特集／泌尿器科とレーザー

側射用ファイバーを用いた前立腺レーザー手術 Transurethral laser surgery of prostate using lateral firing fiber

青木 豊, 野垣譲二, 岡田清己
日本大学医学部泌尿器科学教室

Yutaka AOKI, Joji NOGAKI and Kiyoki OKADA
Department of Urology, Nihon University School of Medicine
30-1 Oyaguchikamimachi, Itabashi-ku, Tokyo 173

要 旨

前立腺肥大症32症例に対し経尿道的前立腺レーザー手術 (TULS-P) を行い, その効果を評価した。適応は AUA 前立腺症状スコア (AUA-PSS) 15点以上, 尿流測定にて最大尿流率15ml/sec以下, 経直腸的超音波断層にて前立腺容量20ml以上とした。レーザー照射は Nd : YAGレーザーを, ファイバーは LaserSonics 社製 UltraLine™ を用いた。照射方法は, Contact 照射により膀胱頸部から精阜にかけて2時・4時・8時・10時の4ヶ所を基本部位とし, 3時・5時・7時・9時に追加照射を行った。出力は50ワット, SPOT 照射または RUNNING 照射で30秒から60秒間の連続照射で行った。治療効果は AUA-PSS・最大尿流率・残尿量・前立腺容積により判定した。各有効率は, AUA-PSS 81.3%, 最大尿流率75.0%, 残尿量87.5%, 前立腺容積96.9%であった。副作用としては, 10例に一過性尿閉を, 2例に急性精巣上体炎を認めた。以上より, 側射用ファイバーを用いた前立腺レーザー手術は前立腺肥大症の手術の一手段になり得るものと思われた。

キーワード: 前立腺肥大症, レーザー手術, Nd : YAG, SPOT 照射, RUNNING 照射

Abstract

Thirty-two patients with BPH underwent transurethral laser surgery of prostate (TULS-P). In the present study the patients were selected according to the following criterion: above 15 points in AUA Prostate Symptom Score (AUA-PSS), below 15 ml/sec in peak flow rate (uroflometry) and above 20ml prostate volume (transrectal ultrasound). Nd : YAG laser and UltraLine™ (LaserSonics) fiber were used during laser irradiation. The laser was irradiated at four radial regions (2, 4, 8 and 10 o'clock positions), additionally to 3, 5, 7 and 9 o'clock position, with the fiber being dragged from the bladder neck to verumontanum. The laser was set at 50 watts power on continuous wave. The irradiation was for 30 to 60 seconds and with spot and/or running irradiation. Clinical efficiency was determined by AUA-PSS, peak flow rate, residual urine, prostatic volume and side effect.

The effective rate were as follows, AUA-PSS; 81.3%, peak flow rate; 75.0%,

residual urine ; 87.5% and prostatic volume ; 96.9%. As to the side effect, 10 patients revealed urinary retention and two patients showed acute epididymitis after the operation. From the president study, TULS-P using lateral firing fiber would be one of the useful tool for the treatment of BPH.

Key Words : BPH, laser surgery, Nd : YAG, spot irradiation, running irradiation

I. はじめに

前立腺肥大症は高齢者に多い疾患のため合併症を有し、全身状態不良の例が多い。近年、高齢者の社会的活動能力の向上と意識の変化に伴い、排尿障害の治療法について様々な研究がなされている。

前立腺肥大症の治療は観血的治療と非観血的治療に分類される。観血的治療には手術による被膜下前立腺摘除術か、内視鏡下で前立腺を切除する経尿道的前立腺切除術 (TUR-P) が行われてきた。TUR-P は開創操作を行わないため、入院期間も短く、術後排尿状態の改善も比較的早くから認められるため、本邦においても広く受け入れられている手術術式である。しかし、TUR-P は高度な技術が必要とされる上、個体差も大きいため、安定した手術が行えるようになるには、ある程度の経験が必要となる。その上、出血、穿孔、TUR 症候群などの術中の合併症、術後の後出血の問題など比較的风险が高いといえる。

一方、非観血的治療法として薬剤療法¹⁾のほかに、温熱療法^{1) 2)}、バルーン拡張術³⁾、尿道ステントカテーテル留置術⁴⁾などが実施されるようになった。さらに新しい試みとして TUR-P の技術を応用したレーザーによる前立腺手術は出血が少なく、安全性も高いため注目されるようになってきた。今回われわれは当教室で行われた前立腺肥大症に対するレーザー前立腺手術の有効性についての検討を行った。

II. 前立腺レーザー手術法

1. 対象

当教室では平成 5 年 1 月より動物実験が実施され、実験結果を踏まえて臨床的に前立腺レーザー手術を開始した。現在 50 例の前立腺肥大症に対する TULS - P (Transurethral Laser Surgery of Prostate) を経験したが、評価可能例は年齢 53~84 歳 (平均 69.7 歳) の 32 例であった。これに基づき有効性及び安全性についての記載する。まず対象の条件として、a) 排尿障害を訴える者、b) AUA Prostate Symptom Score (以下 AUA-PSS) 15 点以上、c) 最大尿流率 15ml/sec 以下、

d) 前立腺の大きさが直腸内触診にて小鶏卵大以上、あるいは超音波断層像にて前立腺推定容積 20ml 以上とした。尚、50 歳未満、神経因性膀胱の患者、膀胱機能へ影響のある薬物を服用中の患者、前立腺癌の患者らは除外対象とした。

2. 照射方法

麻酔は全例腰椎麻酔で行う。使用機器は導光路として LaserSonics 社製 UltraLine™ (600 μ m 径の側射ファイバー) を用い、Nd : YAG レーザー発生装置としては LaserSonics 社製 Model 6000™ あるいは Hercules 5060U™ を使用した (図 1)。手術操作は内視鏡を前立腺部尿道まで進め、ファイバーをプローブ用チャンネルから挿入する。He-Ne レーザーがパイロットビームとして照射部位を示し、この部位を TV モニターで確認しながら、Nd : YAG レーザーで前立腺を照射する。手術操作は、ファイバー先端の冷却及び良好な視野確保のため灌流液中で行われている。照射部位は膀胱頸部から精阜までの放射状の 2 時・4 時・8 時・10 時を基本的 4 部位とし、必要に応じて 3 時・9 時・5 時・7 時を追加照射する。照射方法としてプローブを固定した SPOT 照射と膀胱頸部から精阜までプローブを移動させながら照射する RUNNING 照射を用いた (図 2, 3)。SPOT 照射は狭い範囲で蒸散が深く、周囲の凝固や術後の浮腫が少ない。RUNNING 照射は広い範囲で浅い

図 1 UltraLine と Hercules 5060U

図2 SPOT照射

図3 RUNNING照射

蒸散が起こり、周囲の凝固が多く、術後浮腫も著名となる。

3. 効果判定法

臨床効果の判定は、術前および術後8週に行った。判定項目はa) AUA-PSS, b) 最大尿流率(膀胱内に200ml以上の尿の貯留下で尿流測定施行), c) 残尿量, d) 前立腺推定容積(経直腸的超音波断層装置)を用いている。効果は、a) AUA-PSSの50%以上の改善, b) 最大尿流率の50%以上の改善, c) 残尿量10ml以下, d) 前立腺推定容積の25%以上の改善, のいずれかが見られた時TULS-Pが奏功したと判定した。

III. 結果

前立腺肥大症患者50例中、術後8週経過した時点で評価可能例は年齢53～84歳(平均69.7歳)の32例であった。照射条件として出力は全例50ワットで行い、総照射量は5900～117,030ジュール(平均40,726ジュール)であった。総照射量が多かった症例は、前立腺が大きい場合と移動照射のみ行った場合であった。手術時間は15～125分(平均53.8分)であったが、長時間を要した症例は術中に照射部位の様子を確認し内視鏡撮影を行ったことなどによるものであり、手術そのものに費やされた時間は約30分程度と考えられる。カテーテル留置期間は3～14日(平均7.8日)であったが、この中にカテーテルを再留置した期間も含まれている。

術前のAUA-PSSは15～33点(平均21点)であり、術後8週においては2～27点(平均9.0点)であった。AUA-PSSの50%以上の改善は26例(81.3%)に認められた。

術前の最大尿流率は0～14.4ml/sec(平均5.4ml/sec)であり、術後8週においては5.8～29ml/sec(平均16.2ml/sec)であった。最大尿流率の50%以上の改善は24例(75.0%)に認められた。

術前の残尿量は15～350ml(平均80.2ml)なのに対し、術後8週では0～40ml(平均8.5ml)となり、そ

表1 臨床結果(術前・術後8週)
数値は平均±標準偏差である

(N:32)

	術前	術後8週後
AUA P. S. S. (点)	21±5.6	9±5.7
最大尿流率 (ml/sec)	5.4±3.4	16.2±4.8
残尿率 (ml)	80.2±86.1	8.5±11.9
前立腺推定容積 (ml)	29.6±8.5	19.4±5.4

のうち10ml以下は28例(87.5%)であった。

術前の前立腺推定容積は20.2～55.0ml(平均29.6ml)であったが、術後8週では11.3～32.3ml(平均19.4ml)となった。前立腺推定容積の25%以上の改善は31例(96.9%)であった。表1に術前および術後8週の結果をまとめた。

治療効果はAUA-PSS 81.3%, 最大尿流率75%, 残尿量87.5%, 前立腺推定容積96.9%であった。

副作用として2例に急性精巣上体炎が見られたが、重篤なものではなかった。また、術後一過性の尿閉が10例に見られたためカテーテルの再留置を行っている。図4は、1症例の術前術後の経直腸的超音波断層像および逆行性尿道造影であるが、前立腺の縮小と尿道の開大が認められる。

IV. 考察

レーザーを利用した前立腺肥大症の治療は非観血的治療とTUR-Pとの中間に位置するものとして考えられ、2年前より注目を集めはじめるようになった。

米国 IntraSonix 社が開発した TULIP (Transurethral Ultrasound-guided Laser-Induced Prostatectomy)^{5) 6)} と呼ばれるシステムは、7.5MHz, 90度セクター方式の超音波断層装置にバルーンとレー

図4 術前および術後8週の経直腸的超音波断層像と逆行性尿道像影
(上段術前, 下段術後8週)

ザーファイバーを組み込んだものである。経尿道的にプローブを挿入し、バルーンを蒸留水で2気圧で膨らませ、前立腺との一定距離を保ち、プローブを前立腺部尿道に固定後、超音波ガイド下にレーザー照射し、前立腺組織を出血させることなく凝固壊死させるものである。100ワットのNd:YAGレーザーがシリコンファイバーを通じて20Frの尿道プローブの先端でマイクロプリズムを使って90度方向を変え、バルーン内を通過して照射される。照射は非接触照射のため、照射部位には凝固壊死を生じる。

UrolaseTMおよびUltraLineSMは汎用の尿道膀胱鏡のプローブ用チャンネルから挿入して、前立腺部尿道を観察しながらHe-Neレーザーによるパイロットビームで照射部位を正確に決定し照射することができる。Urolaseではプローブ先端の金メッキ加工されたステンレス製のリフレクターによってレーザー光は90度方向を変えて前立腺を照射する。照射の際にはファイバーと前立腺組織間に約1mm程の距離を保持する必要がある(非接触照射:凝固中心)⁷⁾。

一方、UltraLineでは石英ファイバーの先端をカットし、プリズム効果によってレーザー光は80度方向を変えて前立腺を照射する。ファイバーは前立腺組織に対し、接触あるいは非接触で照射が可能である。

SLT社のProstataLaseはレーザーを使用した前立腺治療であるが、Nd:YAGレーザーのエネルギーで前立腺を加温する温熱治療である。また、SLT社ではNd:YAGのファイバー先端にサファイヤチップを装着させ前立腺を直接切開する方法も行っている。

レーザー熱エネルギーの大きさによって組織の変化は

大きく異なり、エネルギーが低い場合には、白色変性を来とし凝固壊死のみとなる。エネルギーが高い場合には、照射部位からバブルが急速に発生して前立腺組織に噴火口状のクレーターが生じていく。これは、Nd:YAGレーザーによる蒸散作用であるが、このレーザーの熱エネルギーを高くするには、a)レーザー発生装置の出力を上げるか、b)プローブと前立腺組織との距離を短くするかであるが、UltraLineでは完全に接触させて照射(Free Beam Contact Irradiation)することが可能であり、50ワットの出力でも十分な蒸散効果が得られる。Non-Contact Irradiationでのレーザー照射は凝固が中心となる。当教室では過去に200例余の膀胱腫瘍に対し、ContactあるいはNon-Contact IrradiationにてTULS-BT(Transurethral Laser Surgery of Bladder Tumor)を行ってきた^{10) 11)}。この経験と従来より行っている電気メスを用いたTUR-Pの経験を踏まえて、主にContact Irradiationによる蒸散作用で治療を実施している。

一般に、レーザー照射により物体の温度は上昇し、物質の蒸発(気化)により照射部位から気化熱を奪い、蛋白質の変性と組織の凝固を起こす。さらに、周囲の酸素による炭化水素の酸化(燃焼)が生じ、これらの局所の温度上昇は熱伝導によって広がっていく。つまり、レーザーの照射そのものは極めて微少な部分に作用するが、熱伝導により作用はより広範囲に及ぶ¹²⁾。このことから明らかなように、前立腺部尿道のレーザー照射部位は蒸散され、その周囲は遅発性に凝固壊死となり、時間の経過とともに凝固壊死組織が脱落し、平滑な切除面と大きな空洞が形成されていく。

Johnsonらは、レーザー照射後数時間内に前立腺組織の液状変化が進行し、凝固壊死組織の脱落が広範囲にわたり始まると述べている¹³⁾。

また、われわれの実験結果では、50ワット、60秒(3000ジュール)で1ヶ所のSPOT照射を行った場合に12mm以上のクレーターを形成し穿孔を起こしていた。この結果からも1箇所が高いエネルギーを用いることは危険であり、SPOT照射とともにRUNNIG照射を併用した方が有意義であると考えられる。

これまでの非観血的前立腺治療はその効果においては必ずしも充分とはいえず、少なくともTUR-Pにとって変わるものは出現しなかった。しかし、前立腺レーザー手術は従来のTUR-Pのテクニックを基礎とした観血的手術にもかかわらず、出血を見ることは極めて少ない。その効果においては確実に前立腺部尿道の閉塞を除去し、TUR-Pに取って変わりうる治療法であるといえよう。

前立腺肥大症は良性疾患であるため前立腺癌とは異なり、病理学的所見より症候学的所見が重要視される。従って、前立腺肥大症の治療は快適な日常生活を過ごせるように排尿障害の改善をはかればよい。前立腺レーザー手術は、今後治療経験を積むにつれて、さらに良いQOLが得られることが期待される。

V. 結 論

1. 側射用ファイバーの UltraLine™を用いた前立腺レーザー手術を32例の前立腺肥大症患者に行い、自覚的症狀および他覚的所見の変化より、その効果を評価した。

2. 自覚的症狀に関しては AUA-PSS を用い術前および術後8週の変化を記載した。その結果、治療効果を認めたのは26例(81.3%)であった。

3. 他覚的所見に関しては最大尿流率・残尿量・前立腺推定容積の術前および術後8週の変化を用いた。各々の治療効果は順に24例(75.0%), 28例(87.5%), 31例(96.9%)であった。

4. 前立腺レーザー手術による副作用として、2例の急性精巣上体炎と10例の一過性尿閉を経験したが重篤なものはなかった。

5. 前立腺レーザー手術は新しい前立腺肥大症の手術として今後期待される治療法である。

文 献

- 1) 岡田清己, 吉田利夫, 遠藤真琴, 青木豊ほか: 前立腺肥大症に対する経直腸的温熱療法の意義. 日泌尿会誌, 82 : 455-461, 1991
- 2) Satoh, Y., Rin, m., Yoshida, T., and Nogaki, J., et al : Clinical experience of transrectal hyperthermia for benign prostatic hyperplasia. Jpn. J. Endurol. ESWL, 4 : 222, 1991
- 3) Lepor, H., Sypherd, D., Machi, G., and Derus, J. : Randomized double-blind study comparing the effectiveness of balloon dilation of the prostate and cystoscopy for treatment of symptomatic benign prostatic hyperplasia. J. Urol., 147 : 639-644, 1992
- 4) Fabian, K. M. : Der inter - prostatiscche "Patielle Katheter" (Urological Spirale). Urology, 19 : 236-238, 1980
- 5) Roth, R. A. and Aretz, H. T. : Transurethral ultrasound-guided laser-induced prostatectomy (TULIP procedure) : a canine prostate feasibility study. J. Urol., 146 : 1128-1135, 1991
- 6) 本間元夫, 高橋悟, 簗和田滋, 阿曾佳郎: 前立腺肥大症に対する経尿道的超音波ガイド下レーザー前立腺切除術(TULIP)の治療成績. 泌尿外, 6 : 97-106, 1993
- 7) 内田豊昭, 原野裕司, 須山一穂, 西村清志, ほか: 90度偏光レーザーファイバー(Urolase®による経尿道的前立腺切除術(VLAP)の治療成績. 泌尿外, 6 : 771-781, 1993
- 8) 野垣譲二, 青木豊, 佐藤安男, 岡田清己: 前立腺肥大症の治療の最新動向. 温熱療法からレーザー療法まで. 新医療, : 114-117, 1993
- 9) 田崎寛, 出口修宏, 中川健, 宮地系典: 側射レーザー前立腺切除術と経尿道的前立腺切除術の比較検討. 臨泌, 48 : 228-232, 1994
- 10) Okada, K., Asaoka, H., Amagai, T., Onoe, Y., et al : Transurethral Neodymium : YAG laser surgery for bladder tumors. Urology, 20 : 404-407, 1982
- 11) Okada, K., Nogaki, J., Saitoh, T., Kawazoe, K. et al : Balloon Cystoscopy with Neodymium : YAG Laser. J. Urol., 148 : 285-288, 1992
- 12) 菊地真, 新井恒憲: レーザー光の生体への作用: 熱的作用を中心とした生体作用. 癌とレーザー. 図説臨床癌シリーズ. 5 : 32-39, 1986
- 13) Johson, D. E., Prince, R. E. and Cromeens, D. M. : Pathologic changes occurring in the prostate following transurethral laser prostatectomy. Laser Surg. Med., 12 : 254-263, 1992