

原 著

低出力炭酸ガス・レーザーによる 家兎胆管切開創修復に関する実験的研究

東京女子医科大学 第2外科学教室 (主任: 織畑秀夫教授)

カン ソク チュウ
康 錫 柱

(受付 昭和61年6月14日)

Repair of the Wound in Bile Ducts in Rabbits Using the Milliwatt CO₂ Laser

Seukjoo KANG

The Second Department of Surgery (Director: Prof. Hideo ORIHATA)
Tokyo Women's Medical College

A study for treatment of pinholes and incisions of bile ducts in the rabbit was reported by using the milliwatt CO₂ laser, and the following results were obtained.

- 1) The pinhole (ϕ 0.4mm) in the bile duct could be closed by using the CO₂ laser with 50mW~180mW for $11.65 \pm 1.69 \sim 18.3 \pm 0.32$ sec. (M \pm SD)
- 2) The incised wound (length; approx. 3mm) in the bile duct (ϕ 3~4mm) could be repaired by using the CO₂ laser with 150mW, 160mW, 170mW, 180mW.
- 3) The burst pressure of the region repaired by using the CO₂ laser with 150mW~180mW was compared with one another. The strongest pressure resistance was obtained in case with 180mW, and after 7 days no significant difference was noted between the burst pressure in case with 180mW and that of normal bile duct.

From above-mentioned results, the application of laser for the wound of bile duct has the merits as follows: the leakage of bile does not occur due to non-use of sutural stitches and the wound can be simply repaired for a short time.

Furthermore, it is expected that end-to-end anastomosis of the bile duct using the laser will be sufficiently possible by the use of improved hand piece.

目 次	結 論
はじめに	むすび
1. 目的	文献
2. 実験方法	はじめに
1) 実験動物, 麻酔方法, 手術手技	低エネルギー状態のレーザー光は, 外科的切開創修復効果を持つことが知られている。最近, 医療用炭酸ガス・レーザー, 特に微弱出力の炭酸ガス・レーザーを用いた血管吻合, 卵管吻合, 神経吻合等が試みられ, 各々の分野において成果を得ている。これらの吻合には糸を用いる必要がなく, 瘢痕の形成も少ないと報告され, レーザーの切開創修復効果が大きな役割を果たしていると考えら
2) 炭酸ガス・レーザー装置	
3) レーザー照射出力設定実験	
4) 胆管切開創の閉鎖	
5) 病理組織標本の作成	
6) レーザー照射接着部の耐圧力測定	
3. 実験結果	
4. 小括	
考察	

れている。

従来、総胆管切開術に際し、胆管創には吸収性縫合糸が使用され、結節縫合、または連続縫合による創閉鎖が行なわれている。この場合、血管の縫合と違い凝固・止血機序が作用することがないため、糸と糸との間隙や縫合時に刺入した針穴より胆汁の漏出が生じ、局所の刺激・炎症反応が少なからず起こるため、T字管などのカテーテルを胆管内に挿入し、胆道系内圧の減圧および胆汁の体外への誘導を行なわねばならない。この胆管創の閉鎖にレーザーを使用すれば、これらの手術操作が不要になることが考えられる。

目 的

胆管切開創に対してレーザーを使用し、切開創の接着閉鎖が可能であるならば、胆汁の漏れもなくカテーテル挿入の必要もなくなることを期待される。この点を明らかにするため低出力炭酸ガス・レーザーによる胆管切開創修復に関する実験的検討を行なった。

実験方法

1. 実験動物、麻酔方法、手術手技

体重2.5～3.0kgの家兎を用い、Pentobarbital 10～30mg/kg 静注による全身麻酔下に、右肋弓下切開法により開腹した。手術用顕微鏡（オリンパス OME-JA）の術野のもとに十二指腸を授動し、肝十二指腸靱帯を切離した後に、胆嚢管分岐部より十二指腸上部まで胆管を剝離し、以下の実験を行なった。

2. 炭酸ガス・レーザー装置

本実験に使用した炭酸ガス・レーザー装置（Aloka 社、LMC-101型）は、その性能として次の3点を考慮されて開発された（写真1、図1、表1）。

1) 吻合用として開発されたもので、その出力は1mW～250mW の可変域をもつ。

2) 炭酸ガス・レーザー光は赤外光であり、目に見えないことから、He-Ne レーザー光を案内光として用いるが、可視光線の光軸および焦点は一致するように設定されている。

3) 術野をできるだけ深く確保できるように、収束用レンズの焦点距離は長く（ $f=50\text{mm}$ ）、収束

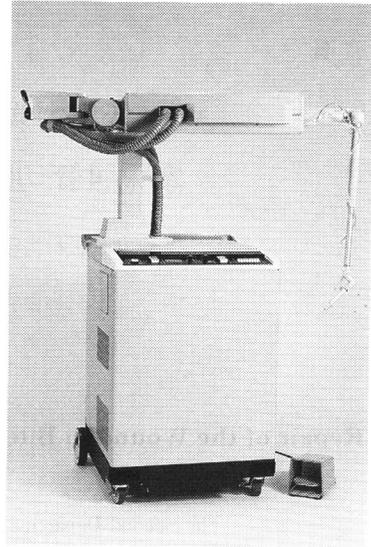


写真1 低出力炭酸ガス・レーザー照射装置（LMC-101型；Aloka）

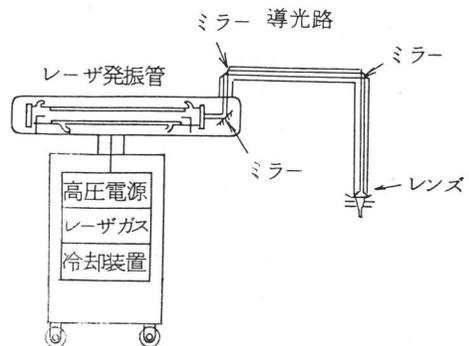


図1 炭酸ガス・レーザー・システム

ビーム径は約 $100\mu\text{m}$ に設定されている。

3. レーザー照射出力設定実験

1) 胆管壁に、これを横断するようにしてレーザーを照射し、その出力を0～250mWまで10mWごとに増加させて、胆管壁の肉眼的変化を観察した。このとき照射速度は $1\text{mm}/\text{sec}$ とした（ $f=50\text{mm}$, focused beam, スポットサイズ $100\mu\text{m}$ ）。

2) 胆管壁にサーフロー針27Gを用いて $\phi 0.4\text{mm}$ の針穴を開け、1)で得られた出力範囲のレーザーを用いて胆汁漏出が認められなくなるまでレーザーを照射し、針穴閉鎖に要する時間を測定した。

表1 LMC-101 Specification

Laser	CO ₂ Laser
Wavelength	10.6 μm
Transverse mode	TEM ₀₀
Output Power	1~250 mW
Stability	Less than 3%
Irradiation Time	One Shot Pulse 0.01 to 1.0sec. in 7 Step & Continuous Wave (by Foot Switch)
Minimum Focused Spot Diameter	About 0.1 mm (at 50 mm Focal Length 1/e ² Power Point)
Aiming Beam	He-Ne Laser (Wave Length 0.63 μm Output Power 0.5 mW)
Hand Piece	Focal Length 50 mm

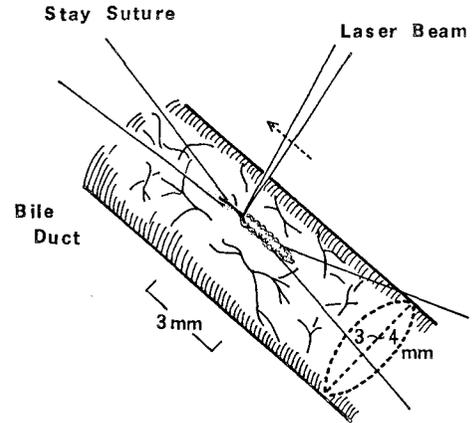


図2 胆管切開創の閉鎖

4. 胆管切開創の閉鎖

胆管(φ3~4mm)に対し、その長軸方向に約3mmの切創を鋼刃メスにて作成し、この両端にそれぞれ10-0ナイロン糸による支持糸をかけ、各々の糸に相反する張力をかけ、創面を正しく密着させる。この密着した切開創の上に3)の実験で得られた出力範囲のレーザーを照射し、創の閉鎖を試みた(写真2、図2)。

5. 病理標本の作成

レーザー照射による創閉鎖後、当日、3日後、5日後、1週間後に屠殺し、胆管を切除し、標本を作成した(HE染色、Masson染色、EVG染色)。

6. レーザー照射接合部の耐圧力

照射後、当日、3日後、5日後、1週間後に屠殺、開腹し、4Fr アトム・チューブを切開創作成部近位端に挿入し、遠位端を結紮封止した後に空気注入法によって加圧し、創接合部破裂に要する圧力をmmHgにて測定した。対照群として、正常胆管の破裂に要する圧力も同様にして求めた。

実験結果

1. 適正レーザー照射出力範囲

10mW~50mWの出力では、胆管壁に肉眼的変化は観察されなかった。

50mW~220mWの出力では、各々の出力に応

じ、胆管壁の色調が白色に変化したり、蒸散、収縮等が認められた。

230mW~250mWの出力では、その出力の増大とともに、照射部位の炭化が観察され、240mW以上では胆管壁に穴が形成され、胆汁の噴出が起こった。

2. 胆管の針穴(φ0.4mm)の閉鎖

1.の結果をもとにして、50mW~220mWのレーザー出力を用いて針穴に照射し、照射時間を測定した。50mW~140mW照射群では11.65±1.69秒から4.46±1.17秒の照射時間が必要であり、150mW~180mW照射群では3.53±0.56秒から1.83±0.32秒で針穴を閉鎖することができた。さらに、190mW~220mW照射群では、0.58±0.21秒以下の照射時間で創部組織の蒸散、炭化の過程が起こり照射時間の増加とともに、再度胆管壁に穴が開き、胆汁の漏出が認められるようになった。以上の結果から、針穴を閉鎖するには50mW~180mWの照射出力を用い、11.65±1.69秒から1.83±0.32秒の照射で可能である。したがって、胆管創の閉鎖には150mW~180mWの照射出力を用いることが適切であると考えられた(図3)。

3. 胆管切開創の閉鎖

150mW, 160mW, 170mW, 180mWの4つの出力を用いて創閉鎖を試みた結果、各々の出力で創接着閉鎖が可能であった。このときレーザーを創

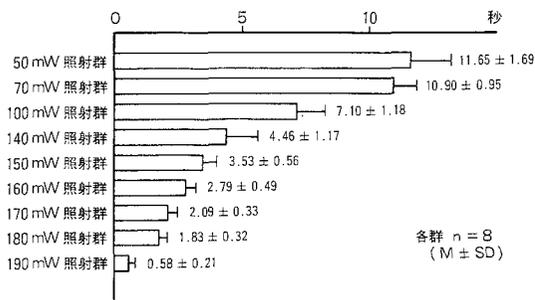


図3 胆管針穴閉鎖

接合部の上に正しく照射させるためには、創の接合部を中心に光点が左右にぶれないように注意し、150mW では 3.6 ± 0.14 秒、160mW では 3.2 ± 0.24 秒、170mW では 3.0 ± 0.44 秒、180mW では 3.0 ± 0.24 秒照射した。

創接着閉鎖の過程は、そのレーザー照射手技にある程度の熟練を要するものの、短時間でかつ容易に行なうことができ、直後より胆汁の漏出もなく、わずかに漏を生じた場合でもレーザーを再度照射することにより完全に切開創を閉鎖することができた。また、支持糸は照射直後に抜き去り、その針穴より胆汁の漏出を認める場合には、針穴閉鎖実験の要領で針穴を閉鎖した(写真3, 4)。

4. 抗張力試験(創接着部胆管耐圧試験)

3.の創接着閉鎖後当日、3日後、5日後、7日後に耐圧試験を行なった結果、当日は150mW 照射群(13.6 ± 6.4 mmHg)、160mW 照射群(14.4 ± 4.8 mmHg)、170mW 照射群(17.4 ± 7.8 mmHg)、180mW 照射群(25.0 ± 8.7 mmHg)の各照射群の間に有意差が認められない。3日後では150mW 照射群(51.6 ± 10.1 mmHg)、160mW 照射群(56.4 ± 7.1 mmHg)に対して180mW 照射群(82.0 ± 3.3 mmHg)に有意差が認められるようになった($p < 0.01$)。5日後には180mW 照射群(169.2 ± 5.5 mmHg)が他の照射群に比べ有意に強い耐圧性を示したが($p < 0.01$)、7日後には180mW 照射群(189.4 ± 8.2)と170mW 照射群(180.0 ± 4.9 mmHg)との間に有意差は認められなくなった。また、対照群との比較においても、7日後には、170mW、180mW 両照射群との間に有意差は認められなくなった。これらの結果より、

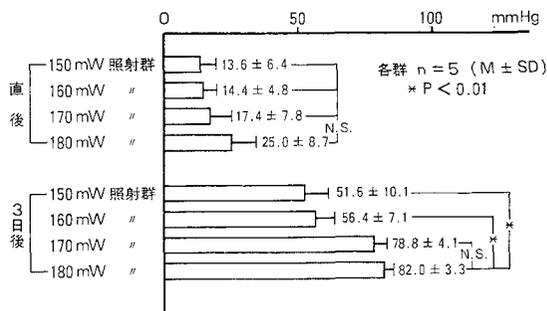


図4a 胆管創接着部破裂圧

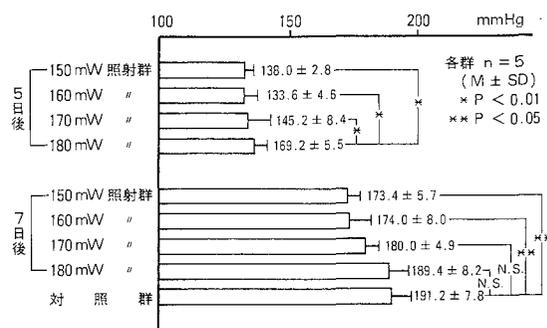


図4b 胆管創接着部破裂圧

180mW の照射出力が今回の実験に最も適していると考えられた(図4a, b)。

5. 病理組織学的所見

レーザー照射による創接着部位には直後より熱凝固層が形成され胆管粘膜は脱落するが、3日後の胆管横断標本においては、結果として限局性壊死組織が形成され(写真5)、この組織と粘膜面、漿膜面、および正常胆管壁との間にフィブリンの析出、コラーゲンの増生がみられるようになった(写真6, 7)。

この壊死組織は日数の経過とともに縮小し、線維芽細胞の増生に伴って漿膜側へと移動し、7日後には壊死部にかわり線維層が形成され、粘膜も再生された(写真8)。

小 括

切創の作成に際して、切創の長さが胆管直径を大きく越える場合には、創を正しく接合させるために支持糸にかかる張力を大きくする必要があり、支持糸刺入部の胆管壁損傷や、支持糸の断裂

康論文付図 I



写真2 胆管(BD)の長軸方向に約3mmの切開創を作成し、その両端に支持糸をかけて、互いに相反する抗張力をかけ、創面(↑)を正しく接合させる。

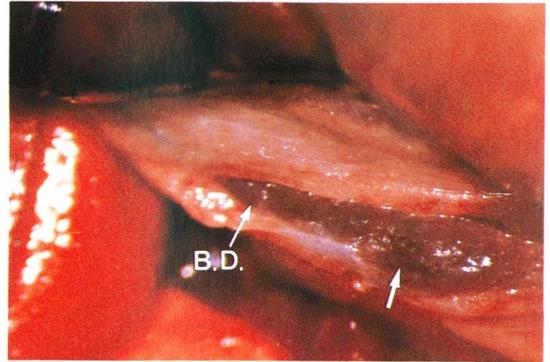


写真3 レーザー照射による創接着直後の状態(↑)。直後より胆汁の漏出は認められない(BD:胆管)

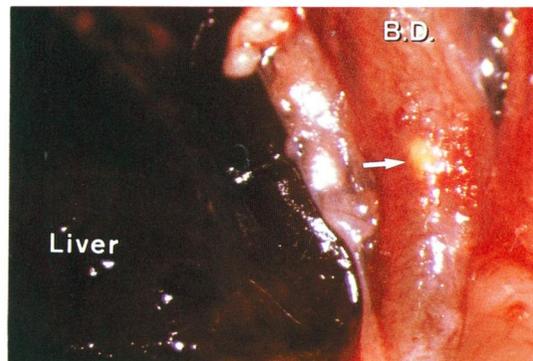


写真4 レーザーによる創接着後3日目の創部(↑)周辺臓器との癒着はほとんどなく、胆管(BD)の狭窄、拡張も認められない。

康 論 文 付 図 II



写真5 レーザー照射による創接着直後の創部 (↑)
組織像：HE 染色。

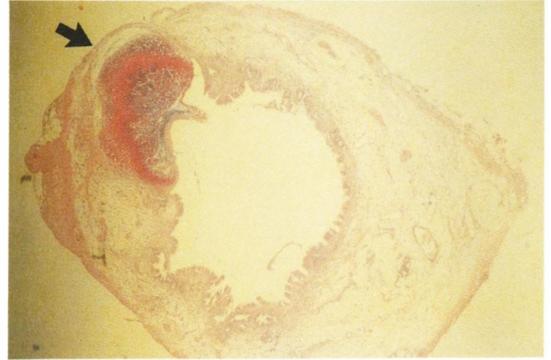


写真6 レーザーによる創接着後3日目の創部 (↑)
組織像：HE 染色。

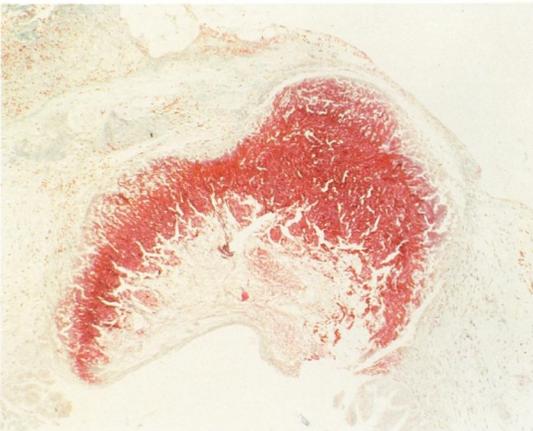


写真7 レーザーによる創接着後3日目の創部組織像
(Masson 染色) 周囲組織との間にコラーゲンの増生
がみられる。



写真8 レーザーによる創接着後7日目の創部 (↑)
組織像 Masson 染色：線維層が形成され粘膜が再
生されている。

が生じやすくなるため、支持糸の本数を増やす必要があった。今回の場合、胆管直径は3mm~4mmであったので、切創の長さは約3mmとし、2本の支持糸による実験をおこなった。

また、切創にレーザーを照射し、創接着できなかった場合の原因として、以下の点が考えられる。

(1) 創面が正しく相対していなかった場合。

(2) 創面接合部が胆汁などによって湿潤していた場合。

(3) (1), (2) の場合が頻回に繰り返されたり、同一点に集中してレーザーが照射された場合。

これらの点に対する対策として、(1)については、支持糸の張力を加減して正しく密着させることにより、また(2)については吸引や濾紙による水分除去により解決できるため、再修復が可能であるが、胆管創部が黒色に変化するまで、すなわち炭化層が形成されるまでレーザーを照射した場合には、再修復は不可能となるため、頻回の照射の必要がないように注意するとともに、レーザーが同一点に集中して照射されないように照射手技に熟練することが肝要である。

考 察

1979年、K.K. Jain¹⁾が、 $\phi 0.3\sim 1.0\text{mm}$ のラットの血管に数々の切創を作製し、これに Neodymium YAG レーザーを照射することによって血管内腔を温存させ、切創を接着閉鎖することができたと報告して以来、微小血管外科の分野においてレーザー装置の開発、研究が進められ、レーザーを用いた血管吻合が試みられるようになった^{2)~5)}。また、卵管吻合⁶⁾、輸精管吻合⁷⁾などにもレーザーによる吻合が可能であったと報告され、さらに他の分野への応用が研究されているが、胆管創にレーザーを用いた報告は他に認められず、今回の著者の実験が最初のものと考えられる。

1. レーザー照射装置

レーザー光は、1960年に Maiman⁸⁾が最初にルビー・レーザーの発振に成功し、次いで He と Ne の混合した気体レーザーの発振が報告された。レーザー (Laser) とは、“Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation”の略名で、放射の誘導放出による光増幅と解釈される。その特

性としては、通常の光に比較して著しく波長が揃っている(単色性)、波の位相も揃っていて豊富な可干渉性(干渉して大きなエネルギーを出せる)を持つことが挙げられる。例えば、1mW の He-Ne レーザー光は太陽よりも明るく⁹⁾、可干渉性を利用したホログラフィーは立体像を再現することができる¹⁰⁾。このようなレーザー光が医学の分野へ応用されだしたのは1962年頃からであり、1964年には最初の臨床応用として網膜剝離に対する光凝固療法(ルビー・レーザー)が行なわれている¹¹⁾。その後、装置の開発が進み、1963年には移植腫瘍に対するレーザー照射の効果¹²⁾が報告さへ、外科領域におけるレーザー光の応用が始まり、切開と凝固能を併せ持つ外科手術装置として肝切除術などに使用されるようになった。これらの装置はレーザーの種類に関係なく、すべて大出力(W)のレーザー光を発するものであるのに対して、最近の一連の吻合に使用されているレーザー光は、極めて低出力(mW)に制御されたものである。本邦においてもレーザーによる血管吻合が報告され¹³⁾¹⁴⁾、中でも炭酸ガス・レーザーに極めて低出力自動制御可能な装置が開発され、著者もこの装置を用いて今回の実験を行なった。

炭酸ガス・レーザー光はほとんど水に吸収されてしまうことから、組織の色調に左右されることがなく、熱傷などの組織損傷が深部に及ばないため、切開能において最も優れているとされている。すなわち、Walker¹⁵⁾が報告したように、炭酸ガス・レーザー0.1mm、アルゴン1mm、YAG 4mm という組織透過性は、どのレーザーを今回の実験に選択するかという重要事項であった。また、血管吻合を試みた報告でも、YAG やアルゴンでは内膜の損傷を惹起しやすく、その結果として吻合部狭窄が多く、バルーン・カテーテルなどを用いて内腔を保持した方がよいとしている²⁾。しかし、炭酸ガス・レーザーの波長は $10.6\mu\text{m}$ と長いためファイバーでの誘導に難点があり、焦点を固定した状態での照射が必要であった。

2. レーザーの創傷治癒促進作用

大出力のレーザー光は生体組織に対し熱傷をひき起こすので、そのエネルギー量、組織透過性に

応じて創傷治癒を阻害するのに対し、極めて小さいエネルギー量のレーザー光の照射は創傷治癒を促進するとされている¹⁶⁾。例えば、アルゴン・レーザーで100mW (4J/cm²)、He-Ne・レーザー50mW (1J/cm²)などは臨床的にも難治性皮膚潰瘍の治療に用いられている¹⁷⁾。このような創傷治癒促進作用はレーザー光の熱作用によるものではなく、レーザー光の光刺激効果による¹⁸⁾と考えられ、局所のコラーゲン・酵素活性・蛋白合成などの増加や血管新生促進などによる⁶⁾とされ、その際、細胞周期のG期とS期が短縮するという報告もある¹⁸⁾。

益子ら¹⁹⁾は、レーザー照射によって3日以上も創傷治癒が短縮されたとしている。これに対して通常出力のレーザー照射では創傷治癒を促進する作用はみられないと考えられている。例えば吉野ら²⁰⁾は、通常出力(50W)のレーザーを皮膚全層欠損創に照射した場合、照射エネルギー量の大きさに応じて、炎症性細胞浸潤や浸出が認められ、肉芽形成は抑制されたが、上皮化などに関しては著名な影響はみられず、hydroxyprolineを指標とした組織中のコラーゲンの変動に与える影響も少なく、組織損傷も軽度で創傷治癒の阻害も少ないとしている。このように、低出力レーザー光のもつ創傷治癒促進作用は、今回の実験においてもある程度の役割を果たしていると考えられる。

3. レーザーによる創接着

レーザーを傷に照射することによって、その加熱作用により組織中のコラーゲンが融解すると考えられている¹⁾。コラーゲンは不溶性になるように特に作られている数少ない動物蛋白の一つであるが、すべての脊椎動物の大部分の構造的蛋白に相当し、たいていの動物において全蛋白量の30%以上がコラーゲンであることが知られている²¹⁾。林ら³⁾は、レーザーによる血管吻合が可能である点に関して、このコラーゲンが熱作用によってゲルからゾル化し、再度ゲル状になるためではないかと考え、さらにレーザーのコラーゲン新生作用や圧力作用、光としての基質に対する作用、電磁界作用なども何らかの役割を果たしているのではないかとしている。今回の実験においては、血管

と胆管とではその構造が異なっている点も考慮されなければならない。すなわち胆管壁は、単層円柱上皮からなる粘膜と、それに続く粘膜固有層、発育の乏しい平滑筋層および疎性結合織からなる線維層から構成されている^{22)~24)}。胆管に切開創傷を作製し、その創部にレーザーを照射する場合もこれらの各層に含まれているコラーゲンが融解し、再度不溶性のコラーゲンへと変化し、創が接着されると考えられる。肉眼的観察においても、レーザーを胆管創に照射することによって、創表面が一瞬蒸散し、周囲胆管が軽度収縮した後、胆管壁の色調が白色に変化するという過程が認められた。この場合、胆管壁を加熱する方法として接触加熱を用いたときには、接触部胆管組織の永久的熱変性領域がかなり大きくなるが、レーザー光による非接触加熱を用いれば熱変性領域を最小限にとどめることができるため、創部周囲組織の中でも、創接着部位にできるだけ限局された範囲でのコラーゲンの融解が可能となるため切開創が閉鎖されると考えられる。

4. レーザーによる胆管創接着後の治癒過程

胆管創を糸を用いて縫合閉鎖した場合、胆汁の漏出は軽微ながらも起こり、周辺に存在する組織、例えば血管、十二指腸、大網膜などを炎症に巻き込み、縫合部を被覆するような形の癒着を生じるが、レーザーを用いて創閉鎖を行なった場合、これらの癒着はほとんど認められず、胆管の拡張、狭窄が生じた例は1例もなかった。このことは、低出力レーザーによる胆管創閉鎖は、その手技上の簡便さ、閉鎖後の耐圧性も併せて考慮すれば、糸による縫合閉鎖に比べて、様々な点で優っていると考えられる。

今回の実験を通じて、この創閉鎖手技を応用し、さらにレーザー照射装置のハンド・ピースをより使い易く工夫することにより、胆管の端々吻合は十分に可能であると確信できた。Kromら²⁵⁾は、肝移植術において、胆管系の吻合はアキレス腱であるとのべている。肝移植には、総胆管の端々吻合が最適でかつ最も生理的であるが、吻合後の胆汁の漏出、胆管血流不全による壊死などの合併症が多い。この問題を改善すべく、総胆管の血流を保

つために肝動脈の吻合に細心の努力を払うことによつて好成績が得られたと報告している。このような肝移植術に際し、レーザーによる総胆管の端々吻合を応用することができるならば、吻合部血流を懸念する必要もなくなり、手技上の困難さも解決されるであろうと期待される。

結 論

著者は、家兎胆管に作成した針穴および切開創に対して、低出力炭酸ガス・レーザーを照射し、創接着閉鎖を試みることによつて、低出力炭酸ガス・レーザーが家兎胆管創傷治癒に及ぼす影響について検討し、次の結論を得た。

1) 胆管に作成した $\phi 0.4\text{mm}$ の針穴に対して、 $50\text{mW} \sim 180\text{mW}$ の炭酸ガス・レーザーを照射することにより、 11.65 ± 1.69 秒から 1.83 ± 0.32 秒の時間で針穴を閉鎖することができた。

2) 胆管に作成した 3mm の切開創に対して、 $150\text{mW} \sim 180\text{mW}$ の出力の炭酸ガス・レーザーを照射することにより、切開創を接着閉鎖することができた。

3) 2)の創接着閉鎖後、経日的に接着部位の耐圧性を比較した結果、 $150\text{mW} \sim 180\text{mW}$ のうち 180mW の出力の炭酸ガス・レーザーを用いた場合に最も強い耐圧性を示し、7日後には正常胆管の耐圧性との間に有意差は認められなくなった。

む す び

低出力炭酸ガス・レーザーによる胆管切開創閉鎖の動物実験により、レーザーによる胆管切開創の閉鎖は、ある程度の技術的問題はあるとしても、比較的容易に行なうことができる。また、糸による縫合閉鎖に比較して、創傷治癒の過程を通して胆汁の漏出が全く起こらず、瘢痕形成や周辺臓器に与える影響も少ないという特徴がある。従つて本法は、今後さらに技術的検討を重ね、臨床応用が期待される。

稿を終えるにあたり、ご懇篤なる御指導と御校閲をいただいた東京女子医科大学第2外科教室織畑秀夫教授に深甚なる謝意を捧げます。また、御懇切なる御教示や御鞭達をいただいた、同外科学教室倉光秀磨助教授、実験に際し御助言下さったアロカ株式会社川那

辺純一氏に心から感謝いたします。

本論文の要旨は、第28回日本消化器外科学会総会において発表した。

文 献

- 1) **Jain, K.K., et al.:** Repair of small blood vessels with the Neodymium-YAG laser: A preliminary report. *Surgery* 85(6) 684-688 (1979)
- 2) **Jain, K.K.:** Sutureless microvascular anastomosis using a Neodymium-YAG laser. *J Neurosurg* 1 436-439 (1980)
- 3) **Freeman, R.H. and Gordon, J.A.:** Microsurgical anastomosis using a CO₂ laser: A preliminary report. *CLEOS Abstract* 60 (1982)
- 4) **Quigley, M.R., et al.:** Microvascular anastomosis using the milliwatt CO₂ Laser. *Lasers in Surgery and Medicine* 5 357-365 (1985)
- 5) **Frazier, O.H., et al.:** Laser-assisted microvascular anastomosis: Angiographic and anatomologic studies on growing microvascular anastomosis: Preliminary report. *Surg* 97(5) 585-590 (1985)
- 6) **Hanada, S., et al.:** A preliminary study on rabbit tubal anastomosis with the Nd-YAG laser. *Acta Obst Gynaec Jpn* 37(4) 647-650 (1985)
- 7) **Lynne, C.M., et al.:** Laser-Assisted vas anastomosis: A preliminary report. *Lasers in Surgery and Medicine* 3 261-263 (1983)
- 8) **Maiman, T.H.:** Stimulated optical radiation in Ruby. *nature* 167(4736) 493 (1960)
- 9) 小倉警夫: レーザーとは何か, *Illustrated Laser Surgery* 11 持田製薬 (1981)
- 10) 西坂 剛: 医用ホログラフィー干渉法, レーザー医学-基礎と臨床-(渥美和彦・他編) 79 中山書店 (1980)
- 11) 渥美和彦・他編: レーザー医学-基礎と臨床-序, 中山書店 (1980)
- 12) 渥美和彦: 医学におけるレーザーの応用の変遷, レーザー医学-基礎と臨床- 43 中山書店(1980)
- 13) 林 成之・他: レーザーマイクロサージャリーによる微小血管吻合術, *脳外* 11(1) 17-21 (1983)
- 14) 田口喜雄: レーザーによる血管吻合, *レーザー医誌* 3(4) 17-22 (1983)
- 15) **Walker, M.L.:** *CLEOS Abstract* (1982)
- 16) **Mester, E., et al.:** The biostimulative effect of laser beam. *Proceeding of the 4th Congress of the international society for laser Surgery* 22(4) Tokyo (1981)
- 17) **Harada, K., et al.:** YAG laser treatment for chronic gastric ulcers. *Proceeding of the 4th*

- Congress of the International Society for laser Surgery 15(28) Tokyo (1981)
- 18) **Kovasc, L., et al.** : Experimental investigation of photostimulation effect of low energy He-Ne laser radiation Proceeding of the 4th Congress of the International Society for Laser Surgery 22(4) Tokyo (1981)
 - 19) **益子信郎・他** : 創傷に対するレーザー光の治癒効果に関する研究 (第1報)
 - 20) **吉野肇一・他** : レーザーの創傷治癒にあたる影響. 臨外 37(4) 459~465 (1982)
 - 21) **Madden, J.W.** : Textbook of surgery 11th ed. 261 W.B. Saunders Co. Philadelphia
 - 22) **Bloom, W. and Fawcett, D.W.** : A Textbook of Histology 9th ed. 604 W.B. Saunders Co. Philadelphia (1968)
 - 23) **小田嶋梧郎** : 胆道の形態一特に胆嚢管の形態学的考察. 胆と膵 1 47~60 (1980)
 - 24) **McMinn, R.M.H.** : Anatomy of the liver and biliary apparatus. Surgery of the Gall Blader and Bile Ducts. 1~17 Butterworths London (1981)
 - 25) **Krom, R.A.F., et al.** : Choledochocholedochostomy Is successful in orthotopic liver transplantation. Transplantation Proceedings 16(5) 1228~1229 (1984)
-