

消化器外科領域における各種外科用メスの比較検討 —特に CUSA との比較を中心として—

防衛医科大学校第1外科

加辺 純雄 大崎 裕子 三村 一夫
平出 星夫 黒川 胤臣 寺島 肇
溝口 修身 田巻 国義 初瀬 一夫
竹村 克二 岩佐 博

COMPARISON OF VARIOUS SURGICAL CUTTING DEVICES ON GASTROINTESTINAL SURGERY —WITH SPECIAL REFERENCE TO CUSA—

Sumio KANABE, Yuhko OHSAKI, Kazuo MIMURA, Hoshio HIRAIDE,
Taneomi KUROKAWA, Hajime TERASHIMA, Osami MIZOGUCHI,
Kuniyoshi TAMAKI, Kazuo HATSUSE, Katsuji TAKEMURA
and Hiroshi IWASA

First Department of Surgery, National Defense Medical College

白色家兎10羽, 雑種成犬5頭の肝臓ならびに脾臓を, 各種メスを用い部分切除を行い, その切断面を光顕ならびに走査電顕的に比較し, 出血量との関係をみた. CUSA ではレーザーや電気メスに比し, 切除面の組織の変性は著しく少なく, 一般外科メスに近い. レーザーメスはこれに次ぎ, 電気メスでは組織の変性が最も著明であった. 出血量を比較すると, 外科メスが最も多く, 次いでレーザーメス, 電気メスの順であり, CUSA はレーザーメスとはほぼ同様であった. 臨床では, 肝転移, 脾臓出血, 皮膚転移に CUSA を使用し良好な結果を得た. 以上の実験ならびに若干の臨床経験より, 肝臓ならびに脾臓外科領域において, CUSA は有用なものと考えられる.

索引用語: 外科用超音波吸引法, レーザーメス

はじめに

消化器外科領域において外科メスの他に電気メスが実用に供されて久しく, その用途は各施設による差はあるが, ほぼ確立されているといえる.

レーザー (LASER: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) は1960年 Mainman¹⁾により最初に発表されて以来, 工業や宇宙科学などの分野でめざましい発展をとげ, 医学領域の各分野にも次第に応用され始めている. とくにレーザーメスは基礎実験の段階から実用化へ進み,³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾本邦においても炭酸ガスレーザーの普及が始まり⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾, 第3のメスとしての地位を

確立しようとしている.

CUSA (Cavitron Ultrasonic Surgical Aspirator, 外科用超音波吸引装置) は1967年最初に白内障手術のため生産され好成績をおさめ¹¹⁾, 1976年脳神経外科用に改良され脳腫瘍へ応用され¹²⁾, 1977年には一般外科への応用の可能性についてのプログラムが米国で始まり, Hodgsonら¹³⁾¹⁴⁾により消化器外科へ応用が試みられた. 本邦においても, その応用が始まりつつある¹⁵⁾.

われわれは炭酸ガスレーザーメスの消化器外科への応用のための基礎実験⁹⁾, レーザーによる迷切の実験¹⁰⁾などを試みるとともに, CUSA の消化器外科への応用のた

めの基礎実験、腫瘍外科への応用実験等を行っている。今回は CUSA を用いて、肝臓および脾臓の部分切除を行い、これまでのレーザーメス、電気メス、外科メスとの比較検討を行ったので、若干の臨床経験を加え報告する。

実験とその成績

1. 対象および方法

実験は白色家兎10羽と雑種成犬5頭の肝臓及び脾臓に対し、外科メス、電気メス、レーザーメスならびに CUSA を用いて部分切除を行い、それぞれのメスの切断面の状態を光顕的、ならびに走査電顕的に比較検討し、同時に出血量との関係を見た。

切離用器材としては、ルークロトン MEO-951 型電気メス、メディレーザー S 炭酸ガスレーザー、CUSA system Model NS-100を用いた。

この CUSA は、チップの先端が縦方向に23 KHZ で振動して組織を選択的に細分化し、チップ先端より毎分3ml で流出する生理的食塩水とともに吸引され、組織の切離が行われるようになっている。

光顕および電顕的観察試料は通常の方法で作成した。使用した電顕は、JEM-100C および付属の ASID-4D 型走査像観察装置である。

2. 結果

a) 各種メスによる出血量の比較

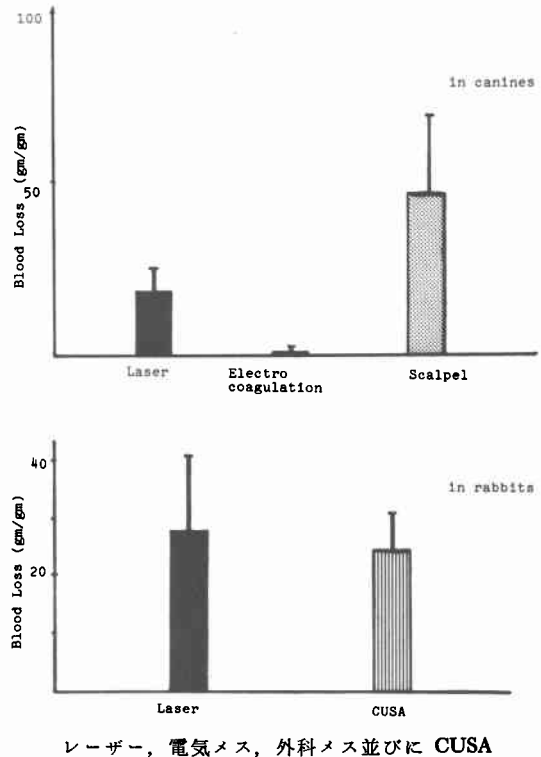
犬および家兎における肝切除時の5分間における平均出血量をみると、犬による測定では、外科メスが最も多く平均48gm、レーザーメスでは平均17gm、電気メスでは平均0.08gm と非常に少なかった。家兎においてレーザーと CUSA の出血量を比較してみると、レーザーメスは平均2.8gm、CUSA は平均2.7gm とほとんど相違を認めなかった(図1)。ただし CUSA 使用時、太い遺残血管を結紮した。吸引組織中にも微量の血液は含まれていたが、術後の創面からの出血はほとんどなく、全体としてレーザーと差異を認めなかった。

b) 肝部分切除における各種メスによる切離面の光顕的差異

電気メスにおいて最も著しい表層組織の空胞化ならびに凝固壊死がみられ(図2E)、レーザーメスにおいては空胞化や凝固壊死は比較的軽度であり(図2L)、CUSA ならびに外科メスでは組織の壊死、変性がほとんどみられず、類似の組織像を呈している(図2C, 2S)

c) 肝部分切除における各種メスによる切離面の走査電顕的所見

図1 肝部分切除時の出血量



レーザー、電気メス、外科メス並びに CUSA

外科メスによる切離面は平滑で著明な出血像がみられるが、CUSA では外科メスに比して出血が少なく、組織の吸引によるはぎとられたと考えられる像がみられる。電気メスでは出血はほとんどみられないが、切離面での微細構造は失われ、組織の熱凝固と水分蒸発によるみなされる噴火口状の孔が多くみられる。レーザーメスによる切離面には、若干の出血がみられるが、組織微細構造の破壊は比較的軽度で、わずかに噴火口状の孔もみられる(図3)。

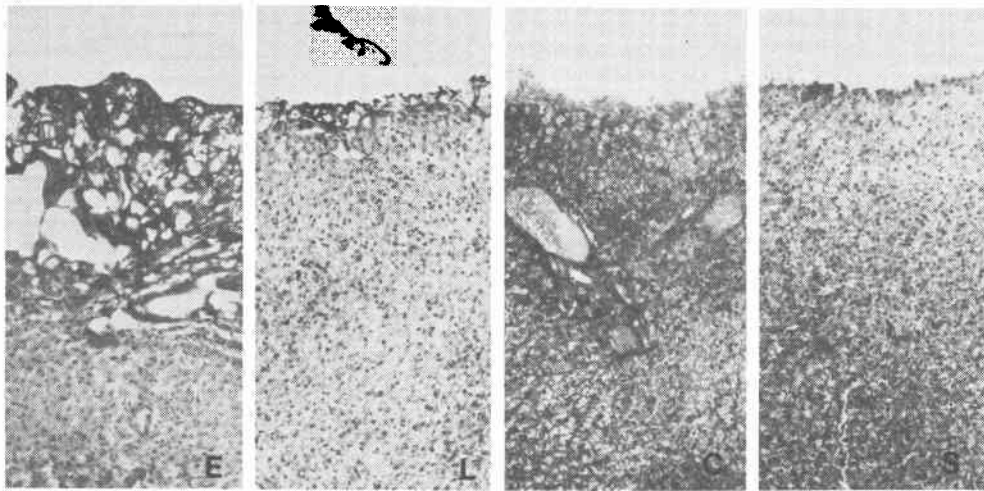
d) 脾臓部分切除における各種メスによる切離面の光顕的差異

各種メスによる切離面の光顕像は、肝臓における所見とはほぼ同様の所見であった。

e) 脾臓部分切除における各種メスによる切離面の走査電顕的所見

形態学的には肝臓における所見とはほぼ同様であるが、5,000倍に倍率を上げてみると、外科メスと CUSA においては正常組織の形態と赤血球の形態は十分保たれていることがわかる。電気メスでは表面が顆粒状になっており、所々に急激な水分の蒸発による穴がみられるのみ

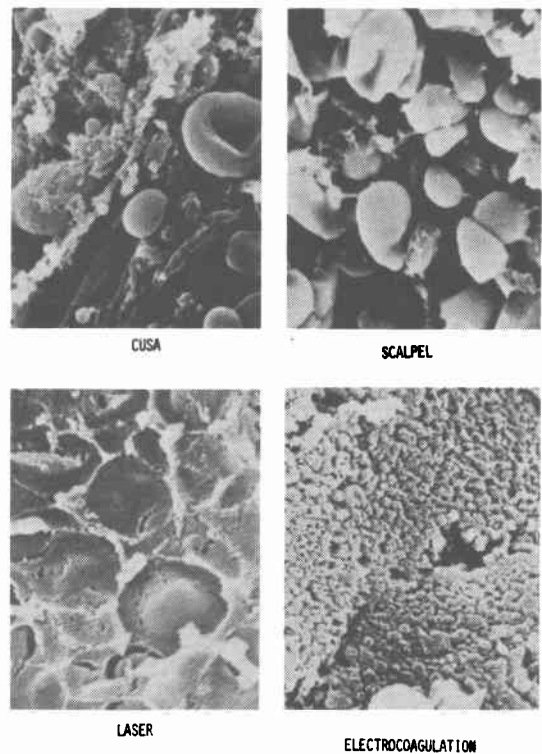
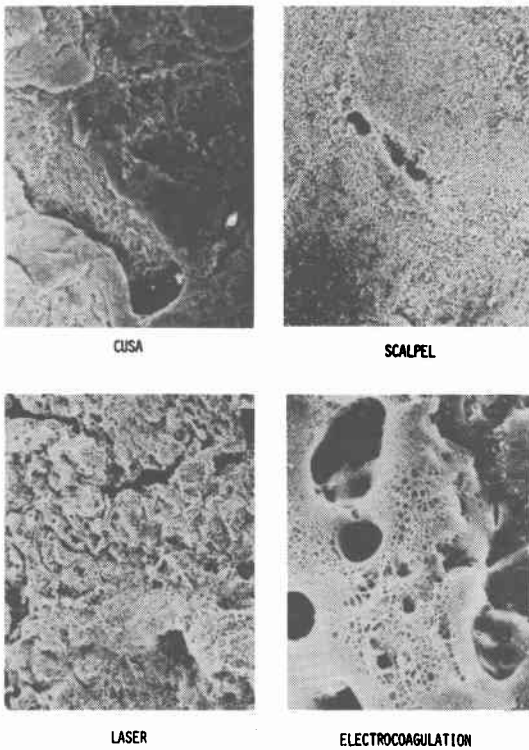
図2 肝切離部の光顕像



空胞化ならびに凝固壊死は電気メス (E) では著しく、レーザーメス (L) では軽度で、CUSA (C) や外科メス (S) では見られない。

図3 肝切離面の走査電顕像 (× 100)

図4 脾切離面の走査電顕像 (× 5,000)



CUSA では少なめの出血と吸引による凹み、外科メスでは平滑さと著明な出血、レーザーメスでは比較的軽度な組織破壊、電気メスでは微細構造の消失と著明な噴火口状の孔が見られる。

CUSA と外科メスでは組織と赤血球の形態は十分に保たれているが、レーザーでは細胞が扁平となり、電気メスでは細胞形態はまったく破壊されている。

で、細胞形態はまったく失なわれている。レーザーメスでは電気メスに比し、比較的ゆっくりした水分蒸発によると考えられる変形して平たくなった細胞がみられるが、個々の細胞としては判定が可能であり、電気メスと比較した場合には、変性は比較的軽度である(図4)。

f) CUSA 吸引組織の顕微鏡所見

CUSA 吸引組織は小組織片であるけれども、顕微鏡的検索が可能であった。

g) CUSA による犬の部分切除肝の透過型電顕所見

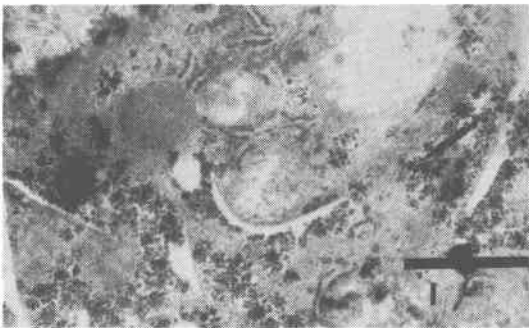
CUSA による切離面の顕微鏡および走査電顕で変化の少

図 5 a CUSA 切離縁の透過型電顕像



多数の細胞質内亀裂がみられる。

図 5 b CUSA 切離縁の透過型電顕像



細胞内亀裂は原形質内線維や小胞体と接して起こったものが多い。

なかったケースでも、透過型電顕でみると切離線附近では超音波の微細な振動の影響と考えられる細胞内の亀裂像が多数認められた。それらは針状または半月状で約2~4μであった(図5a)。亀裂は原形質内線維や小胞体と接して起こったものが多い(図5b)。

臨床への応用

症例 1

72歳男子。AM, 全周性の Borrmann V型胃癌で, Po, H₁, N₃, S₂ で stage IVであったが、術後の化学療法のために腫瘍の量をへらす目的で胃全摘を施行した。肝転移は右葉に2個あったが、一個は肝後面にありとれなかったが、前面の小豆大の転移(図6a)はCUSAの使用により容易にとれ(図6b)、Oozing に対しては圧迫とス

図 6 a 小豆大の肝転移(↓印)

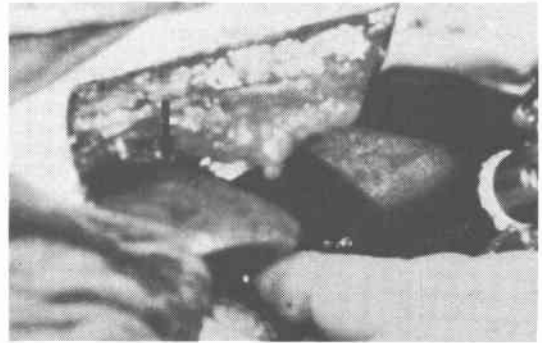
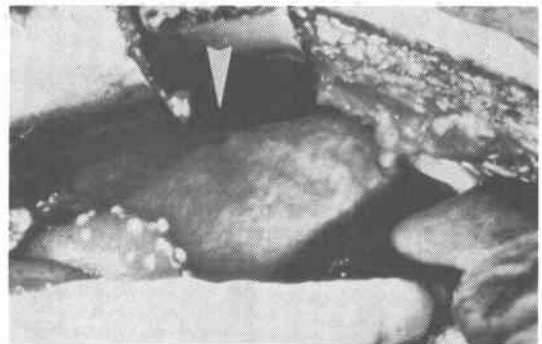
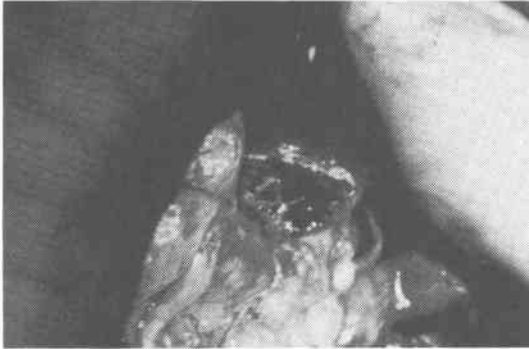


図 6 b CUSA により除去された肝転移部はくぼみとなっているが、出血や胆汁の流出は見られない(↓印)



ポンゼルで簡単に止血した。組織学的には原発巣は乳頭状腺癌が主であり、転移巣は CUSA 吸引組織片の検索の結果管状腺癌が主であった。術中起った脾下極部の被膜の裂傷に対して、CUSA の使用とスポンゼルにより容易に止血が可能であった(図7)。

図7 脾下極の CUSA による切離面，容易に止血が可能であった。



症例 2

52歳女子。1年8カ月前，結腸癌によるイレウスで左結腸半切除術施行。最近ドレーン挿入部に直径5cmの腫瘤ができ，試験切除で転移性腺癌の診断をうけた。5-FU 軟膏は効果なく，Cryosurgery は60, 40, 65秒の3回施行にても0℃以下にならず失敗した。レーザーメスは45分間施行したが，出血，炭化物，腫瘍の硬度などのため，突出部の30～40%切離にとどまった。CUSAの20分間使用では，腫瘍は深部までであるため全摘出はできなかったが，突出部は大部分容易に吸引された。突出部の除去により，表面よりの出血や浸出液の減少をみた。

考 察

白内障手術のため1967年キャビトロン社で開発されたCUSAは，1979年までに，20,000例に及ぶ症例に使用され，特別な合併症もなく，眼科領域においてはすでに実用の域に入っている¹¹⁾。

脳外科領域では Flamm と Ransohoff を中心に動物実験のみならず，脳腫瘍例に使用され，その有効性が認められつつある¹²⁾。

最近になり Hodgson を中心として CUSA の消化器外科への応用が試みられている。彼は犬やヒヒで実験を行い，肝切離，粘膜除去や筋肉剥離に有効であることから，直腸癌，大腸腺腫，口腔内粘膜癌さらに肝の部分切除へと臨床経験をつみかさねている¹³⁾¹⁴⁾。

われわれも基礎実験と若干の臨床経験より，CUSA は従来のメスと異なり，組織の切断というより細分化，剥離吸引するため，組織の選択的切離を行うことができ，肝臓の血管と肝組織を，あるいは脾臓の血管と脾組織を選択的に分離するため，血管が露出され，これを結紮，止血することにより，短時間にしかも出血が少ない状態

で実質臓器の部分切除が可能であった。走査電頭的にも，切離線の組織の凝固や壊死はほとんどみられず，有用な切離器具と考えられる。

われわれの特に注目する点は肝手術において出血の心配なく部分切除または転移腫瘍吸引が可能である点である。消化器の癌においてごく最近まで，肝転移の有無が決定的であり，術者によっては絶対非治癒として，手術を極端に縮小する人も多かった。胃癌取扱い規約¹⁵⁾や大腸癌取扱い規約¹⁷⁾では一応 H₀, H₁, H₂, H₃ と分けているが，それは将来のためであり，現実には H₁ 以上は多くの臨床家にとり絶望的な所見であった。しかし Hanks¹⁸⁾のごとく肝転移例でも切除により治癒せしめえた例もあり，またそこまでいかなくとも，絶対非治癒を肝転移の除去により相対非治癒までもっていきうる。完全に除去ができない場合でも，腫瘍の量を減少させることにより，術後の化学療法または免疫療法への期待をつなぎうる。

胃癌手術時に大網を結腸より切離する際，左結腸曲の部で大網を少しく牽引しつつ，結腸よりさらに脾附着部をできるかぎり脾門近くで剥離する。しかしこの場合大網を牽引しすぎると，脾の重みも加わり，大網の脾附着部で脾損傷をみたり，また脾尾部接合部で脾門部の亀裂をきたして予期せざる出血をみることもあり，われわれ外科医をこまらせることがある。これらの出血に対して，ゼルフォームによる圧迫，ゼルフォームをはさんでの縫合，場合によっては脾摘をせざるをえない場合もありうる¹⁹⁾。しかる場合に CUSA の使用により脾実質が除去され血管を選択的に分離露出するため，圧迫または結紮による止血が容易になり，出血量を非常に少なくすることが可能である。われわれの脾に対する実験，臨床経験からも，CUSA の脾出血に対する有用性が示唆される。

移植腫瘍の除去に CUSA を使用した実験からも，胃癌肝転移，結腸癌皮膚転移の除去の CUSA 吸引組織片の光頭的検索からも，吸引腫瘍の組織学的検討が可能であった。ただし透過電頭的検討では，原形質内に亀裂が生じる所見がえられ，この点が今後の問題点として検討されねばならない。

われわれの透過型電頭でみられたごとく，組織障害は皆無とはいえず，さらに医学上の問題ではないが，値段が高価なことが，気軽に使用できない欠点となっている。しかし CUSA にはいくつかの利点がある。1) 目的部以外に壊死や障害が少ない，2) 出血が少ない，3)

煙がなくまた血液の汚染が少なく視野がきれいである、4) 吸引した組織の検鏡が可能である、など多くの優れた点があり、消化器外科領域においても肝、脾を中心として、次第に応用されていくことが期待される。

まとめ

外科メス、電気メス、レーザーメスならびに CUSA の差をみるために、白色家兎10羽ならびに雑種成犬5頭の肝臓および脾臓の部分切除を行い、その切断面を光頭的ならびに走査電頭的に比較検討し、出血量との関係をみた。

CUSA ではレーザーや電気メスに比し切除面の組織の変性は著しく少なく、一般外科メスに近い。レーザーメスはこれに次ぎ、電気メスでは最も組織の変性が著明であった。

出血量では、外科メスが最も多く、次いでレーザーメス、電気メスの順であり、CUSA はレーザーメスとほぼ同様であった。

臨床応用として、胃癌肝転移、脾臓出血、ならびに結腸癌皮膚転移に CUSA を使用し、容易に止血が可能であった。吸引組織は動物実験と同様に十分組織学的検索にたええた。

以上の実験ならびに臨床経験より、消化器外科とくに肝臓ならびに脾臓外科において CUSA は有用なものと考えられる。

(本論文の一部は第12回日本臨床電子顕微鏡学会総会において発表した。)

文 献

- 1) Mainman, T.H.: Optical and microwave-optical experiments in ruby. *Phys. Rev. Letters*, **4**: 564, 1960.
- 2) Mainman, T.H.: Stimulated optical radiation in ruby. *Nature (Lond.)*, **187**: 493—494, 1960b.
- 3) Hall, R.R.: Haemostatic incision of the liver, carbon-dioxide laser compared with surgical diathermy. *Br. J. Surg.*, **58**: 538—540, 1971.
- 4) Fidler, J.P., et al.: Laser surgery in exanguinating liver injury. *Ann. Surg.*, **181**: 74—80, 1975.
- 5) Mihashi, S., et al.: Laser surgery in otolaryngology, Interaction of CO₂ laser and soft tissue. *Ann. NY Acad. Sci.*, **267**: 263—294, 1976.
- 6) Orda, R., et al.: Partial hepatectomies with a handheld laser knife. *Br. J. Surg.*, **64**: 857—861, 1977.
- 7) 三橋重信: 炭酸ガスレーザー照射による組織表面構造の変化—走査電子顕微鏡による観察. *日耳鼻*, **80**: 1483—1487, 1977.
- 8) 滝沢利明: レーザーメス, 超音波メス, 超音波吸引器の現状と問題点. *医器学*, **50**: 82—87, 1980.
- 9) 三村一夫ほか: 炭酸ガスレーザーメスの消化器外科への応用. *手術*, **34**: 221—229, 1980.
- 10) 三村一夫ほか: 炭酸ガスレーザーメスによる選択的近位迷走神経切離術—その基礎的研究. *防医大誌*, **5**: 272—279, 1980.
- 11) Cavitron (Ultrasonics): *Manual of CUSA system, Model NS-100*.
- 12) Flamm, E.S., et al.: Preliminary experience with ultrasonic aspiration in neurosurgery. *Neurosurg.*, **2**: 240—245, 1978.
- 13) Hodgson, W.J.B., et al.: Evaluation of ultrasonically powered instruments in the laboratory and in the clinical setting. *Am. J. Gastroent.*, **72**: 133—140, 1979.
- 14) Williams, J.W., et al.: Histologic evaluation of tissue sectioned by ultrasonically powered instruments (a preliminary report). *Mt. Sini. J. Med.*, **46**: 105—106, 1979.
- 15) 大坪 修ほか: 超音波メスの開発. *映画情報 Medical*, **11**: 843—844, 1979.
- 16) 胃癌研究会: 胃癌取扱い規約(改訂第10版), 金原出版, 東京, 大阪, 京都, 1979.
- 17) 大腸癌研究会: 大腸癌取扱い規約, 金原出版, 東京, 大阪, 京都, 1977.
- 18) Hanks, J.B., et al.: Surgical resection for benign and malignant liver disease. *Ann. Surg.*, **191**: 584—590, 1980.
- 19) 大同礼次郎: 広汎胃切除時の脾損傷. *外科診療*, **16**: 760—762, 1974.