

炭酸ガスレーザーを用いた選択的近位胃迷走神経遮断術 —臨床応用への予備的研究—

防衛医科大学校外科学第1講座

佐々木光一 門田 俊夫 三村 一夫
加辺 純雄 佐藤 敬文 玉熊 正悦

PARIETAL CELL VAGOTOMY WITH CO₂-LASER —PRELIMINARY STUDY FOR CLINICAL USE—

Kouichi SASAKI, Toshio KADOTA, Kazuo MIMURA,
Sumio KANABE, Takafumi SATOU and Shoetu TAMAKUMA
First Department of Surgery, National Defense Medical College

炭酸ガスレーザー照射による選択的近位胃迷走神経遮断術（以下“レーザー迷切”）の臨床応用に向けて、ヒトの胃についてレーザー照射後の胃壁を組織学的に検索し、安全性及び有効性の面から、至適条件の検討を試みた。対象は早期胃癌で胃切除を必要とした30例で、照射方法はすでに報告した条件で行った¹⁾。その結果、迷走神経が最も密に分布する漿膜下層から固有筋層表層に至る範囲は部分的凝固壊死を示し、神経は変性し、血管は温存された。レーザー照射による壊死層は最も深達度の深い例でも固有筋層の1/3までしか及ばず胃壁穿孔の危険性は皆無と考えられた。以上より、上記照射条件で最も安全、確実なレーザー迷切が行えると考えられた。

索引用語：炭酸ガスレーザー照射，選択的近位胃迷走神経遮断術，壁細胞分布領域

はじめに

十二指腸潰瘍に対する外科的治療法の1つとして各種の迷走神経切離術、特に選択的近位胃迷走神経切離術（以下“選近迷切”）が広く行われている。この選近迷切の術式は、胃酸分泌細胞である壁細胞分布領域への迷走神経を小網より胃内に進入する部で切離するもので、幽門洞枝は確実に温存されるため機能的に優れた方法で術後のダンピング症状などの愁訴は極めて少ない。また、胃切除・吻合などの操作を伴わないため縫合不全の心配もない。しかし、この術式は手術操作が煩雑で時間を要し、神経のみならず胃壁に分布する血管も同時に結紮切離するため胃壁の血行障害や、胃粘膜防御機構の障害などの欠点を有するとともに、時に小弯側の血流障害による胃穿孔などの合併症が報告されている²⁾³⁾。

そこでわれわれは、Schreiberらの炭酸ガスレ

ザー照射による末梢神経機能喪失の報告に⁴⁾⁵⁾ヒントを得て、炭酸ガスレーザー照射による新しい迷走神経遮断術（以下“レーザー迷切”）を開発した⁶⁾。これは炭酸ガスレーザーの非焦点照射を適当な出力で壁細胞領域に照射することにより、この部に分布する迷走神経のみを変性遮断するもので、これまで種々の動物実験で選近迷切に比べて本法は血流を温存し、容易で短時間に行いえることを報告してきた⁷⁾（図1）。

しかし、もしこれを臨床に適用するには解決すべき問題がいろいろある中で、今回はヒトの胃に対するレーザー迷切の至適照射条件を多数例について検討してみた。

対象と方法

対象は胃体下部より幽門部に病変を有する早期癌に対し、胃亜全摘術を行った30例である。用いた炭酸ガスレーザーメスは、日本赤外線株式会社 Model-60Zで Handpiece には焦点距離100mmのレンズを用いた。照射条件は、すでに報告したように出力20W、照射面が焦点より100mm離れた非焦点照射、移動速度10

図1 炭酸ガスレーザーによる選択的近位胃迷走神経遮断術

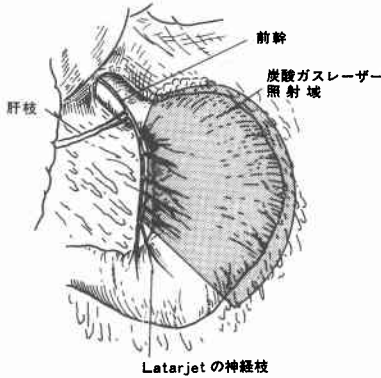


表1 対象と方法

対象：胃癌で胃切除を行なう 30例
 機種：NIIC MODEL-60Z
 Handpic F=100mm
 条件：出力 20W 非焦点距離 100mm
 移動速度 10mm/秒 連続照射
 格子状2回
 方法：開腹
 ↓
 胃露出
 ↓
 病巣部を除いた切除予定域に
 炭酸ガス Laser照射
 ↓
 血管処理、胃切除
 ↓
 組織検査

mm/secの連続照射で、格子状に2回照射を行った¹⁾。

方法は通常の全身麻酔下で開腹、胃を露出したのち、病巣部から十分にはなれた胃切除予定域に先の条件で漿膜面にはほぼ直角に炭酸ガスレーザーを照射した。レーザー照射後、血管を処理して病巣部を含め胃切除を行い、直ちに10%ホルマリンで固定した。照射部の中央および辺縁部より切片を作製し、ヘマトキシリン・エオジン染色にて組織学的に検索した。特に、レーザー照射の組織深達度、血管および神経障害程度を観察し、上記照射条件における照射効果の均一性、照射の有効性および安全性を検討した(表1)。

成績

1. レーザー照射による胃壁の変化

(図2)はレーザー照射後の胃壁の切片で、上方が漿膜面である。レーザー照射による組織学的変化により、照射後の胃壁は漿膜面より、a) 完全凝固壊死層、b) 部分的凝固壊死層、c) 不完全変性層、d) 健常部の4層に分類できた。この4層の深達度を非照射部の胃壁と対比し、schemaで示したのが(図3)である。つ

図2 レーザー照射後の胃壁の切片×30

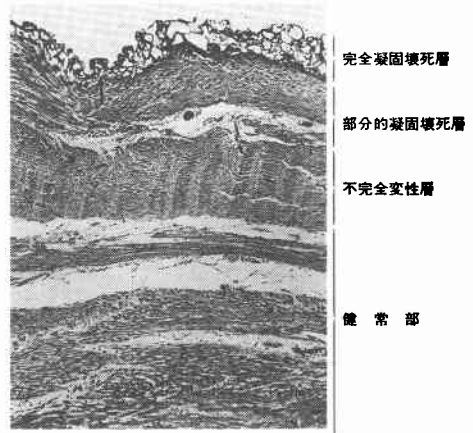
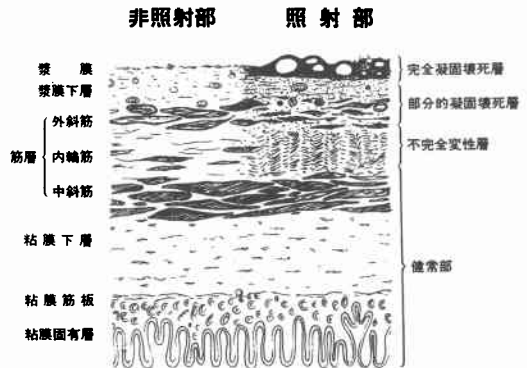


図3 レーザー照射部と非照射部の対比



まり、完全凝固壊死層は漿膜より漿膜下層に至るまで、部分的凝固壊死層は漿膜下層から固有筋層内輪筋表層に至るまで、不完全変性層は、固有筋層内輪筋表層から固有筋層中斜筋表層に至るまで、健常部は、それより粘膜面に至るまでとなつている。続いて、各層の組織学的変化と神経および血管の変化をさらにくわしく検討した。

a) 完全凝固壊死層(漿膜~漿膜下層の一部)

表面の炭化層とその直下の炭酸ガスレーザー照射特有の蜂窩様構造をとる帯状部分よりなる。蜂窩様構造部は大小不同の空洞と、それを囲む高度な凝固壊死による好塩基性、無構造な硝子部から成り立っている。この層では、神経のみならず血管を含め全組織が完全に破壊されている(図4)。

b) 部分的凝固壊死層(漿膜下層~固有筋層内輪筋表層)

神経・筋肉を含む組織の大部分において核は濃染、

図4 完全凝固壊死層 ×175 (漿膜～漿膜下層の一部)

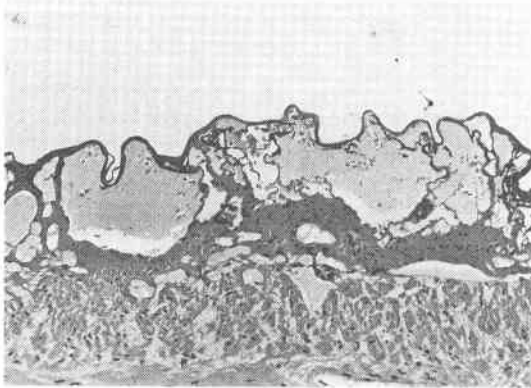


図5 部分的凝固壊死層 ×175(漿膜下層～固有筋層内輪筋表層)

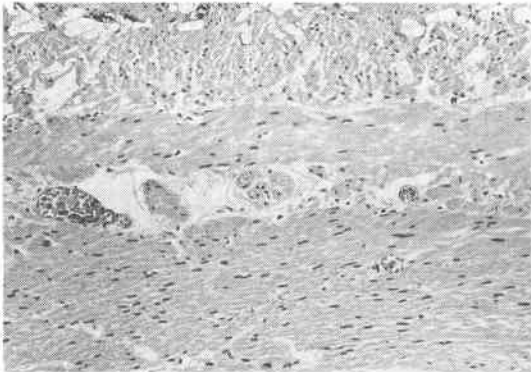


図6 不完全変性層 ×175(固有筋層内輪筋表層～固有筋層中斜筋表層)

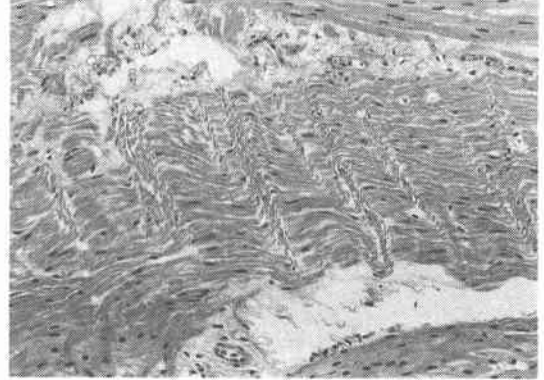
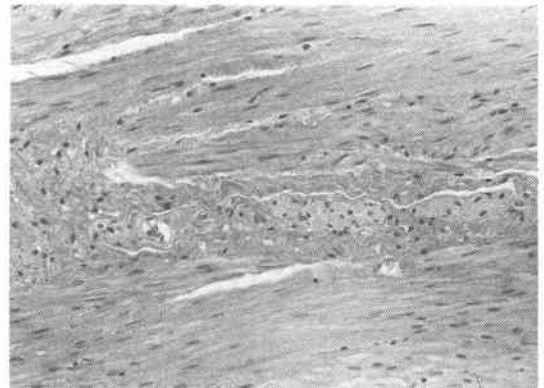


図7 健常部 ×175 (固有筋層中斜筋表層～粘膜面)



縮小，変性し，細胞質も好酸性変性を示す。また神経は空胞化し，著明な変性を示す一方で，血管には著しい障害を認めず細少血管において血管壁に変性を認めるものもあるが，血流は維持されていた（図5）。

c) 不完全変性層（固有筋層内輪筋表層～固有筋層中斜筋表層）

核・細胞質とも変性の程度は軽く，細胞間隙が広くなった浮腫性変化や固有筋層の筋繊維の波状，縞模様変化が認められた。神経は不均一な変性を認めるのみで，一部変性が認められる部もあるが，形態学的に変化の認められない神経も多い。血管は，何ら変化を呈さず，血流は保持されていた（図6）。

d) 健常部（固有筋層中斜筋表層～粘膜面）

この部には炭酸ガスレーザーの組織変性作用は到達せず，血管・神経を含めたすべての既存構造に組織学的変化を認めなかった（図7）。

次に，炭酸ガスレーザー照射による組織深達度，血管の温存性および神経変性とレーザーの深達度を個々の症例で検討した。

2. 組織深達度

30例全例で，漿膜から漿膜下層の一部にかけて完全凝固壊死が認められた。部分的凝固壊死層についてみると，18例が固有筋層内輪筋表層，10例が固有筋層外斜筋深層，残り2例では固有筋層外斜筋浅部に至るまでそれぞれ変化を認めた（図8）。

3. 血管の温存性

漿膜から漿膜下層に至る完全凝固壊死層では，全例で血管を含めた全組織が破壊されていた。漿膜下層から固有筋層に至る部分的凝固壊死層では，全例に神経の著明な変性を認めるものの，多くの血管構造は温存され，わずかに細小血管において血管壁に変性を認めた。しかし，血管内膜には変性は認められず血流は維

図8 組織変化よりみたレーザー深達度

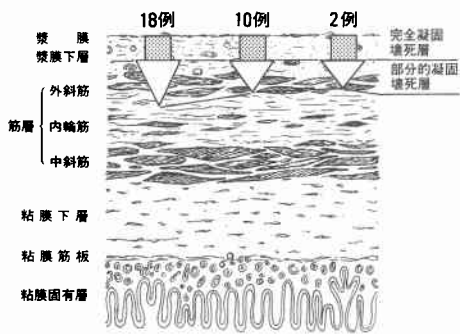
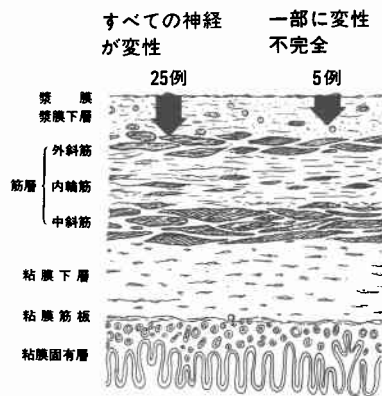


図9 レーザー照射後の血管と神経



図10 レーザー照射による組織変性と神経変性



神経を伴走する血管とともに1本1本結紮切離するという煩雑な操作が必要なため、手技にある程度の熟練も必要とする。また、減酸効果とは本来無関係な血行をも必然的に遮断するため胃体部の広範囲な血流障害が懸念され、小弯側の血流障害に基づく胃穿孔の合併例も報告されている⁸⁾⁹⁾。また、胃粘膜血流障害による胃粘膜の防禦機構の破壊、機能低下も考えられる。

そこでわれわれはこの術式の煩雑さと胃壁血流障害の問題を解決するため、炭酸ガスレーザーを壁細胞分布領域に照射することにより、同部に分布する迷走神経を変性遮断し、血流を温存するレーザー迷切を開発し、研究を進めてきた。すでにわれわれは、炭酸ガスレーザーが血管に変化を生じない程度の出力で神経を変性、遮断させることを報告した¹⁰⁾。レーザーによる胃壁の穿孔などの危険性については、レーザービームのエネルギー密度が光軸を中心とした二次変数の正規分を示すため、照射野の中心部に変性が最も著しく、辺縁は軽度となるが、非焦点照射を行うかぎり生体に対する熱作用は極めて表在的であり、事実上、皆無と考えられる。レーザー迷切は、炭酸ガスレーザーのこれらの特長を利用した手技であり、胃の壁細胞分布領域に漿膜側より炭酸ガスレーザーを照射して、この領域に分布する迷走神経枝のみを変性させ、その部に存在する血流の温存をはかる新しい迷走神経遮断術式である。ラットやイヌを用いた実験で、本レーザー迷切の有効性を確認し報告してきたが、減酸効果や胃粘膜血流の温存のみならず、プロスタグランディンや粘液産生能についても、従来の選近迷切に比較して優れた結果を得ており⁷⁾¹¹⁾、胃粘膜防禦機構の温存という面でも有用と考えられる。

持されていると思われた。図9は部分的凝固壊死層における隣接する血管と神経を示すが、神経は完全に变性しているにもかかわらず、血管は温存されている。

4. 神経変性とレーザーの深達度

レーザーの組織深達度と神経変性との関係を見ると、漿膜表層より漿膜下層に至る完全凝固壊死層では、神経は全例とも完全に变性していた。漿膜下層から固有筋層に至る部分的凝固壊死層では、30例中25例ですべての神経に変性像が確認されたが、残り5例では固有筋層表面で変性が不完全な神経が見られた(図11)。

考 察

消化性潰瘍は良性疾患でありながら、治癒と再発を繰り返す独特の自然経過や、患者数の多さからみて、通院治療、入院による時間的、経済的損失は大であり、今なお重要な疾患である。一方、消化性潰瘍、特に十二指腸潰瘍に対する手術療法として、迷走神経切離術、最近ではとくに選近迷切が広く行われるようになった。しかし、この術式は腹部食道、胃噴門部および穹隆部など腹腔の比較的深部に操作を加えるのみでなく、胃小弯、小網より胃壁内に分岐侵入する細い迷走

動物実験での成績をもとに、レーザー迷切の臨床応用に向けて、まずヒトの胃に対する炭酸ガスレーザーの照射条件の検討をはじめた。レーザー迷切を有効、安全に行うための必須条件としては、迷走神経の胃壁内枝が最も密に分布する漿膜下層から固有筋層表層の領域のすべての神経が確実に変性し、しかも、その部での血流が保たれうること、そして照射による穿孔の危険が皆無であることなどである。すでにわれわれは、ヒトの胃に対する照射条件として照射面を焦点より100mm離れた非焦点照射で、移動速度10mm/sec、格子状に2回連続的に照射する場合で、最良のレーザー迷切を行えることを報告している¹⁾。今回さらに、多数例をもとにヒトの胃に対する上記照射条件の有効性および安全性を検討した。つまり、胃切除術中、切除胃に上記条件でレーザー照射を行い照射部の胃壁の組織深達度、血管および神経障害の程度を組織学的に検索し、その照射効果の均一性、照射の有効性および安全性について検討を加えた。

漿膜面からレーザー照射を行った場合の胃壁をその組織学的変化より、表層から、a) 完全凝固壊死層、b) 部分的凝固壊死層、c) 不完全変性層、d) 健常部に分類した。この4層のうち、レーザー迷切にとって重要なのは、部分的凝固壊死層で、ここでは神経は変性をおこすが血流は温存される。レーザー迷切を成功させるためには、迷走神経の胃壁内枝が最も広く分布する漿膜下層から固有筋層表層が、部分的凝固壊死層に一致する事が必要である。

30例における組織深達度は、全例で漿膜から漿膜下層に至るまで完全凝固壊死層となっており、それに続く部分的凝固壊死層の最も深達度の深いものでも、固有筋層内輪筋表層までしか及ばず穿孔の危険性は皆無と判断された。

血管は、完全凝固壊死層では完全に破壊されていたが、漿膜下層から固有筋層表層に至る部分的凝固壊死層では、よく温存されていた。細小血管では、少数例においてわずかに血管壁に変性を伴うものが観察されたが、その程度は軽微であり血流は維持されていると思われた。血流の維持があるかぎり、血管壁の再生が期待でき、いずれ正常の血管構造をなすものと考えられる。

深達度からみた神経の変性では、漿膜および漿膜下層にみられる完全凝固壊死層では全例で神経は完全に破壊されていた。一方、完全凝固壊死層に引き続く部分的凝固壊死層では、25例で固有筋層浅部に至るまで

完全な神経の変性像を確認できたが、残る5例では固有筋層表層で変性が不完全のものがあつた。しかし、レーザー迷切では胃の前後壁を広く照射し、神経の遮断は面として行われるため、迷走神経の走行中どこかで変性が生じればよいことを考慮すると、この方法でのレーザー照射により結局は、ほぼ完全に変性するものと考えられ、深達度からみた神経の変性に関してほぼ満足する結果が得られた。

以上のごとく、ヒトの胃に対するレーザー迷切の至適照射条件として、出力20W、照射面が焦点より100mm離れた非焦点格子状2回照射で、移動速度を10mm/secとした場合で最も完全、確実なレーザー迷切を行えることを確認した。

結 論

1. 炭酸ガスレーザー非焦点照射後の胃壁は、組織学的変化により漿膜面から、a) 完全凝固壊死層、b) 部分的凝固壊死層、c) 不完全変性層、d) 健常部の4層に分類できた。

2. 出力20W、非焦点照射100mm、移動速度10mm/secの格子状2回照射で、迷走神経が最も密に分布する漿膜下層から固有筋層表層は部分的凝固壊死層となり、神経は変性し、血管は温存された。

3. 上記照射条件によるレーザー照射では胃穿孔の危険性は皆無と考えられた。

4. レーザー迷切は、上記照射条件で最も完全、確実に行えると思われた。

なお、本論文の要旨は第26回日本消化器外科学会総会(1985年7月札幌)において発表した。

文 献

- 1) 門田俊夫, 三村一夫, 加辺純雄ほか: 炭酸ガスレーザーを用いた選択的低位胃迷走神経切離術の臨床への試み. 日レーザー医会誌 5: 569-572, 1985
- 2) Johnston D: Operative mortality and postoperative morbidity of highly selective vagotomy. Br Med J 4: 545-547, 1975
- 3) Lambrecht W: Nekyose der kleinen magenkurvature als komplikation der selektive proximalen vagotomie. Chirurg 48: 747-744, 1977
- 4) Von Schreiber G, Oswald H, Danz M: Experimentelle untersuchung uber lasereffekte am peripheren markhaltigen nerven. Z Exper Chirurg 6: 251-261, 1973
- 5) Von Scheriber G, Oswald H, Danz M: Experimentelle untersuchung uber lasereffekte am peripheren markhaltigen nerve. Z Exper Chirurg 7: 2-8, 1974

- 6) 三村一夫, 門田俊夫, 加辺純雄ほか: 炭酸ガスレーザーメスによる選択的位畳迷走神経切離術の実験的研究. 日レーザー医学会誌 3: 537-540, 1982
- 7) 門田俊夫, 高濱素秀: 炭酸ガスレーザーを用いた選択的近位胃迷走神経切離術の研究. 埼玉医大誌 10: 221-226, 1983
- 8) Cuilleret P, Colas M, Vaition JC et al: La vagotomie hyperselective dans le traitement de l'ulcere duodenal. Lyon Chirurg 71: 175-180, 1975
- 9) Goligher JC: Current experience with partial cell vagotomy in the treatment of duodenal ulcer. Edited by Najarian JS, Delaney JP: Gastrointestinal Surgery. Chicago, Year Book Medical Publishers, 1979, p207-216
- 10) 門田俊夫: ラットの Cystearmine 潰瘍に対する迷走神経切離術. 特に炭酸ガスレーザーを用いた選択的近位胃迷走神経切離術の研究. 日外会誌 84: 1155-1160, 1983
- 11) 門田俊夫, 三村一夫, 加辺純雄ほか: 急性胃粘膜病変に対する実験的研究. 特に炭酸ガスレーザー迷切と, ソルコセリルの併用効果について. 第2回サイトプロテクション研究会, Vol. 2, 東京, 蟹書房, 1984, p167-174