

マイクロ波凝固法の膵切除への応用に関する実験的、臨床的研究

和歌山県立医科大学消化器外科学教室 (指導: 勝見正治教授)

小林 康人

EXPERIMENTAL AND CLINICAL STUDIES ON THE ASSESSMENT OF MICROWAVE TISSUE COAGULATOR FOR PANCREATIC SURGERY

Yasuhito KOBAYASHI

Department of Gastroenterological Surgery, Wakayama Medical College

(Director: Prof. Masaharu Katsumi)

マイクロ波凝固法を成犬の膵切除に応用し、マットレス縫合による膵断端処理法と比較検討を行うとともに、昭和58年12月より40例の膵切除に応用し、従来の方法と比較した。実験的検討において、凝固部は凝固壊死像を呈し、蛋白分解酵素は不活化されるとともに、2cm以上離れた健常部での組織内 proenzyme の活性化作用などはなく、創傷治癒過程、膵管の閉鎖性に優れており、術後の血液検査、耐糖能、凝固系検査に異常はなかった。また、臨床的検討においては術後の膵液の漏出頻度、血中、尿中アミラーゼ値が従来のマットレス縫合による方法より低値であった。膵のマイクロ波凝固法は膵切除における新しい手術手技として有用であった。

索引用語: マイクロ波凝固法, microwave surgery, microwave tissue coagulator, 膵尾側切除, 膵腸吻合

緒言

膵切除においてその切離端の処理法は重要な問題を含んでいる。それは膵は種々の消化酵素を有しており、その中でも蛋白分解酵素、脂肪分解酵素の活性化が切離端に発生すると、断端の虚血と相まって、自己消化により膵壊死、膵液瘻、縫合不全などの致命的な合併症を発生することが多いからである¹⁾。

従来より膵切離端の処理は集束結紮やマットレス縫合によりなされることが一般的であったが²⁾³⁾、縫合閉鎖された膵切離端組織は虚血状態となり⁴⁾⁵⁾、壊死に陥って脱落しやすく、上記合併症発症の母地となる可能性を秘めており、現在でもなお重要な問題が残されている。

当教室では1979年、マイクロ波凝固法を開発し⁶⁾、その強い組織凝固、止血能により、主として肝臓外科領域および消化管内視鏡的治療に応用しており、新しい医療技術として広く臨床応用されるに致している⁷⁻¹¹⁾。著者はこの強い組織凝固作用に着目し、膵切離端での消化酵素を不活化させて自己消化を防ぎ、先

に述べた合併症を軽減させるべく、実験的に成犬の膵切除に本法を応用し、従来の方法と比較して良好な結果を得、昭和58年12月より臨床応用を試み、新しい手術手技としての有用性を認めたので報告する。

I. 実験方法

1. 実験動物の作製

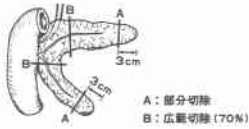
使用したマイクロ波凝固装置 (microwave tissue coagulator, 以下 MTC と略す) は平和電子工業 K.K. のプロトタイプであり、凝固条件として、出力は50ワット、1回凝固時間は1分間とした。手術用電極は針の長さ3cm、直径1mmのものを用いた。

実験動物としては体重10~15kgの雑種成犬を計70頭用いた。麻酔はサイオペンタール5mg/kgを静脈内に投与して気管内挿管を行い、GOFにより維持した。術中は約500mlの補液とセファロスポリン系抗生剤を点滴静注し、閉腹前にアミノグリコシド系抗生剤を腹腔内に散布した。手術翌日は水分のみとし、術後2日目よりドックフード (日本クレア製固型飼料) を自由に摂取させた。

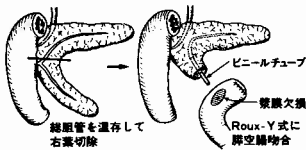
尾側切除では膵を遊離後、切離予定線上に MTC の手術電極を刺入して、前述の条件で2回凝固後鋭的に切離した。切離端において膵管の結紮は行わなかった。

図1 膵切除法

I. 尾側切除



II. 頭部切除兼膵腸吻合



対照群(n=24)では鋭的に切離後、断端に4-0の polyglycolic acid 糸で4~5針水平マットレス縫合(以下MSと略す)をかけた。後者では切離端において膵管はできるかぎり結紮した。図1上段のごとく部分切除(n=19)では両葉とも尾側端より3cmを切除し、広範切除(n=10)では、右葉は主膵管の十二指腸への開口部の手前まで、左葉は幽門尾側の狭部で切除した。後者では、膵切除量と屠殺時の残存膵重量より切除率を算出すると、実質切除率はMTC群では75.7±11.2%、MS群では74.7±8.2%となる(以下70%膵切除とする)。

一方、頭部切除は図1下段のごとく、主膵管開口部を含めて右葉を鋭的に切除したあとMTCあるいはMSで断端処理をして止血し、主膵管にビニールチューブを挿入して膵管に固定したあとTreitz靱帯から約20cmの部で空腸を切離してRoux-Y型の再建を行った。吻合部空腸に漿膜欠損を作製したあと、膵空腸吻合は、無傷針付きの3-0絹糸を用い、端側で全周約15針の結節縫合で行った。

2. 検査項目

マイクロ波凝固のおよぼす膵への直接作用、生体への作用、創傷治癒過程、膵管の閉鎖性という観点から以下の項目につき検索した。測定値はすべてMean±S.E.で表わし、有意差の判定はStudentのt検定および χ^2 検定による。

1) 膵への直接作用

① マイクロ波凝固後の膵組織温度

膵の尾側端に手術電極を刺入し、1回凝固直後にサーミスタ式電子温度計(TF-DN,TERUMO)を膵に刺入し、組織温度を測定した。

② マイクロ波凝固後の膵組織中トリプシン、エラスターゼ活性

尾側端を1回凝固後速やかに、凝固中心部より5mm間隔で長軸に垂直に切り出し、氷冷下にhomogenizeし、0℃、10,000gで30分間遠沈したあとの上清の酵素活性を測定した。トリプシンはHayakawaの方法¹²⁾、エラスターゼは片山の方法¹³⁾に準じて合成基質法によった。また、蛋白量はLowryの方法¹⁴⁾に準じ、組織中の酵素活性は単位時間、単位蛋白あたりの吸光度の増加量で表した。また、トリプシン、エラスターゼともに、それぞれエンテロキナーゼ、トリプシンによる活性化処理を行わずに同様に測定し、マイクロ波凝固の膵組織中トリプシノーゲン、プロエラスターゼの活性化作用の有無もあわせて検索した。

2) 生体への作用

① 広範切除後の血液生化学的検査

70%膵切除犬に対し、術前、術後1日、3日、5日、7日、14日、28日、2カ月、3カ月、4カ月、5カ月および6カ月後の早朝空腹時に血清GOT(UV法)、血糖(OTB法)、血清アミラーゼ(Blue starch法)、血清エラスターゼ1(RIA 2抗体法)を測定し、両群で比較した。

② 広範切除後の耐糖能

70%膵切除犬において早朝空腹時にベントバルビタールによる静脈麻酔を行い、50%ブドウ糖0.5g/kg負荷による経静脈的糖負荷試験(以下IVGTTと略す)を施行し、ブドウ糖負荷前、負荷後5分、15分、30分、45分、60分および120分後に採血し、血糖値およびIRI(RIA 2抗体法)を測定した。

③ 広範膵実質凝固後の血液凝固系検査

膵を広範にマイクロ波凝固した時に凝固系の変化を検索した。すなわち70%膵切除に該当する部位全体を均一に凝固し、prothrombin時間(Quick 1段法、以下PTと略す)、部分thromboplastin時間(フィブrometer法、以下PTTと略す)、antithrombin-III(合成基質法、以下AT-IIIと略す)、fibrinogen(thrombin時間法)、血小板数(PLカウンター法)につき、凝固前、凝固終了10分、60分、6時間、12時間、24時間、さらにその後は隔日に術後2週間まで測定した。対照群としては、70%の膵の剝離のみ行ったsham operation群を用いた。

3) 膵切除創治癒過程

① 膵尾側切除後の切離端の他臓器との癒着

膵尾側切除後1カ月、6カ月、12カ月後における再

開腹時の脾切除端と周辺臓器あるいは組織との癒着の程度をスコアの合計点として表わし、両群で比較した。すなわち、癒着のないものを0点、手手的に剝離可能なものを10点、鋭的剝離が必要なものを20点、断端部以外にも癒着があり、鋭的剝離が必要なものを30点とし、癒着が多臓器にわたる場合はそれぞれのスコアを合計して算出した。

② 脾尾側切除後の切離端の組織像

脾尾側の部分切除直後、1週、2週、4週、2カ月、4カ月、6カ月および12カ月に屠殺し、切離端を直ちに Boin 氏液にて固定後、hematoxylin-eosin 染色(以下 HE 染色と略す)を行い、切離端の治癒過程につき検索した。

③ 脾腸吻合部の微細血管像および脾管像

脾頭部切除および脾腸吻合を行ったあと、1週および1カ月後に再開腹し、笹木の方法⁵⁾に準じて生理食塩水および硫酸バリウム(Micropaque®, ミドリ十字)で下行大動脈より灌流し、ホルマリン固定後、脾腸吻合部を2mmのスライスとして超軟X線撮影装置(SOFTEX type CMB, 日本ソフテックス社)で撮影し、微細血管像を得た。また、術後2カ月目に残存脾の尾部を一部切除し、断端より脾管内にビニールチューブを挿入し、同じく硫酸バリウムを注入して吻合部の脾管像を得た。

④ 脾腸吻合部の組織像

摘出した脾腸吻合部は同時に HE 染色を行い、その治癒過程につき組織学的に検索した。

4) 脾尾側切除後の切離端での脾管の閉鎖性

① 切離端からの排液中のアミラーゼ値

同一犬において一側の尾部をMTC、他側をMSで処理後、主脾管を十二指腸への開口部の手前で結紮して脾液の流出障害をおこしておき、切離端にサックをかぶせ、チューブで排液を体外に誘導した。術直後より7日後まで毎日サック内を生理食塩水1mlで灌流し、その灌流液中のアミラーゼ値を測定した。

② 脾管造影

同一犬において一側の尾部をMTC、他側をMSで処理したあと、十二指腸への開口部の手前で主脾管にビニールチューブを挿入し、硫酸バリウム1~2mlを注入後直ちに脾を摘出し、軟X線撮影を行った。

II. 実験結果

1) 脾への直接作用

① マイクロ波凝固後の脾組織温度

凝固中心部より1cmごとの脾組織温度は、中心部よ

り約80℃、55℃、40℃、35℃、34℃および33℃であった(図2)。

② マイクロ波凝固後の脾組織中トリプシン、エラスターゼ活性

エンテロキナーゼおよびトリプシンによる活性化処理後の脾組織中トリプシンおよびエラスターゼ活性は、凝固中心部ではともに全く消失しており、トリプシンでは凝固中心部より10mm以内、エラスターゼでは20mm以内の脾組織で、健常部と比較して有意な活

図2 マイクロ波凝固直後の脾組織温度

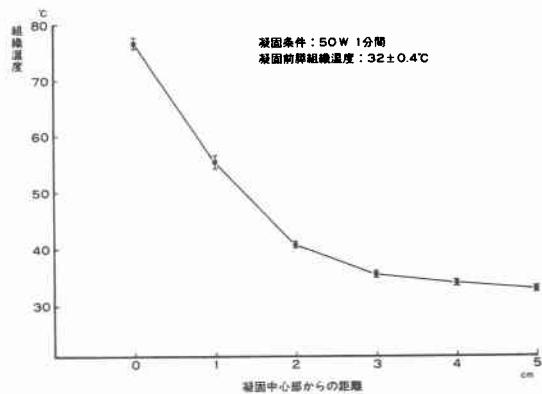


図3 マイクロ波凝固後の脾組織内蛋白分解酵素活性

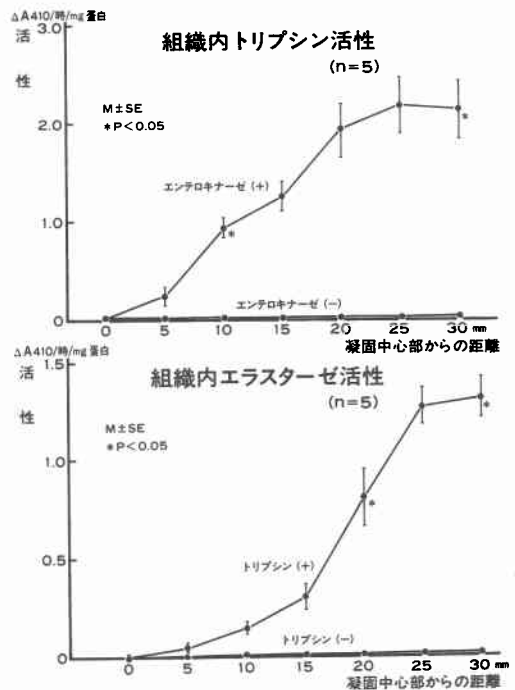
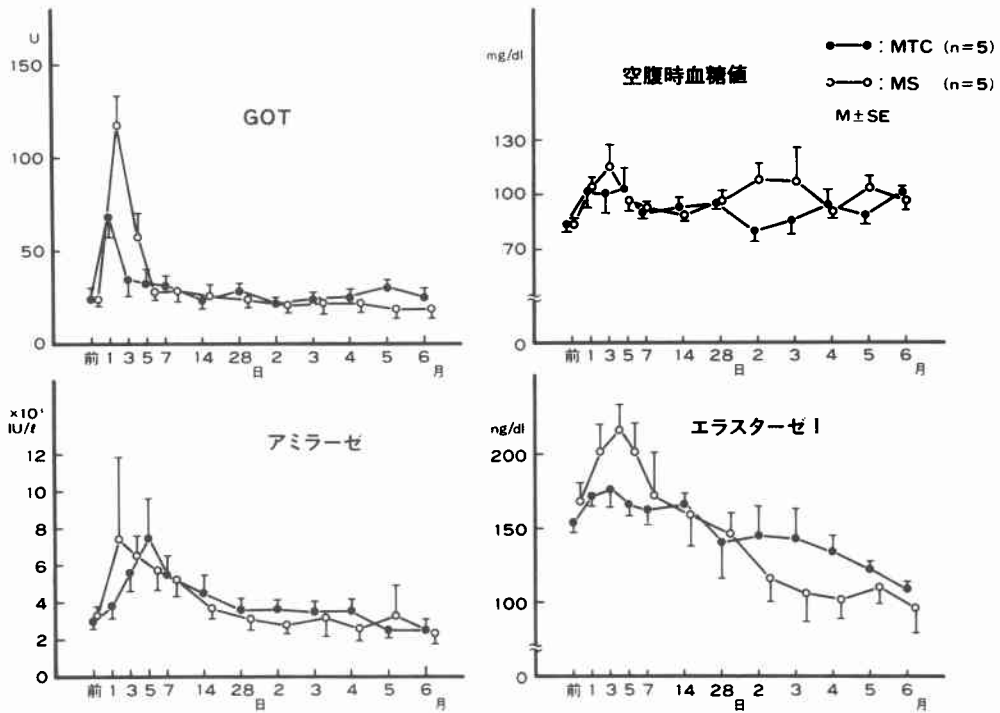


図4 脾広範切除後の血液生化学的検査



性の低下が認められた。またエンテロキナーゼおよびトリプシンによる活性化処理を行わなかった場合はともに測定感度以下であった (図3)。

2) 生体への作用

① 広範切除後の血液生化学検査成績

血清 GOT, アミラーゼ, エラスターゼ I は術後 3 ~ 5 日まで上昇したが, その後順調に低下し, はぼ 1 週間で術前値に復した。空腹時血糖値に著変はなかった (図4)。

② 広範切除後の耐糖能

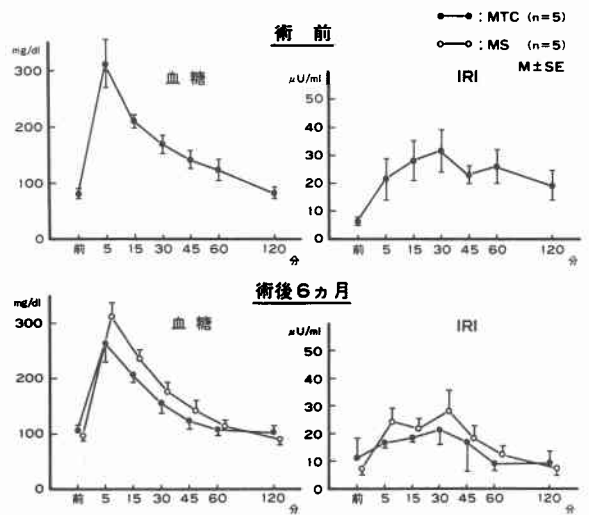
術後 6 カ月後においても, 両群とも血糖曲線および IRI の反応は術前のもものと比較して有意な変化ではなかった (図5)。

③ 広範脾実質凝固後の血液凝固系検査成績

PT および血小板数は脾凝固後より 2 週後まで大きな変動は見られなかった。PTT は術後 12 時間をピークに 10 ~ 20 秒延長したがその後漸減し, 対照群との間に有意差はなかった。AT-III は凝固後 10 分ないし 60 分で約 80% に低下したがその後漸増した。fibrinogen は術後一過性に減少したあと術後 1 日をピークに増加して術前値を上回ったが, 1 週間で回復した (図6)。

3) 脾切除創治癒過程

図5 脾広範切除後の IVGTT



① 脾尾側切除後の切離端の他臓器との癒着

癒着度スコアは術後 1 カ月では両群に差はなかったが, 術後 6 カ月で MTC 群で著明に癒着が少なくなったのに対し, MS 群では依然癒着が強く, 有意差が認められた (図7)。

図6 広範脾実質凝固後の血液凝固系検査

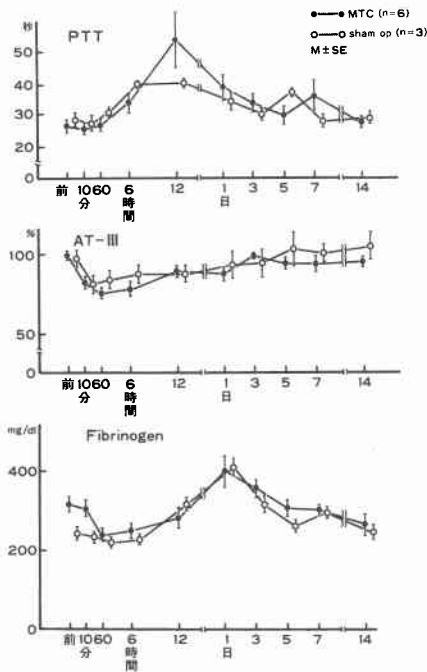
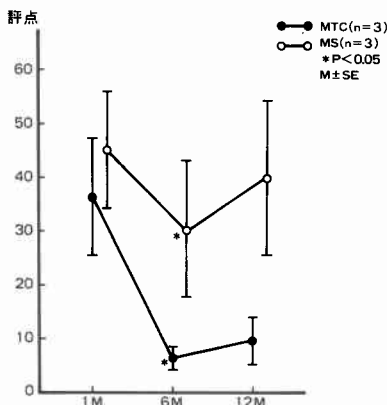


図7 脾切除離端と他臓器との癒着度の経時変化



② 脾尾側切除後の切離端の組織像

凝固直後の切離端の最外側部は完全な凝固壊死像を呈し、中間部では水分の逸脱による空胞変性あるいは蜂巢様構造が見られた。健常部との境界付近では腺房細胞は萎縮して細胞間隙を生じた(写真1)。この健常部との境界部に1週後より結合織の増生が始まり、4週後には強固な肉芽組織となったが、残存脾に炎症性細胞浸潤はほとんどなく、脾炎、膿瘍形成などは見られなかった。MTC群では術後1カ月において最外側

写真1 脾切離端の組織像(マイクロ波凝固直後, HE染色, ×40)

左: 最外側部, 中央: 中間部, 右: 境界部

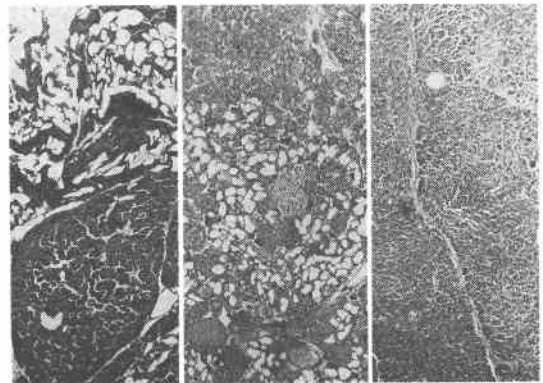
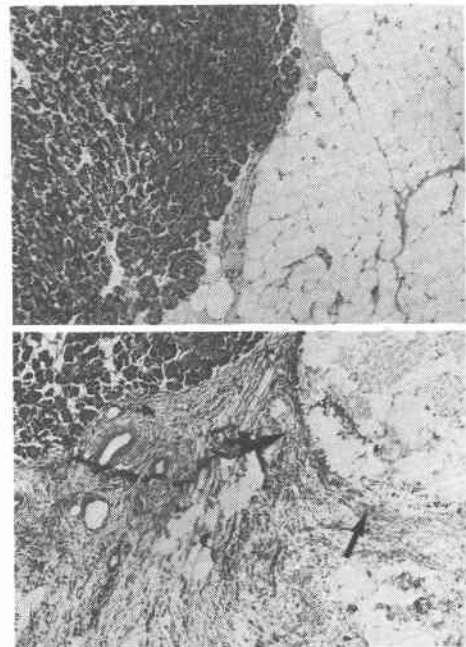


写真2 脾切離端の比較(術後4カ月, HE染色, ×100)

上: MTC群, 下: MS群. 矢印は縫合糸の断面。



部に凝固壊死層が残ったが、術後4カ月になるとこれが吸収されて薄い被膜様となったのに対し、MS群では縫合糸を中心とした膿瘍が多く見られた(写真2)。

③ 脾腸吻合部の微細血管像および脾管像

脾頭部切除兼脾腸吻合施行犬において両群とも5頭中1頭(20%)に縫合不全が認められた。微細血管像では、両群とも術後1週では吻合部の脾に無血管野が

写真3 膵腸吻合部微細血管像 (MTC群, ×2)
上: 1週後, 下: 1ヵ月後

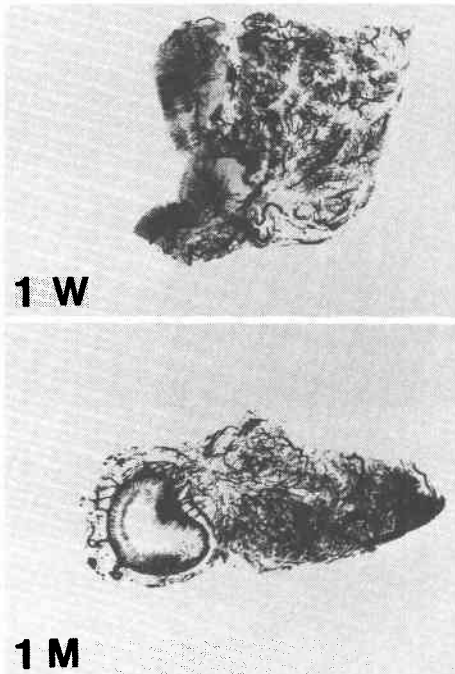


写真5 膵腸吻合部の組織像 (MTC群, HE染色, ×3)
上: 1週後, 下: 1ヵ月後

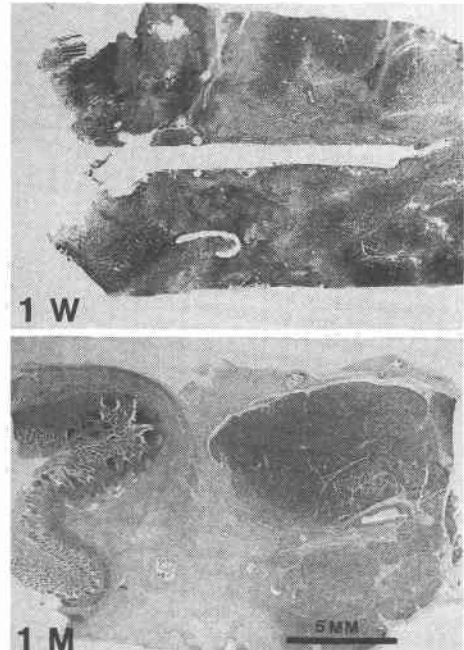


写真4 膵腸吻合部微細血管像および膵管像 (MTC群, 術後2ヵ月, ×4)
矢印は膵管

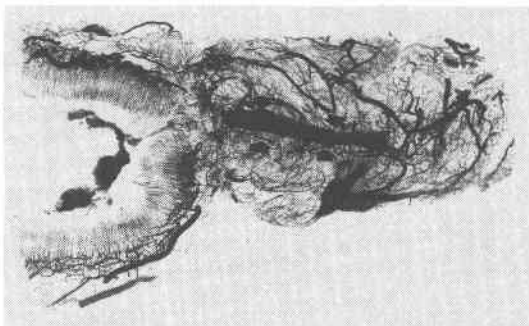
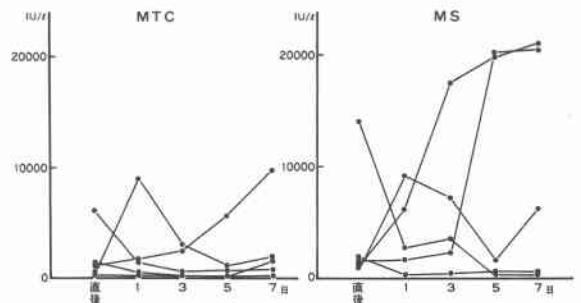


図8 膵切離端部排液中アミラーゼ値 (n=5)



認められたが1ヵ月後には空腸との間に良好な血管交通が認められ、吻合が完成した。1週後の無血管野の幅は吻合時の縫い幅に相当した(写真3)。術後2ヵ月の吻合部膵管像では両群とも明らかな狭窄像は認められなかった(写真4)。

④ 膵腸吻合部の組織像

両群とも1週後の吻合部では縫合糸のかかった範囲に出血壊死、炎症性細胞浸潤が強く認められたが、1

ヵ月後には厚い肉芽組織となった。MS群ではマットレス縫合の分だけ縫合糸を多く使うため、縫合糸膿瘍が多い傾向にあった(写真5)。

4) 膵尾側切除後の切離端での膵管の閉鎖性

① 切離端からの排液中アミラーゼ値

MTC群では1頭を除き、排液中のアミラーゼ値は術後減少したが、MS群では明らかに2頭で膵液瘻が認められた(図8)。

② 膵管造影像

MTC群では切離端より約1cm内側で完全に閉鎖さ

写真6 膵管像(×2)
矢印部に造影剤の漏出を認める。



れたが、MS群では主膵管を結紮しても2次膵管以下からの造影剤の漏出が見られることがあった(写真6)。

III. 臨床成績

1. 症例

昭和58年12月より昭和60年10月までにMTCを使用

した膵切除症例は40例で、その内訳は、尾側切除では胃癌膵合併切除33例、膵嚢胞腺腫2例、他1例で、頭部切除では胆嚢癌および胆管癌がそれぞれ2例ずつであった。このうち膵尾側切除36例につき、過去5年間における当教室でのMSによる膵尾側切除症例44例を対照として以下の検討を行った。

2. 検索項目

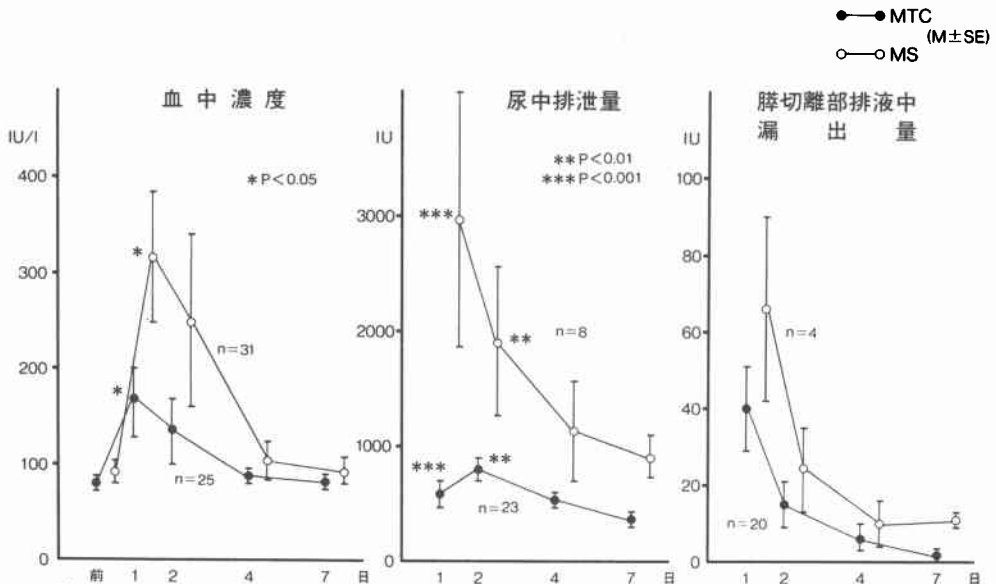
1) 術後血清、尿中、ドレナージ液中アミラーゼ値、
2) 膵液瘻および膵液漏出症例の発生頻度、を両群で比較した。

3. 結果

1) 術後1日目の血清アミラーゼ値は、MTC群：164±35IU/L、MS群：317±69IU/Lであり、MTC群で有意に低値であった。尿中アミラーゼ値は1日の総排泄量で表したが、MTC群では術後1日：575±102IU/日、2日：804±114IU/日であったのに対し、MS群では術後1日：2,961±1,120IU/日、2日：1,923±681IU/日とMTC群で有意に低値であった。膵切離端のドレナージ液中のアミラーゼの1日排泄量には有意差はなかったが、MTC群で少ない傾向にあった(図9)。

2) 膵液瘻および膵液漏出症例の発生頻度はMTC群では36例中2例(5.6%)であったのに対し、MS群では44例中11例(25.0%)と高く、 χ^2 検定においてMTC群で有意($p < 0.05$)に膵液の漏出が少なかった。

図9 術後アミラーゼ値の変化(臨床例)



考 察

実質臓器の外科においては特有の困難な問題が存在する。膵臓外科においては消化酵素による自己消化という問題がある。

従来より膵切除後の残存膵の切離端の処理は、頭部切除でも尾部切除でも主膵管の処理を行ったあと断端にマットレス縫合をかけて出血と膵液の漏出を防ぐ方法が一般的であり、特に尾側切除では集束結紮もよく行われた²⁾。しかし、縫合閉鎖された膵組織は虚血状態となって壊死に陥る可能性があり⁴⁾⁵⁾、同時に断端から漏出した膵液が何らかの原因で活性化されれば膵の自己消化をひきおこすこととなり、膵壊死、膵液瘻、縫合不全などの原因ともなる。したがって最近では断端を縫合閉鎖しなかったり、するとしても水平マットレス縫合よりも魚口型に閉鎖する方法が多く用いられているようである¹⁵⁾¹⁶⁾。また、新しい試みとして消化管に用いる stapler¹⁷⁾やレーザー¹⁸⁾¹⁹⁾の応用も報告されており、操作の簡便化および確実性が追求されている。

マイクロ波凝固法は、マイクロ波のもつ物理的エネルギーを組織に刺入した針状の電極に集束してこれを凝固するもので、当教室ではその強力な組織凝固作用を利用して、肝、脾などの止血困難な実質臓器や消化管の各種病変に対し応用してきた。本法の膵への応用の目的は、膵切離に際し十分な止血が得られるだけでなく、切離端において消化酵素を不活化し、熱による殺菌効果と縫合糸による異物反応がないことより創傷治癒の面で優れること、切離端での癌細胞の壊死効果があること、などを期待したものである。

1. マイクロ波凝固の膵への直接作用について

マイクロ波を組織に照射すると内部誘電熱が発生するが、この熱を利用するのがマイクロ波凝固法である。本法はレーザーや電気メスなどのように高温の輻射熱を利用する方法と根本的に異なり、比較的広い範囲に熱の影響がおよび、癌に対する hyperthermia の効果も含めて切離端での腫瘍細胞の壊死が得られる利点があるが、逆に切離線近傍に重要な脈管や臓器がある場合には、その熱のおよぶ範囲を十分把握しておく必要がある。さらに消化酵素の外分泌臓器である膵に熱を発生させること自体未知のことであり、非活性の酵素が活性化されないか危ぐされる。

まず膵凝固直後の組織温度であるが、中心部で約80℃、中心部より1cm離れると約55℃、2cmで約40℃であった。これを組織内での蛋白分解酵素の活性の面から見ると、トリプシンでは凝固中心部より10mm以

内、エラスターゼでは20mm以内で活性の低下があり、非活性の proenzyme の活性化作用はないことが明らかとなった。

2. マイクロ波凝固の生体への作用

各種の血液生化学的検査、耐糖能、血液凝固系検査において、MTCによる特別な異常は認められなかった。膵切除後の耐糖能については、膵実質切除量がこれを左右すると報告されている²⁰⁾。MTCにより Sandmeyer 型糖尿病発生の限界に近い切除を行っても耐糖能異常が見られなかったことより、組織凝固をきたさない程度の一過性の高温はラ島機能に悪影響をおよぼさないと考えられた。

3. 膵切離創治癒過程

膵切離端においては、止血が十分でありかつ膵液の漏出がないということが必要条件であるとともに、経過中に断端が壊死に陥って脱落したり、膿瘍を形成してはならない。MSにおいては膵管を切離面において結紮し、さらに縫合閉鎖により出血および小膵管からの膵液の漏出を防ぐわけであるが、これは断端の虚血壊死をもおこす可能性があり、これに縫合糸の異物反応や感染が加わって膿瘍を形成しやすいと考えられる。一方、MTCでも断端は同様に虚血状態となるが、高温による殺菌効果、消化酵素の不活化、縫合糸による異物反応がないこと、などより凝固組織に感染が伴いにくく、肉芽が完成するまで断端を覆って保護しているものと思われる。実際肉眼的な断端の癒着の程度は、MTCでは術後長期にわたりMSより少ない結果となっている。これを組織学的に見ると、MSでは縫合糸膿瘍が多いのに対し、MTCでは凝固壊死層が吸収され、被膜様となるため癒着が少ないと考える。

次に膵腸吻合において、MTCでの断端処理は止血できる程度に行い、凝固幅が厚くならないようにし、縫合糸は凝固部を越えてかけるようにした。したがって微細血管像での無血管野の幅はMS群と差はなかったが、MS群では断端処理にも縫合糸を使っているため、組織学的には異物反応や microabscess が多かった。また、膵腸吻合では膵切離面が腸液と接触して消化酵素が活性化し、縫合不全をおこしやすいが、MTCでは切離面での消化酵素は不活化しており自己消化はおこらないと考えられる。

4. 切離端での膵管の閉鎖性

胆管と同様に膵管には血管のような血栓形成がないため、これを完全に閉鎖するには強い凝固が必要と考えられたが、実際に成犬では50ワット、1分間の凝固

で切離端より約1cmが完全に閉鎖された。組織学的に見ると、凝固部の膵管は壁が膨化して内腔が閉塞していた。成犬における、炭酸ガスレーザーを用いた膵切除実験では、15ワットの出力で最もよく閉鎖され、電気メスよりも膵液の漏出が少ないと報告されている¹⁹⁾。MSでは断端すべてを閉鎖することは不可能であり、微小膵管からの漏出は避けがたく、排液中のアミラーゼ値が高くなったと考えられる。

5. 臨床応用例の検討

臨床応用例のほとんどは胃癌手術における膵尾側合併切除症例であった。従来より断端を単純に集束結紮するだけでは膵液の漏出が多いといわれているが、当教室においてもMS群では25.0%の頻度であった。しかし最近ではMTC群においてもなるべく膵管を結紮するように努めたためか膵液漏出頻度が5.6%と有意に減少した。また、術後血中、尿中アミラーゼ値はMS群に比べ低値であったが、これはMTC群では組織学的に炎症反応がほとんど見られなかったことを反映したものと思われる。臨床例の場合は膵管径が太く、頭部寄りでは切離する場合は、膵管の通る中心部を避けてまず周囲より凝固後、膵管を確実に結紮したあと短い電極で再凝固する方法が安全であるが、尾部で膵管が明らかでないような症例では結紮の必要はなかった。臨床例中膵液漏出が疑われた症例は、切離端からの漏出よりもむしろ膵被膜剝離時における頭側の膵実質損傷の可能性が考えられた。

以上より、MTCの膵切除への応用において予期せぬ障害がおこらず、臨床応用例の検討からも満足すべき結果が得られたことより、本法は安全、容易かつ確実であり、今後膵臓外科における新しい手術手技として期待しうるものと考えられる。

結 語

1. 膵のマイクロ波凝固において、蛋白分解酵素は凝固部では減弱され、非凝固部には影響がなく、創傷治癒過程は良好であった。

2. 術後の各種血液検査上、マイクロ波凝固による全身性の悪影響はなく、残存膵機能も良く保たれた。

3. マイクロ波凝固による膵切除では、切離端からの膵液の漏出が少なかった。

4. 膵のマイクロ波凝固法は安全で手技が容易であり、膵切除における新しい手術手技としての有用性が認められた。

稿を終えるにあたり、御指導、御校閲を賜った恩師勝見正治教授に深甚なる謝意を捧げます。また常に御助言、御協力

をいただいた田伏克惇講師ならびに教室の諸兄に心より感謝いたします。

なお本論文の要旨は第24, 25, 27回日本消化器外科学会総会および第85回, 86回日本外科学会総会において発表した。

文 献

- 1) 石川羊男, 楠 徳郎, 山村武平ほか: 膵頭十二指腸切除における2期的膵空腸吻合—手術手技について—。日臨外医学会誌 44: 1017—1021, 1983
- 2) 本庄一夫: 膵体・尾部切除。石川浩一, 木村忠司, 佐野圭司編。現代外科学大系, 39, 東京, 中山書店, 1968, p52—53
- 3) 本庄一夫: 膵頭十二指腸切除術。浅野献一, 石川浩一, 井口 潔編。現代外科学術学大系, 第14巻, 東京, 中山書店, 1979, p195—229
- 4) 米川元樹: 膵腸吻合の癒合に関する研究。日外会誌 82: 1255—1267, 1981
- 5) 笛木和彦: 膵切除後の膵腸吻合術式に関する実験的並びに臨床的研究—創傷治癒過程と術後膵機能を中心として—。日外会誌 86: 725—736, 1985
- 6) Tabuse K: A new operative procedure of hepatic surgery using a microwave tissue coagulator. Arch Jpn Chir 48: 160—172, 1979
- 7) Tabuse K, Katsumi M: Microwave tissue coagulation in partial splenectomy for non-parasitic splenic cyst. Arch Jpn Chir 50: 711—717, 1981
- 8) 小林康人, 勝見正治, 田伏克惇ほか: マイクロ波メスによる肝血管腫切除症例の検討。日消外会誌 16: 2081—2087, 1983
- 9) 小林康人, 田伏克惇, 田伏洋治ほか: マイクロ波凝固法による脾温存法—脾損傷における止血性の実験的検討—。日外宝 54: 91—99, 1985
- 10) Tabuse K, Katsumi M, Nagai Y et al: Microwave tissue coagulation applied clinically in endoscopic surgery. Endoscopy 17: 139—144, 1985
- 11) Tabuse K, Katsumi M, Kobayashi Y et al: Microwave surgery: Hepatectomy using a microwave tissue coagulator. World J Surgery 9: 136—143, 1985
- 12) Hayakawa T, Kondo T, Yamazaki Y et al: A simple and specific determination of trypsin in human duodenal juice. Gastroenterol Jpn 15: 135—139, 1980
- 13) 片山幸一: 合成基質を用いた elastase 活性測定法の検討。医のあゆみ 99: 613—614, 1976
- 14) Lowry OH, Rosenbrough NJ, Farr AL et al: Protein measurement with the folin phenol reagent. J Biol Chem 193: 265—275, 1951
- 15) 石川浩一, 黒田 慧: 膵臓の切開。縫合および切除術。浅野献一, 石川浩一, 井口 潔編。現代外科手

- 術学大系, 第14巻, 東京, 中山書店, 1979, p232—258
- 16) 佐藤寿雄: 膵尾側切除術. 外科診療 19: 1338—1340, 1977
- 17) Fitzgibbons TJ, Yellin AE, Maruyama MM et al: Management of the transected pancreas following distal pancreatectomy. Surg Gynecol Obstet 154: 225—231, 1982
- 18) Orda R, Barak J, Orda S et al: Partial distal pancreatectomy with a hand-held CO2-laser. Arch Surg 115: 869—873, 1980
- 19) 小林重芳: 炭酸ガスレーザーメスによる膵尾部切除に関する研究. 東京女医大誌 52: 634—647, 1982
- 20) 八杉八郎, 水本龍二, 本庄一夫ほか: 膵広範切除後の糖代謝と膵内分泌機能の変動. 糖尿病 17: 336—343, 1974
-