Plenary Lecture

泌尿器科領域におけるレーザー治療の展望

岡田清己, 吉田利夫, 清滝修二

日本大学医学部泌尿器科学教室

ABSTRACT

Present and future of the laser therapy in the Urology

Kiyoki Okada, Toshio Yoshida and Shuji Kiyotaki

Department of Urology, Nihon University School of Medicine

Several kinds of laser, CO₂, Ar, Nd:YAG, Ar dye, Pulsed dye and Diode lasers have been used for the skin incision, treatment of penile carcinoma and bladder tumor, urethral stenosis, stone destruction and acupuncture. Ar dye laser has been utilized as a photodynamic therapy (PDT) with the use of photosensitized agents (HpD). Though the PDT was evaluated as the ideal treatment of CIS, there still remains the problem to be solved in terms of the hypersensitivity of the skin by HpD. After the development of extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL), laser surgery was attempted to the endoscopic destruction of the ureteral stone. Pulsed dye laser is now commercially available. But more powerful laser is hoped to be developed without appreciable changes to the living tissue by the laser irradiation. Nd:YAG laser is able to transmit through quartz fiber, making it feasible to perform transurethral laser surgery. Therefore, special interests were focused in the treatment of bladder tumor and urethral stenosis. Because of the limited indication of Nd:YAG laser therapy, instrumental development and technical expertise will be needed to magnify the indication of the laser therapy.

泌尿器科領域にレーザー医学が導入されてからすでに10年以上は経過した。その間にCO₂, アルゴン, Nd:YAG, アルゴン色素, パルス色素, ダイオードレーザーなどが外科的手術, 内視鏡手術, 結石破砕, 鍼灸術に用いられた。ここでは泌尿器領域における主なレーザー治療をのべ, 次に自験例を示し, 最

後に今後の展望についてのべてみたい。

1. 光線力学的治療

アルゴン色素レーザーを用いて久住らは膀胱腫瘍に対して光線力学的治療を行った。初期では治療の対象は小腫瘍であったが, 膀胱内全照射を行うことができるようになったことから上皮内癌に対して用いられた。その効

果は非常に良好であったが、問題となるのは光感受性物質である。これを投与することにより皮膚過敏性が生じ、外出できないという欠点が生じた。今までは主に、ヘマトポルフィン誘導体が用いられたが、これにとって変る副作用が少ない物質の開発が行われつつある。

2. 結石破碎

現在、結石の治療は体外衝撃波（ESWL）による破碎が主流となっている。しかし、尿管に嵌頓した結石はESWLでは必ずしも成功せず、そのため尿管内での結石破碎の開発が望まれた。各種レーザーのうちで結石を容易に破碎し、かつ生体に障害を与えないものとしてパルス波色素レーザーがあげられた。これは尿管内に導光路を挿入し、クマリンブルーにて発振した504nmのパルス波にて破碎される。しかし、その効果は完全でなく、さらによいレーザーの開発も行われている。

3. CO₂レーザーによる自験例

CO₂レーザーはその性質より、内視鏡手術には不適で主に外科的手術の一助として用いられた。当科における経験例としては皮膚切開が用いられた。特に陰茎癌における皮膚切開及び腫瘍切除は非接触性に切除できることが利点である。また腎部分切除においては、血流遮断はレーザー使用直前に行ってはいるが、CO₂レーザーによる腎の切開においてはほとんど出血をみず、優れている。ただし、排煙の問題、多関節ミラーにより導光されることなどより使用の限界があると考えた。

4. Arレーザーの自験例

アルゴンレーザーは赤血球に特異的に吸収されることより、止血効果に優れているといわれている。そこで易出血性の陰茎血管腫に対して試みた。出血はほとんどなく終了し、後出血もみられていない。アルゴンレーザーは高出力がえられないため、一般の手術には

不向きではあるが、特殊な症例に適応があると思われる。

5. Nd:YAGレーザーの自験例

Nd:YAGレーザーは水中でも吸収されず、高出力発振可能なことより、種々の臨床応用がなされてきた。ここでは当科で行われ、工夫されてきた経験につきのべてみたい。

(1) 経尿道的レーザー手術（TULS）による膀胱腫瘍の治療

レーザー発振器としてはMediLas YAGおよびNd:YAG6000型を用いた。導光路としては市販の径600 μ mの石英ファイバーを標準型と称して用いた。さらにこの先端にサファイアを取り付けて、レーザーを拡散させることを試みた（拡散型）。これによりレーザーは120度にまで広がり、広範囲に照射可能となった。内視鏡は一般の硬性鏡と軟性鏡を用いた。硬性鏡は視野が明瞭で確実に照射できたが、アングルに限界があるため、一部の症例には軟性鏡を用いて照射した。照射法は4つに分けられる。小腫瘍に対しては非接触性に照射して腫瘍を消滅させる。有茎性であれば、接触、非接触いずれかの方法で腫瘍茎部に照射して腫瘍を切除する。大腫瘍であれば拡散型ファイバーを用いて接触性に照射して腫瘍を消滅させる。これらの照射後、その腫瘍床にやや低出力で照射し、残存腫瘍を消滅させるという4段階で照射する。前3者は50w 5秒を1単位としたが、腫瘍床照射は30w 3秒を1単位として照射を試みた。

結果として、161例、195腫瘍に対してTULSを行った。149例はT₁、12例はT₂である。149例のT₁のうち97例は初回治療例、52例は再発治療例である。TULSを行った結果、126例はTULSのみで完了したが、残りの35例はTULSのみでは不十分で、電気切除によるTURを必要とした。すなわち22%はレーザーでは不完全であったといえる。

腫瘍の性状よりどのような症例でTULSが完了できたかを分析した。T₁では81%, T₂では42%であり, T₂ではレーザーのみで治療することは不十分であった。腫瘍の形態では有茎性では78%, 広茎性では75%であり, 形態では差はみられなかった。腫瘍の大きさからでは, 小腫瘍ではほとんどレーザーで完了できた。しかし, 中等大以上の腫瘍では約半数のみであり, レーザーの適応は小腫瘍に限られた。今後の内視鏡, 導光路, 手技などの改良でさらに適応が拡大することが望まれた。腫瘍の部位に関しては, 膀胱内の頸部, 三角部, 側壁では有効であったが, 後壁, 頂部, 前壁では不完全な症例がみられたが, これも今後の問題として残された。

副作用に関しては, 重篤なものはみられなかった。膀胱穿孔, 腸穿孔も1例もみられなかった。ただし, 内視鏡的にコントロール不能な出血が4例(2.5%)みられ, そのようなときは電気凝固による治療に変更した。

術後の腫瘍再発についても検討した。

TULSのみで完了したT₁症例のうち初回例は64例であり, 1年再発率28%, 4年再発率65%であった。再発例は40例で1年再発率42%, 2年再発率54%となった。再発症例では再発の多いことが知られているが, 初回例でも1年再発率28%というのは決して低くなく, レーザーを用いても完全に再発を防ぐことは困難と思われた。

(2) バルーン膀胱鏡の開発

レーザー治療中出血のためしばしば視野が不明瞭となり, 治療を継続できなくなることがある。また, 一般の内視鏡的観察でも血尿の強い場合は正確な診断を得ることは困難なことがある。このような膀胱鏡の欠点を補うため, 血管外科で用いているバルーンを膀胱鏡に装着することを試みた。

M&M社より提供をうけたバルーンは一部

加工した天然ゴムで, 容量10mlで100mlまで拡張可能である。さらに, このバルーンはNd:YAGレーザーの96%を通過させる。また内視鏡も装着しやすいプロトタイプを作製した。

まず, バルーンを内視鏡の内筒につけ, 膀胱内に挿入後, 作動孔を通してバルーンを膨らませる。観察はこれで可能である。もし, レーザー手術を行うとき(LIBと称する), もう1本の作動孔より導光路をバルーン内に挿入して照射する。現在まで, 40例の膀胱腫瘍に対してバルーン膀胱鏡を行った。そのうち, 15例は観察のみであったが, これにより膀胱腫瘍, 放射線性膀胱炎などの確定診断を得ることができた。LIBは26例に行った。多くの症例は中等大腫瘍であり, これにより, 腫瘍を完全に照射し, さらに出血しても明視野のもとに止血も完全に行うことができた。副作用は1例もみられていない。ただし, 本法の欠点としてはバルーンの破損をあげることができる。これは, 導光路先端がバルーンに接触しておこることもあり, また焼灼した腫瘍の熱によって破損することもある。この欠点が克服されれば, 本法はさらに普及するものと思われる。

(3) 尿道狭窄

尿道狭窄の手術療法のうち, 内尿道切開術は反復して行えるという利点を有している。従来は切開刀ないしは電気メスにより行われていたが, われわれはレーザーによる内尿道切開法を試みた。

多くの症例では逆行性操作による照射が行われた。すなわち, 内視鏡を外尿道により挿入し, 狭窄部位を確認する。ここでレーザーを狭窄に対して全周にわたり瘢痕がなくなるまで照射する。貫通すれば終了である。一方, 狭窄が長かったり, 膜様部にあるときはこの方法では難しい。そこで膀胱瘻を作り, こ

から順行性にガイドワイヤーを挿入して狭窄部を通過させる。さらにガイドワイヤーにビーズ玉をかぶせて、狭窄部近位端に持っていく、そのビーズ玉を圧迫する。これを逆行性に観察すると、狭窄部位、範囲が明かとなる。同様の方法で狭窄を焼灼、切除するが、本法は安全でかつ完全に治療可能な方法である。18例に対し行われ15例は成功した。ただし、再発に関しては今後の問題である。

6. ダイオードレーザー

尿管結石は嵌頓したときの痙攣発作は耐えがたいものである。

日本赤外線KKより借用したGa-Al-Asダイオードレーザーを用いてレーザー鍼灸術を試みた。対象は尿管結石による痙攣発作34人である。照射部位は腎癒、膀胱癒、三陰交などの経穴である。

自覚的改善度は患者の訴えにより定めたが、客観性をえるため一部症例にダミーを用い、その後にダイオードレーザーを照射した。その結果24例中2例(8%)にプラシーボ効果が現れたが、19例(59%)に疼痛の軽減をみることができた。これよりダイオードレーザーによる鍼灸術は有効な手段と考えた。

7. 今後の展望

最近、CO₂レーザーを通過できる可撓性導光路が開発されつつある。CO₂レーザーの特徴である、高出力、蒸散能、止血能を生かして内視鏡手術に応用されれば、Nd:YAGレーザーないしは電気切除以上の効果を発揮するのではないかと期待している。結石破碎装置に関しては、現在のクマリンプールによるパルス波色素レーザーやアレキサンドリットレーザーはまだ不十分である。生体に障害を与えない、かつ強力に結石を破碎できるレーザーの開発が望まれる。

腫瘍の治療に最も期待されるのが光線力学的治療である。しかし、光感受性物質の副作

用を考えると、副作用の少ない物質が必要であろう。

Nd:YAGレーザーに関してはほぼ適応が定まった感じである。今後はむしろ、本レーザーを使用するに際してのソフトウェアが問題となる。内視鏡、導光路などを改善することにより、さらに適応は拡大するものと考ええる。