)
- 3 : 左結腸動脈 (A. C. S.)
- 4 : 頭側直腸動脈 (A. H. S.)
- 5 : S字状結腸動脈
- 6 : 中直動脈
- 7 : 肛門動脈 (以下同じ)

写真2 正常犬大腸下部血管像, 拡大像 ($\times 2$)

写真3 正常犬大腸壁内血管分布 (剖面)

1. 粘膜固有層
2. 粘膜下層
3. 筋層
4. 漿膜下層

写真4. (I a) 結腸切除術後の大腸 (術後8週) 漿膜面を示す ($\times \frac{1}{2}$) ↑印は吻合部

写真5. (I a) 結腸切除術後の大腸 (術後8週) 粘膜面を示す ($\times \frac{1}{2}$) ↑印は吻合部

写真6. (I b) 結腸切除後大腸の血管造影術後2ヶ月 ($\times \frac{1}{2}$) ↑印は尾側腸間膜動脈結紮→←印は吻合部

写真7. (I d) 結腸切除後大腸の血管造影術後3ヶ月 ($\times \frac{1}{2}$) ↑印は動脈結紮→←印は吻合部

写真8. (I c) 吻合部の血管造影術後2.5ヶ月 (\times

2) ↓印は吻合部

写真9. (I e) 吻合部の血管造影術後3ヶ月 ($\times 2$) ↑印は吻合部

写真10. (I b) 吻合部断面の血管像術後2ヶ月 ↓印は吻合部

写真11. (I d) 吻合部断面の血管像術後3ヶ月 ↓印は吻合部

写真12. (II d) 括約筋保存直腸切断術後の大腸血管造影術後3ヶ月 ($\times \frac{1}{2}$) ↑印は動脈結紮

写真13. (II e) 直腸切断術 (括約筋保存) 後, 下行せしめた結腸壁の断面血管像術後3ヶ月

写真14. (II d) 写真12の新設肛門附近の拡大像

写真15. (III d) 直腸切断術 (括約筋切離) 術後血管造影術後3ヶ月 ($\frac{1}{2}$) ↑は尾側腸間膜動脈結紮

写真16. (III d) 写真15の新設肛門附近の拡大像

写真17. 正常犬直腸組織像

写真18. 尾側腸間膜動脈結紮後結腸切除, 吻合部, 術後2ヶ月の組織像

写真19. 写真18に同じ (拡大図)

写真20. 写真18に同じ (拡大図)

写真21, 22, 23. 尾側腸間膜動脈結紮後, 結腸切除吻合部, 術後3ヶ月の組織像 (写真18, 19, 20に比し細胞反応少い)

写真24. 尾側腸間膜動脈結紮後, 直腸切断, 下降せしめた結腸部, 術後3ヶ月の組織像

浜本論文附图

写真 1

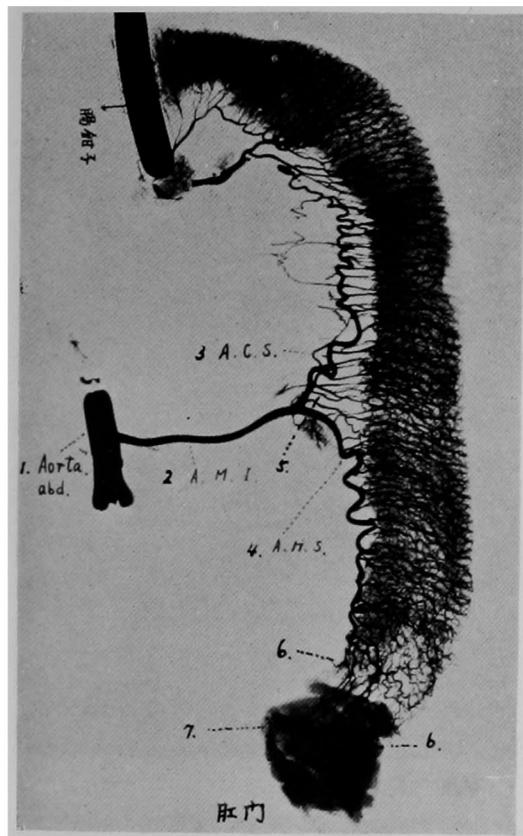


写真 2



写真 3

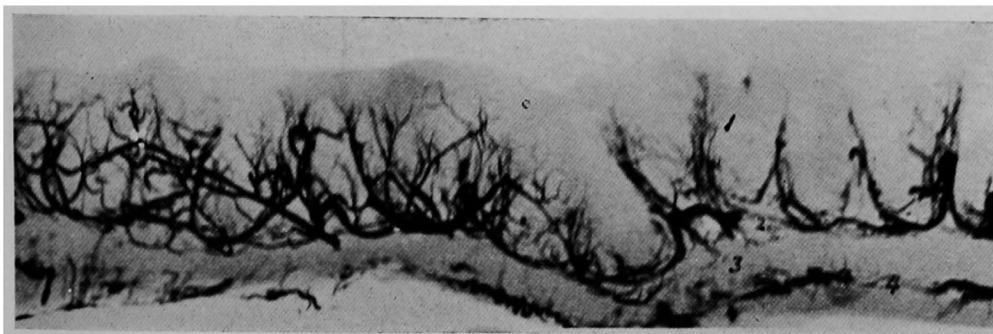


写真 4

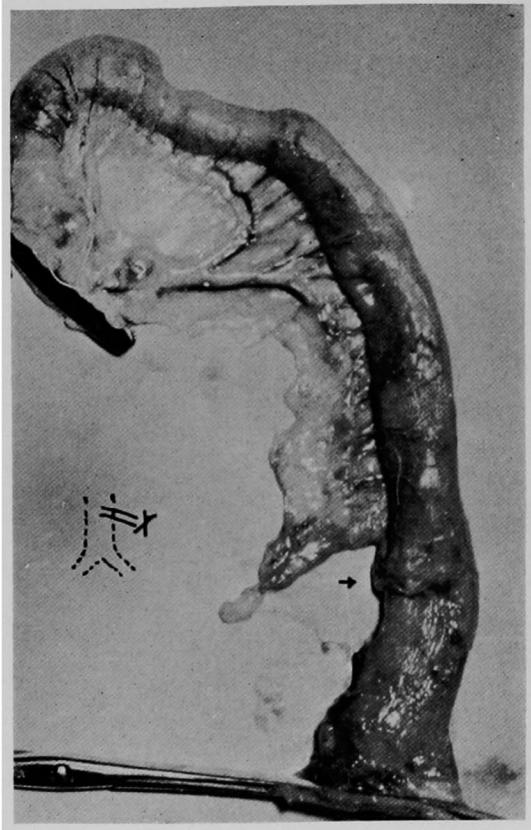


写真 5

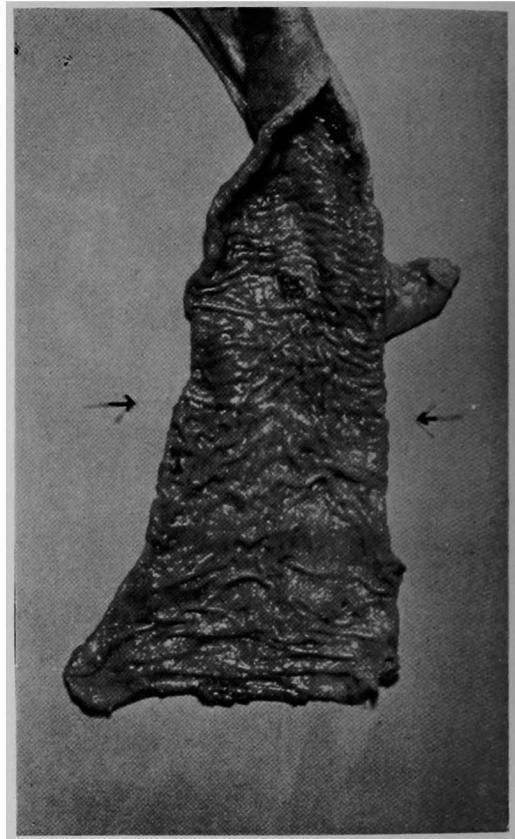


写真 6

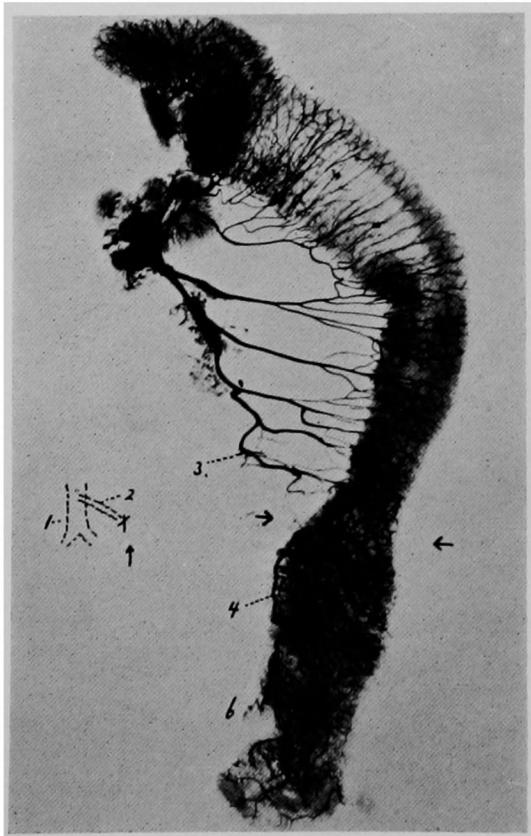
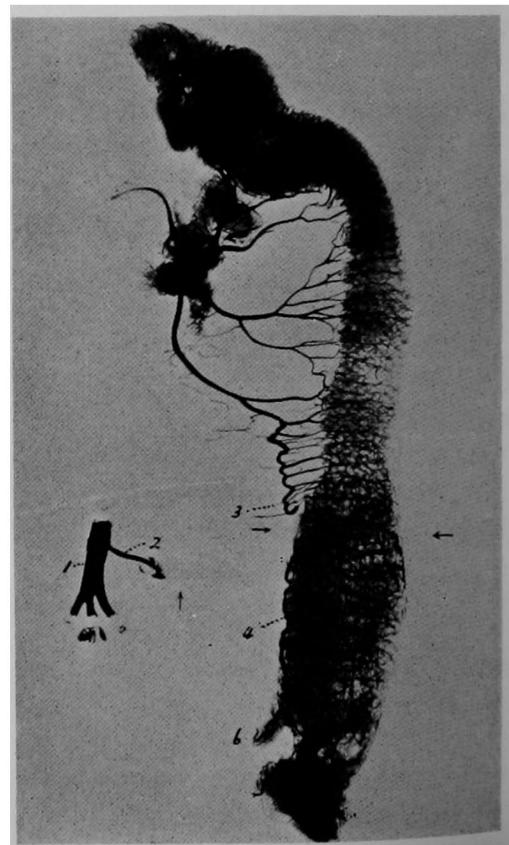


写真 7



浜本論文附図

写真 8

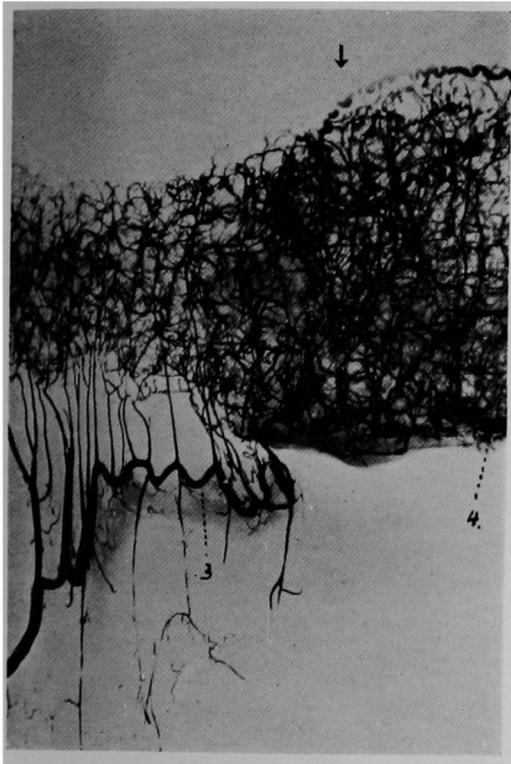


写真 9

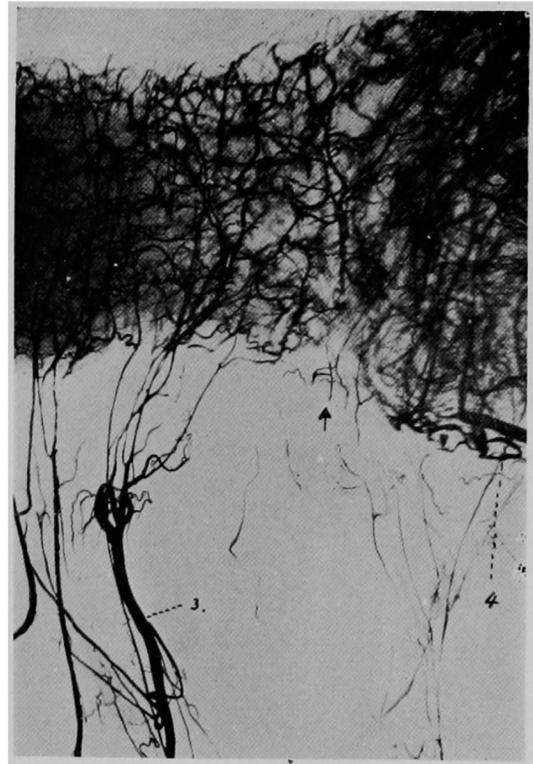


写真 10

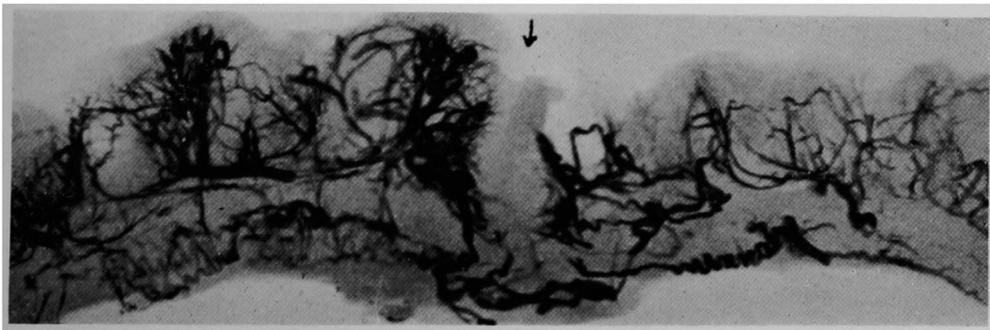


写真 11

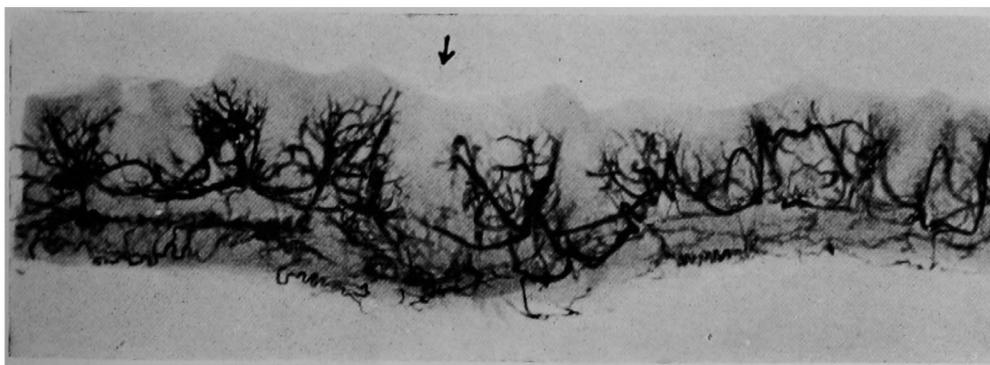


写真 12

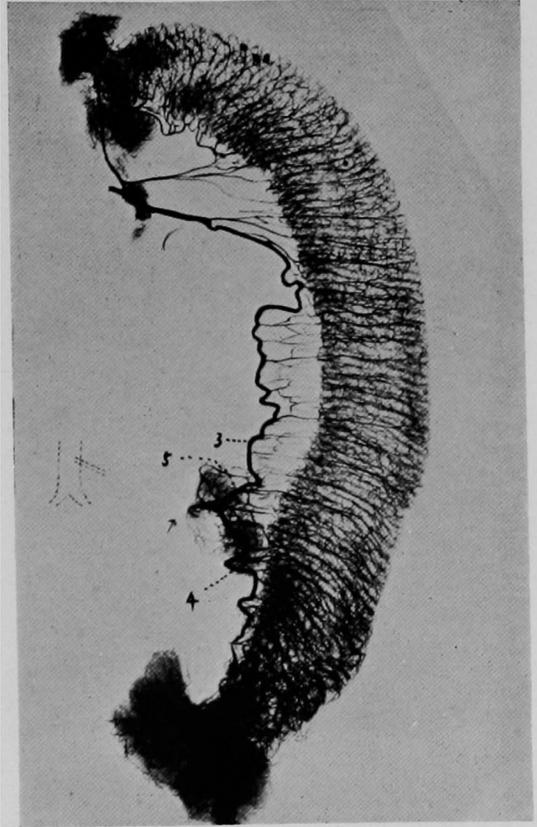
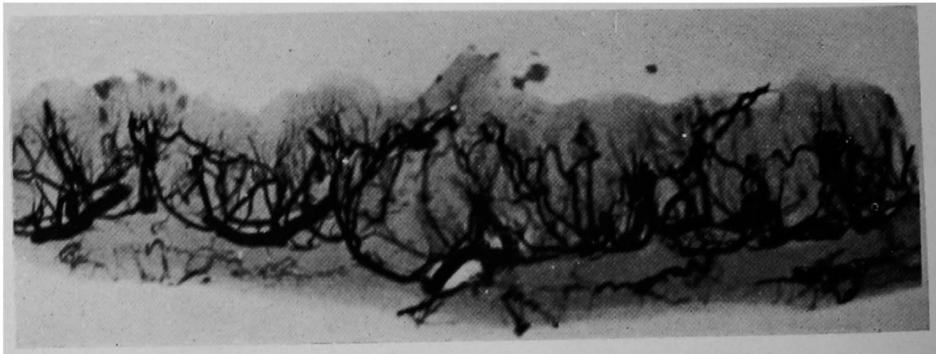


写真 14



写真 13



浜本論文附图

写真 15

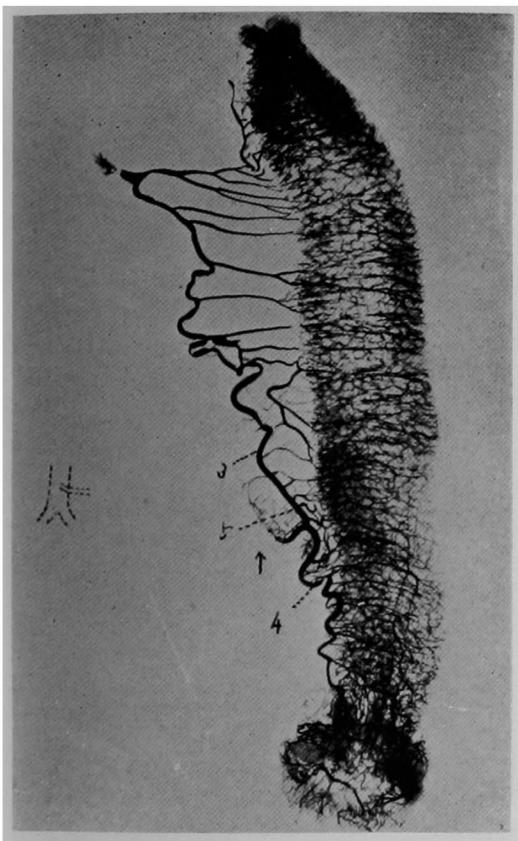


写真 16

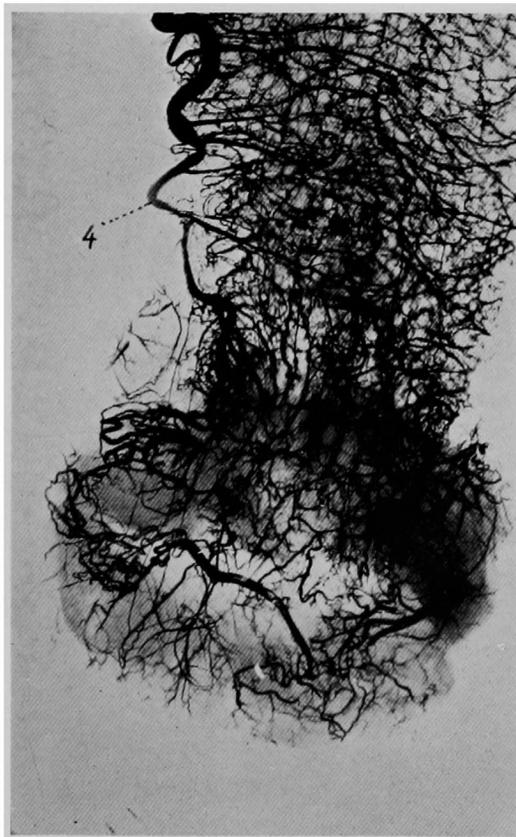


写真 17

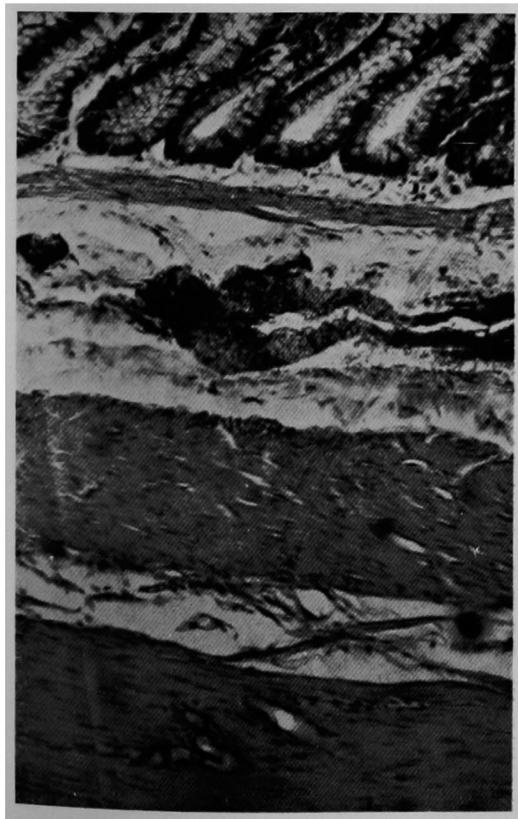


写真 18

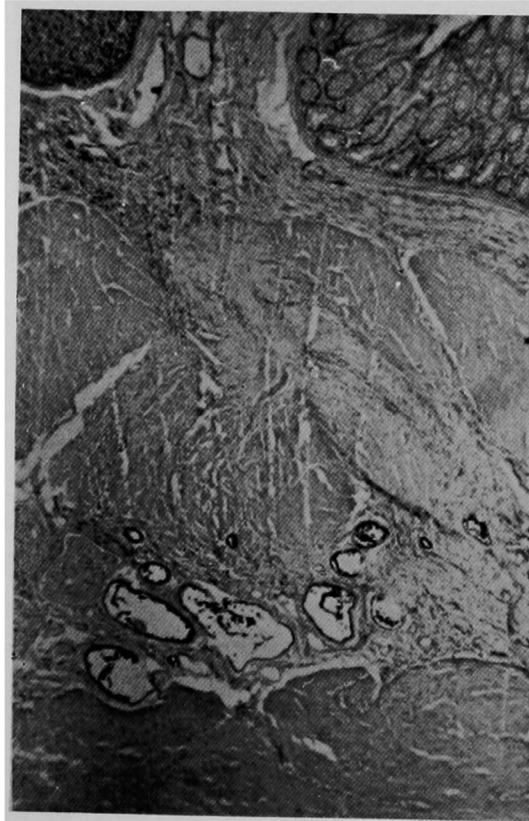


写真 19

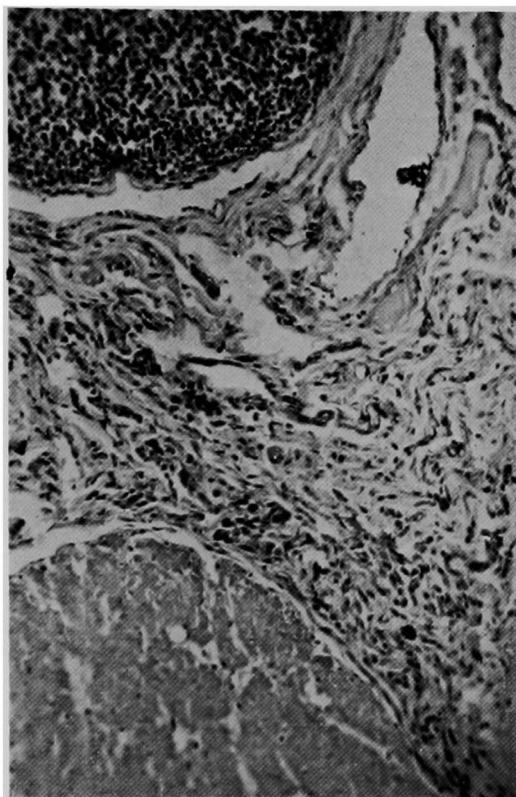


写真 20

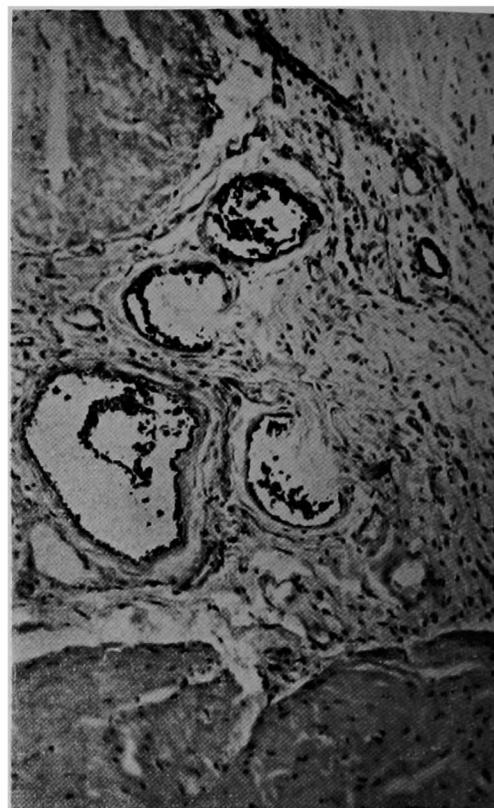


写真 21

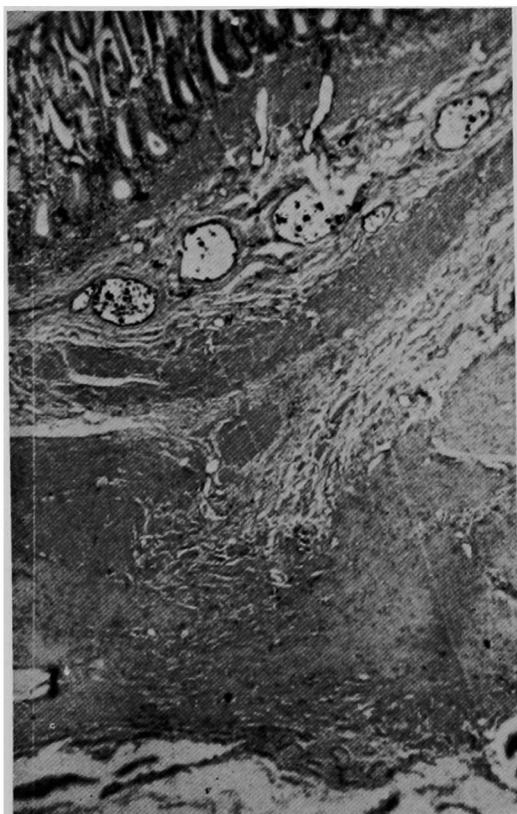
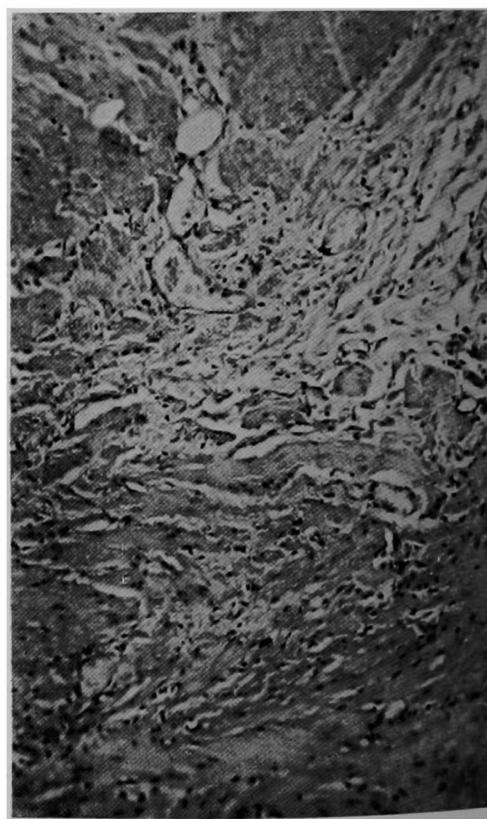


写真 22



浜本論文附図

写真 23

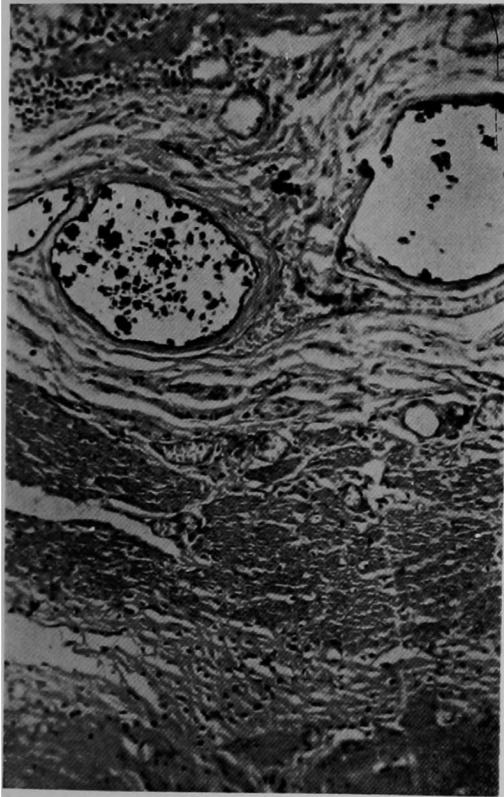


写真 24

