レーザー光線の泌尿器科領域における応用（第6報）
 —犬膀胱内に挿入した結石の YAG レーザによる経尿道的
 破壊実験—

THE USE OF LASER BEAM IN UROLOGY (6TH REPORT)
 — TRANSURETHRAL DESTRUCTION OF STONES IN DOG BLADDER —

○棚橋善克, 原田一哉, 沼田功, 神部宏一, 千葉裕,
 折笠精一

YOSHIKATSU TANAHASHI, KAZUYA HARADA, ISAO NUMATA,
 HIROSHI CHIBA AND SEIICHI ORIKASA,
 東北大学医学部泌尿器科学教室

DEPARTMENT OF UROLOGY, TOHOKU UNIVERSITY SCHOOL OF
 MEDICINE, SENDAI, JAPAN 980.

ABSTRACT

An unfocused continuous-wave Nd:YAG laser guided through flexible fibers was used in dogs to disintegrate human urinary calculi inserted into their bladder.

The fiber was delivered into bladder through an endoscope introduced urethrally. Stones were entirely disintegrated by multiple laser radiations (40-50W, 2 sec).

Elevation of temperature of the bladder wall was controlled under 40°C by changing irrigated water in the bladder.

Specimen of the bladder wall showed neither macroscopic nor microscopic change except slight edema, immediately or 1-2 weeks after radiation.

(はじめに)

私たちは、泌尿器疾患のかかなりの割合を占める尿路結石を、非観血的に破壊し、経尿道的に排出させることを目的として、基礎的研究をすすめてきた。

実際臨床応用する際の操作の容易性、生体組織に対する影響の防ぎやすいものということで、現在連続波YAGレーザとフレキシブル・ファイバーとの組み合わせで、動物実験をつづけているが、その結果につき、こゝに報告する。

(装置)

NEC SL115型YAGレーザ発生装置と、core径400 μ または、600 μ の2種類の石英ファイバーの組み合わせで実験を行なった。このfiberの出射端の分散角(N・A)は、 ± 0.3 rad程度である。

膀胱鏡は、ACMI社製Cystoscopeを何ら加工することなく用いた。

膀胱壁の温度測定には、Chino社製EF1200型記録計と微小な銅・コンスタンタン熱電対を用いた。

(材料)

10-15kgの成犬を用いた。膀胱鏡を用いる実験では、すべてメスを用いた。

結石は、すべて人体より摘出されたものを用いた。

(方法)

実験1) 静脈麻酔下に、下腹部正中切開を行ない、膀胱を露出した。膀胱を切開し、結石を挿入、さらに生食水を注入し、膀胱を開いたままYAGレーザを照射した。

実験2) 1)と同様にして、結石を膀胱内に挿入したのち、再び膀胱を閉じ、経尿道的に膀胱鏡を用いて、flexible fiberを膀胱内に導びき、結石を破壊した。

3) この1)、2)の実験のいずれにおいても、膀胱壁内・外の数カ所および膀胱内に注入した生食水の温度を経時的に測定した。

4) 上記の操作を加えた膀胱を実験終了時

および1週間後、2週間後に摘出し、組織学的に検索した。

5) Fiber先端は、集光系を用いず、N・Aの大きいままとし、出力はこれまでの基礎的実験より結石破壊に十分な40-50Wとし、1回の照射は2秒とした。

(結果)

1) 水中で、単時間(2秒間)の照射であるので、結石の完全な破壊には複数回の照射が必要であった。また、このとき、結石に直接ファイバーを接触させて破壊を行なうため、あるていど、ファイバー先端の損傷がおこる。このため、1個の結石破壊のため、ファイバー先端を何回か端面処理する必要があった。したがって、1個の結石の破壊につき、400 μ 径のファイバーでは、20-30cm、600 μ 径のfiberでは、5-15cmのファイバーの損耗があった。所要時間は15-30分であった。

2) 膀胱の水を交換せず、結石破壊をつづけた場合、膀胱内壁および外壁の温度上昇は、30-50°程度であった。しかし、膀胱内の生食水を数回取り換えることにより、40°C以下におさえることは容易であった。

3) レーザ光が結石を貫通し、膀胱壁を損傷する可能性があるが、膀胱壁を開いたままレーザ光を照射した場合は、近距離から直接膀胱壁を照射することも考えられ、この場合の影響は少なくない。膀胱を閉じ、経尿道的にレーザを照射した場合は、仮に結石を貫通したとしても、結石のむこう側の膀胱壁が遠いため、レーザの拡がり角度が大きい関係上、レーザによるエネルギー密度が小さく、軽度の浮腫をのぞいて、膀胱壁の変化が認められないことが多かった。

(考案とまとめ)

市販の膀胱鏡を何ら加工することなく、フレキシブル・ファイバーとの組み合わせで、犬膀胱内に挿入した結石(人体より摘出したもの)を完全に破壊することが可能となった。

生体に与える影響のうち、膀胱壁に与える熱作用は、膀胱内の水を取り換えることによ

り、防ぎうるものであることが判明した。レーザーの誤照射や、結石穿孔後のレーザー光による膀胱壁の損傷は、照射時間を1回につき2秒と短かくしていることと、ファイバー出射端のN・Aが大きいことより、経尿道的方法では、ほぼ問題のないことが判明した。

結石に直接ファイバーを接触させるため、ファイバー先端の損耗のはげしい点が、現在用いている方法の最大の欠点である。この点を解決するために、focused beam を用いるべく検討をすすめているが、この場合は、ファイバーの先端処理を行なう必要がなくなる代わりに、ファイバー先端より距離があってもエネルギー密度は減少しないので、膀胱粘膜に対する影響が無視できないものとなる可能性があるが、この点に関しては、今後検討をつづける予定である。

(なお、本研究にあたり、東北大学工学部化学工学科 鈴木 睦教授、穴戸郁郎講師、日本電気 山根毅士博士 に御協力いただいたので、ここに深謝する。)

Fig.1

Fig.2

LEGENDS FOR FIGURES

Fig.1 Stone in the dog bladder (cystoscopic view).

Fig.2 During laser radiation (cystoscopic view).

Fig.3 Fragments of the disintegrated stone (cystoscopic view).

Fig.3