特集／前立腺肥大症治療とレーザー

前立腺肥大症に対する経尿道的 ホルミウムレーザー切除術

松岡 啓, 野田 進士

久留米大学医学部泌尿器科

〒830-0011 福岡県久留米市旭町67

TEL 0942-31-7572 FAX 0942-34-2605

Holmium Laser Resection of the Prostate:HoLRP

Kei MATSUOKA and Shinshi NODA

Department of Urology, Kurume University School of Medicine

67 Asahi-machi, Kurume-shi, Fukuoka 830-0011 JAPAN

要 旨

ホルミウム・ヤグレーザーを使用して2種類の方法で経尿道的前立腺切除術を施行した。一つは、Nd:YAGレーザーで尿道前立腺部を凝固した後にHo:YAGレーザーで蒸散させる方法で、他はHo:YAGレーザーのみで腫大した前立腺を切除する方法である。前者は出血が全くなく術後の自覚的症状の改善も認められたが、尿道カテーテル抜去後の再留置率が高かった。後者は、尿道前立腺部に形成した空洞が経尿道的前立腺切除術と同様であり、カテーテル留置期間や術後早期の症状改善度において前者より優位であった。Ho:YAGレーザー単独による前立腺切除術は長期成績を検討する必要があるものの前立腺肥大症の効果的手術法の一つである。

キーワード: ホルミウムヤグレーザー, 経尿道的手術, 前立腺肥大症

Abstract

Two methods of holmium laser surgery were performed for the patients with benign prostatic hyperplasia. One method was a combination procedure using the Nd:YAG laser for standard circumferential coagulation followed by holmium laser ablation. The other one was holmium laser resection of the prostate. In the patients who had the combination procedure, although there was no bleeding during surgery and post-operative parameters were good, recatheterization rate was high. The early results of the holmium laser resection of the prostate showed an advantage over the combination

technique with regard to formation of a cavity identical to transurethral resection of the prostate in the prostatic urethra, catheterization time and early improvement of subjective and objective symptoms. Although long term follow-up is necessary, holmium laser resection of the prostate is considered to be a effective alternative for benign prostatic hyperplasia.

Key words : holmium : YAG laser, transurethral surgery, benign prostatic hyperplasia

はじめに

ホルミウム・ヤグ (Ho : YAG) レーザーは、波長2100nmのパルスレーザーである。この波長は、色素に影響されず水に対する吸収が大であるので、あらゆる種類の結石の破碎が可能で、しかも軟部組織に対しては凝固と蒸散能を有するので応用範囲が極めて広く、現在泌尿器科領域においても汎用レーザーとして使用が増えつつある。

われわれは、尿路結石^{1) 2) 3)}、尿路上皮腫瘍⁴⁾、尿路狭窄⁴⁾に対してHo : YAGレーザーによる治療を行い満足できる結果を得ている。さらに、本レーザーを経尿道的前立腺切除に使用している^{3) 4) 5) 6)}ので、その実際と成績、問題点について報告したい。

方 法

Ho : YAGレーザーによる経尿道的前立腺切除術(holmium laser resection of the prostate : HoLRP^{7) 8)})を受けたのは、1994年11月から1997年8月までに当科において入院加療した排尿障害を有する前立腺肥大症患者78名である。前立腺肥大症の診断は直腸診、経直腸エコー、血清前立腺特異抗原の所見を参考にした。78名の患者のうち初期11名の患者に対しては、まず尿道前立腺部をNd : YAGレーザーで凝固して、その後同部位をHo : YAGレーザーで可能な限り蒸散する方法(combination endoscopic laser ablation of the prostate : CELAP)⁹⁾で治療した。12例目以降の67名に対してはHo : YAGレーザーのみを使用して前立腺を切除するHoLRPに

より治療した。

レーザー発生装置はCELAPとHoLRPの両方にVersaPulse Select (米国コヒレント社)を使用した。この装置はNd : YAGレーザー (最大60W) とHo : YAGレーザー (最大60W) が供給可能で、この二つのレーザーの選択はタッチパネルまたはフットスイッチにて可能である。

内視鏡はレーザー照射用26F持続灌流型内視鏡 (独ストルツ社) の内筒の先端にレーザーファイバー固定筒を取り付けたものを使用した。

1. CELAPの方法

導光路としてNd : YAGとHo : YAGの両者が使用可能で側射型ファイバー (Duo-Tome SideLite : 米国コヒレント社) を使い、まずNd : YAGレーザーにて照射エネルギー60Wで膀胱頸部より精阜まで腫大した前立腺部を全体的に照射した。引き続いてHo : YAGレーザーに切り替えてエネルギー条件2.8joules, 20pulse/秒 (56W) で前立腺部を可能な限り蒸散して尿道前立腺部に空洞を形成した。空洞形成後は18Fr. フォーリカテールを留置して手術を終了した。

2. HoLRPの方法

導光路は標準直射型ファイバー (Slim-Line : 米国コヒレント社) を使用し、エネルギー照射条件を2.4joules, 25pulse/秒 (60W) にて腫大前立腺を以下のように切除した (図1)。

1) 中葉切除

中葉切除

膀胱頸部から精阜まで縦切開を加える (5時と7時)。

中葉切除

5時と7時の縦切開を精阜から膀胱頸部まで横切開で結んで中葉を切除する。

左側葉切除

5時から側壁に沿って3時付近まで切り上げた後1時より側壁に沿って切り下げる。

右側葉切除

7時から側壁に沿って9時付近まで切り上げた後11時より側壁に沿って切り下げる。

図1 HoLRPの方法

5時の位置で膀胱頸部から精阜まで縦切開を加える。この場合の深さは膀胱底を基準とする。次に7時の位置で同じように縦切開を加える。5時と7時の縦切開を結ぶ横切開を精阜から膀胱頸部まで加えてゆき中葉を切除する。切除された中葉は灌流液と共に膀胱内に流入する。もし中葉が大きい場合には、横切開を加えるときに小切片が膀胱内に浮遊するように分割する。

2) 左葉切除

中葉切除で加えた5時の切開線を左側壁に沿って上方へ3時付近まで切り上げてゆき、つぎに1時付近より側壁に沿って切り下げてゆく。これらの操作を繰り返す事により左葉は膀胱内に脱落するが、脱落組織は切除後に膀胱内から除去する必要があるので中葉の場合と同様に、切除片が適当な大きさになるように分割切除する。

3) 右葉切除

中葉切除の際の7時の切開線を右側壁に

沿って上方へ9時付近まで切り上げてゆく。つぎに11時付近より側壁に沿って切り下げてゆく。これらの操作は左葉の場合と全く同じである。

中葉、左葉、右葉の切除が完了したら、切除が不十分な部分を追加切除し、尿道前立腺部に有効な空洞を形成する。

4) 切片除去

膀胱内に浮遊している切片を切片除去用ループ (独ストルツ社) にて膀胱外へ除去する。大きな切除片はループで掴んで内視鏡と一緒に膀胱外へ出すことができる。小切片は切片除去用シリンジを使用し吸引除去し膀胱内に残存切片がないことを確認する。

5) カテーテル留置

切片除去が完了したら、もう一度切除部を観察し出血がないことを確認して18F Foley カテーテルを留置する。留置後、肉眼的血尿は殆どないのでTURPのときのように外尿道口部でカテーテルをガーゼで締め上げたり、

図2 CELAP術前, 術後1週目の尿道造影

表1 CELAP前後における自・他覚的所見

	術 前	術後1週	術後1ヶ月	術後3ヶ月	術後6ヶ月	術後12ヶ月	術後24ヶ月
N=	11	10	8	8	5	6	2
IPSS	20.5	15.5	9.3	3.5	5.0	5.2	6.0
MFR (ml/s)	6.9	11.9	13.9	16.9	15.5	16.5	10.7

錘でカテーテルを牽引することは一切しなかった。Foleyカテーテルは、肉眼的血尿がないことを確認して翌日に抜去した。カテーテル抜去後に尿閉を認めた場合には1-2回導尿して見て、さらに尿閉がある場合にはFoleyカテーテルを再留置し1-2日後に抜去した。

3. 評価方法

CELAPとHoLRPについて術後の自・他覚的症状の推移を検討し臨床成績を評価した。尿道前立腺部の空洞形成の程度を検討するため、術前と術後1週目に逆行性尿道造影を施行した。またHoLRP例と、HoLRP以前に施行した65例のTURPの間で、出血量や手術時間などの手術因子について比較した。た

だし、HoLRP例の出血量については20例の検討である。またカテーテル再留置例のカテーテル留置期間は全留置期間とした。

得られた結果の有意性の検定は、paired test, Dunnett型多重比較検定によった。

成 績

1. CELAPの成績

CELAPでは全く出血が認められなかった。本法の平均手術時間は86分で、平均使用エネルギーはNd:YAGレーザーで61,254ジュール、Ho:YAGレーザーで64,200ジュールであった。カテーテル留置期間は平均3.8日で、カテーテル再留置例は5例(45%)であった。本手術の術前・後の症状スコア

術前 (正面, 斜位)

術後1週 (正面, 斜位)

図3 HoLRP術前, 術後1週目の尿道造影

表3 HoLRP前後における自・他覚的所見

	術 前	術後1週	術後1ヶ月	術後3ヶ月	術後6ヶ月	術後12ヶ月	術後24ヶ月
N=	67	53	53	43	45	26	2
IPSS	21	10	7.5*	5.2*	5.1*	5.5*	6.0
QOL	4.8	2.2*	1.8*	1.5*	1.5*	1.5*	1
MFR(ml/s)	7.2	13.4*	15.4*	16.5*	15.7*	17.6*	15

*: $p < 0.0001$ (Dunnett's multiple comparisons)

表2 HoLRPとTURPの比較

	HoLRP	TURP
N=	67	65
使用エネルギー (joules)	113.864	...
手術時間 (分)	$83 \pm 33^{**}$	$53 \pm 28^{**}$
切除重量 (g)	$7 \pm 5.6^{**}$	$21 \pm 19^{**}$
術中出血量 (ml)	$18 \pm 24^*$	$338 \pm 346^*$
カテーテル留置期間(日)	$2.1 \pm 1.8^{**}$	$4.7 \pm 2.0^{**}$

*: $p = 0.0001$ **: $p < 0.0001$ (paired t test)

(IPSS), 最大尿流量率 (MFR) の推移を表1に示した。

術前 (正面像) と術後1週目の尿道造影を図2に示した。

2. HoLRPの成績

HoLRPでは5時と7時の切開線を側壁に沿って切り上げるとき, 前立腺尖部付近でときどき出血が認められた。また, これも時として動脈性の出血があったが, 殆どの出血は

レーザーファイバー先端を少し離して出血部位を照射すると止血できた。手術時間は83分でHo: YAGレーザーの平均使用エネルギーは113.864ジュールであった。平均切除重量は7g, 術中平均出血量は18mlで, カテーテル留置期間は平均2.1日であった。これらをTURP時と比較して表2に示した。

また, HoLRP前後の自他覚的症状の推移を表3に示した。術前と術後1週目の尿道造影を図3に示した。

3. HoLRPの合併症

Ho: YAGレーザーによる術中合併症は認められなかった。HoLRP術後の合併症としては, 尿道留置カテーテル抜去後に尿閉を訴え, 再留置を要した患者は67例中17例であった。この数は50例までは9例であったが, それ以後は増加した。

膀胱頸部硬化症2例, 尿道狭窄2例を経験

した。膀胱頸部硬化症の1例は再手術を施行した。他の1例と尿道狭窄の2例は一時的な尿道ブジー療法にて治癒した。

考 察

Ho : YAGレーザーを使用した経尿道的前立腺切除術としてCELAPとHoLRPの二つの方法を試みた。CELAPはまずNd : YAGレーザーにて前立腺部を凝固して、その上をHo : YAGレーザーで蒸散させ有効な空洞を形成させる方法である。Ho : YAGレーザーは凝固、蒸散能を有するとはいうものの、当初十分な凝固能があるか不安であったのでこの方法によった。Nd : YAGレーザーを使用したのが当然のごとく出血は全く認められなかったが、Ho : YAGレーザーによる蒸散過程に時間がかかった。この方法は蒸散のみでなく切除も伴うので組織片が切除部より完全に離れずふわふわと浮遊し、この組織片の処理に苦労した。とくに側射型ファイバーを使用した前立腺尖部付近の組織の切除は困難であったし、切除・蒸散後の組織表面はスムーズにならなかった。しかし、術後の自・他覚的症状の改善度は満足のものであった。とくに術後1週目よりある程度の改善が認められた。症例数が少ないので長期成績は評価不能であるが、約半数の症例で術後12ヶ月まで追跡でき、満足のものであった。結果的にCELAPは術後の症状の改善度は良かったが、前述したように術中操作の困難さと、尿道前立腺部にTURP後のような充分な空洞形成が得られなかったこと、さらにカテーテル抜去後の再留置例が多く、その結果平均カテーテル留置期間が長くなったので、この方法を断念しHoLRPに移行した。

HoLRPはCELAPと同様にGillingら^{7) 8)}が開発した方法で、直射型ファイバーを使用しHo : YAGレーザーのみにて腫大した前立腺を蒸散・切除し尿道前立腺部にTURPと同様な空洞を形成させる方法である。TURPとの違いは、腺腫の切除にHo : YAGレーザーを使用するの

で切除よりもむしろ蒸散が主体となり、しかもTURPの順行性切除ではなく逆行性切除となる。実際に切除すると当初心配された出血は少なく、また時として強い出血が認められてもHo : YAGレーザーにして止血が可能であった。総じてTURPの時に認められるような出血は皆無であった。

HoLRPとTURPを比較すると手術時間が長いことのみが短所であり、出血量はHoLRPの方が有意に少なく、カテーテル留置期間も有意に短かった。この出血量が少ない点は本法の最大の利点である。術中に出血が少ないことは、すなわち術後も通常のカテーテル留置のみで対処でき、術後の灌流やカテーテルの牽引などは一切必要なかった。術直後に希薄血尿があっても術後3-4時間にて肉眼的血尿は消失した。したがって、術翌日にはカテーテル抜去が可能であった。実際に術翌日にカテーテルを抜去したが、抜去後に尿閉を訴え再留置された例は50例までは9例(18%)と比較的少なかった。しかし、現在までの総計67例においては17例(25%)と増加した。この原因として、技術的な慣れによりTURP後と同様な状態にしようと前立腺尖部を操作する時間が長くなり、それがかえって術後の浮腫を招来する結果になったものと考えている。この結果をふまえ、最近では術後のカテーテル抜去は平均カテーテル留置期間の2日目に行っている。またカテーテル抜去後の再出血は認めていない。

切除量はHoLRPの方が7gと少なかったが、本法では蒸散量が3/4と多いので実際の切除量は28g前後となりTURPのときと同程度であった。

手術時間が長い原因として1. 逆行性切除であり、直射型ファイバーであるので技術的工夫が必要である、2. 腫大した腺腫を小切片にしながら切除するので時間がかかる、3. 膀胱内に浮遊した切除片を除去するための時間が必要、の3点が考えられた。原因の1については、術者の技術が向上すれば時間の短縮が可能と考えている。また2についてはレーザー出力が増えれば切除が容易

になるのでこれも時間の短縮が可能であろう。今回使用したレーザー発生装置は最大出力60Wであったが、現在80Wの出力装置にて時間短縮を検討中である。また3については、切除片が大きければ、切除時間は少なく済むが膀胱内に浮遊した切除片が大きくても容易に除去可能な経尿道的切片吸引破碎装置であるモアセレーターが開発中である。以上のように手術時間に関わる要因について改善すれば手術因子はすべてTURPよりも優位となり得る。さらにHoLRPでは灌流液として生理的食塩水を使用するので、TURP時にみられるような低Na血症は起こりようがない。またIPSSやMFRなどの改善は術後1週より認められ、術後12ヶ月まで持続した。まだ長期経過については言及できないものの、術後早期より自・他覚症状が改善するTURPと同様の成績であろうと考えるので、総じてHoLRPは手術時間が短縮されればTURPよりも優位な手術療法になり得ると思われる。

HoLRPの適応であるが、TURPと同様に内視鏡が届く程度の腺腫であれば可能である。しかし、腫大のしかたにより本法の難易度は大きく左右される。すなわち、本法では中葉肥大がある方が切除が簡単である。これは、中葉切除により灌流液がスムーズに膀胱内に流れるようになるからで、順行性切除であるTURPと相違するところである。よって、中葉肥大がない例においては、側葉切除から開始するので腫大が著明であるときには灌流液の流れが悪く、側葉の膀胱側より少しずつ切除しなければならず手術時間が長くなる。さらに腫大が強い時には粘膜組織の充血が著明であることが多く、少しの機械的刺激を加えても粘膜下よりの出血があり、灌流液の流れも悪いことより視野の確保が困難となるので時間が長引くばかりである。これらの事を考慮すれば、前立腺容積30-40ml程度までが比較的容易にHoLRPが施行できる大きさであろう。われわれの最大例は80mlであるが、適応上限として60mlと考えている。それ以上では腫大の仕方や粘膜の発赤状態などより判

断し、必要であれば、まずNd:YAGレーザーにて腫大前立腺を照射した後にHoLRPを施行するような工夫が必要であろう。しかし、技術上の工夫や機器類の開発により、この適応上限は拡大されるであろう。

結 論

Ho:YAGレーザーを使用した経尿道的前立腺切除術CELAPとHoLRPの術後成績は、症例数がいまだ少ないものの概ね良好であった。HoLRPの方がCELAPよりも前立腺部尿道の空洞が容易に形成された。HoLRPではTURPの短所がないので、手術時間の短縮と術中操作法を改良すればTURPよりも有用な手術法となる可能性を有している。

文 献

- 1) Matsuoka, K., Iida, S., Nakanami, M., Koga, H., et al.: Holmium: yttrium-aluminum-garnet laser for endoscopic lithotripsy. *Urology*, 45: 947-952, 1995.
- 2) Matsuoka, K., Iida, S., Tomiyasu, K., Shimada, A., et al.: Intracorporeal lithotripsy with the holmium: YAG laser. II. *endourology & pediatric urolithiasis*. Edit. Pak, C.Y.C, Resnick, M. I. and Preminger, G.M. *Urolithiasis*, Millet The Printer, Dallas, pp109-111, 1996
- 3) 松岡 啓, 飯田 如, 富安克郎, 島田明彦, 他: 泌尿器疾患に対するホルミウム・ヤグ (Ho:YAG) レーザーによる治療. 第17回日本レーザー医学会大会論文集. 41-44, 1996
- 4) 松岡 啓, 野田進士: 内視鏡による泌尿器科手術. 西日本泌尿器科. 60: 掲載予定
- 5) 松岡 啓, 野田進士: ホルミウムレーザーによる前立腺肥大症の治療. 前立腺レーザー治療研究会 (東海地区)編 前立腺レーザー治療の現況. pp39-43, メディカルドウ, 1997.
- 6) Matsuoka, K., Iida, S., Tomiyasu, K., Shimada, A., et al.: Visual laser ablation of the prostate using a holmium: YAG laser. *Jap. J. Endourol & ESWL*, 9: 140-143, 1996
- 7) Gilling, P. J. and Fraundorfer, M. R.: Holmium laser resection of the prostate versus Nd:YAG coagulation prostatectomy: a ran-

domised, prospective, urodynamic-based trial.
J. Urol., 155 : 318A, 1996

- 8) Gilling, P. J., Cass, C. B., Cresswell, M. D.
and Fraundorfer, M. R.: Holmium laser re-
section of the prostate: preliminary results of a
new method for the treatment of benign pro-
static hyperplasia. Urology, 47 : 48-51, 1996
- 9) Gilling, P. J., Cass, C. B., Malcolm, A. R.,
and Fraundorfer, M. R.: Combination holmium
and Nd : YAG laser ablation of the prostate :
Initial clinical experience. J. Endourol. 9 : 151-
153, 1995.