
 話 題

レーザー医学の現状および未来

松 田 捷 彦

LASER の語源は "light amplification by stimulated emission of radiation" の頭文字を連ねてつくられたことは周知のことである。直訳すれば "放射 (電磁波) の誘導放出による光の増幅" ということになる。レーザー材料として用いられる物質は、気体、液体、固体の 3 つの基本的形態にわたりきわめて数多く、波長もミリメートル波や赤外、可視、紫外に及び、ほとんどすべての領域にわたっている。1960 年 Maiman は Ruby 結晶にキセノンのフラッシュランプの光を当て、6943 Å の赤色光の発振に成功したのがレーザー光の最初である。1962 年にはパリの国立血液研究所の Besis らは、Ruby レーザーを利用してマイクロサージャリーの装置を開発し画期的な研究を行っている。レーザー光の生体作用の機序として、熱、圧力、光あるいは電磁界の作用があげられる。医学領域で用いられるレーザーの種類は、CO₂, Ar, Nd-YAG 等である。CO₂ の波長は 96,200, 10,600 Å であり、Ar のそれは 4,545~5,145 Å, Nd-YAG は 10,610, 5,300 Å である。Nd-YAG および Ar レーザーは生体組織の切開というよりも、むしろ血液や組織を凝固する光凝固装置として利用されたが、その内視鏡的レーザー技術は消化器、泌尿器、気管支への応用が試みられるようになった。消化器内の出血や腫瘍の破壊、膀胱内や気管支内の腫瘍の破壊などに応用されている。とくに Ar レーザーはその波長特異性を利用して、血管腫などの治療として、主として形成外科や消化器外科の分野で用いられている。悪性腫瘍へのレーザー外科の応用は、1970 年代に入って主として CO₂ レーザーの高エネルギーによる凝固、気化蒸散作用によるレーザーメスとして用いられるようになった。一般外科の切開には 20~35 W で充分であるが、大きな腫瘍の気化蒸散を目的とする場合には大出力の 50~100 W の出力が必要となる。CO₂ の伝達方法は以前は導管と反射ミラーを使用していたが、最近では AgBr・AgCl の光ファイバーが開発され、毒性の問題は解決された。Nd-YAG レーザーを用いた凝固装置は、止血、腫瘍気化を考慮した場合、100 W 以上が好ましい。このレーザーの伝達方法はすべて光ファイバー方式であり、その大部分が石英ファイバーである。Ruby レーザーは皮膚科、形成外科などの特殊な分野での使用が多い。Ar レーザーは眼科網膜凝固用には低出力 (0.5 W) のもの、外科用には高出力 (5~10 W) のものがある。Ar レーザーはとくに癌の診療や光化学作用を利用した癌破壊などに利用され、普及しつつある。又一方、レーザー光のコヒーレントな性質から、単色性、可干渉性、指向性、集束性などの優れた特性を利用することにより超ミクロな計測から超マクロな計測まで可能となり、医学分野への応用もきわめて広い。例えばレーザー分光、レーザー干渉、レーザードップラー流速計測、刺激閾値計測、レーザーホログラフィー、レーザー発光分光分析、自動細胞識別、レー

Katsuhiko Matsuda: The Present Status and Future of Laser Medicine

Assistant of Department of Cardiovascular Surgery, Faculty of Medicine, Kyoto University, Kyoto 606, Japan.

Key words: Laser Micro vascula and stomosis, Excimer Laser

索引語: レーザー, 微小血管吻合, エキシマレーザー

ザー顕微鏡、レーザー光画像処理などがある。ガラスレーザーあるいは Ruby レーザー光を試料の上に焦点を合わせて照射すると、レーザー光の高エネルギーのため試料が気化し、ガスとなる。このガスを分光分析すると、その中の元素が分析できることになる。この方法は従来金属の元素分析に使用されたが、生体組織の試料の分析も可能である。レーザーを光ファイバーで血管内に挿入すると、血管内の任意の一点の血流速の測定が可能であり、冠動脈の血流速が測定でき、又心臓内の流速をも測定しうるので、将来心臓の診断に大きく貢献するであろう。最近ではレーザーの熱作用を利用して、微小血管の吻合に応用され、脳神経外科、形成外科、整形外科、心臓血管外科の分野で大いに期待されている。

著者らはウサギの大腿動脈を用いて、 CO_2 レーザーで血管吻合の研究を行っている。ウサギの右大腿動脈をできるだけ長く切除し、左大腿動脈を切断し、ここに移植する。10-0ナイロンで2点支持を行い、出力 2W 照射時間0.05秒で、照射する。この時、内膜同志が合う様にしておく。直径 1~1.2 mm の血管であれば、片側 4~5 スポットで吻合可能である。もし血流再開後出血があれば、出血点をスポットで照射する。注意しなければならない事は、レーザー吻合では接着力は非常に弱いので、少なくともレーザー吻合後、1 週間は吻合部にひっぱりの力を加えてはならないという事である。吻合後 4~5 日目より内膜の再生が始まり、10日~2 週間で吻合部の内膜再生が完了する。血管の癒合の原理は、レーザーの熱作用によって collagen fiber 等に含まれる蛋白がゲル状になり、これが血管断端で糊の役目をし、両血管を接着すると考えられている。直径 1~1.5 mm の血管の吻合は可能であるが、2 mm 以上の太い血管では現在のところ、不成功に終っており、今後の課題である。最も新しいレーザーとして Excimer Laser がある。このレーザーは紫外領域の波長を持ち、特に photochemical 作用を持つところに特徴がある。photochemical 作用とは、分子間の bond を離断することであり、この作用によって組織を切断できる。たとえば心筋穿通による血行再生を行う場合、従来の CO_2 や Ar レーザーでは、切断面に炭化物が出来、早期に閉塞の原因となる。しかし、Excimer レーザーによる穿通では、切断面は非常に sharp であり、炭化物の形成もなく、この目的に最も適している。又この性質を利用して、著者らは冠動脈内に形成された plaque の蒸散の実験にとりかかり、近い将来臨床応用されるものと思われる。レーザーの医学分野の応用の現状及び未来について述べてきたが、現在医学の多くの分野に応用されているが、益々その応用範囲は広がるものと思われる。