

ホルミウムレーザー前立腺核出術導入期の 合併症とその対策に関する検討

竹内 康晴¹, 関戸 哲利¹, 澤田 喜友¹, 橋本 鉦典¹
宮崎 紘一¹, 渡邊 蔵人¹, 渡邊昌太郎¹, 金野 紅¹
新津 靖雄¹, 遠藤 文康²

¹東邦大学大橋病院医療センター, ²聖路加国際病院泌尿器科

COMPLICATIONS AND PROPOSED PREVENTIVE MEASURE OF HOLMIUM LASER ENUCLEATION OF THE PROSTATE DURING THE INITIAL PHASE AT OUR HOSPITAL

Yasuharu TAKEUCHI¹, Noritoshi SEKIDO¹, Yoshitomo SAWADA¹, Hironori HASHIMOTO¹,
Kouichi MIYAZAKI¹, Kuroudo WATANABE¹, Shoutaro WATANABE¹, Kurenai KINNO¹,
Yasuo NIITSU¹ and Fumiyasu ENDO²

¹The Department of Urology, Toho University Ohashi Medical Center

²The Department of Urology, St Luke's International Hospital

Clinical charts of 95 patients who underwent holmium laser enucleation of the prostate (HoLEP) between May 2012 and January 2016 were reviewed for complications and their causative factors, as well as treatment outcomes. Of 23 intraoperative complications and 3 cases of prolonged post prostatectomy incontinence, 23 incidents (89%) occurred within the initial 20 cases performed by each surgeon. The details of the intraoperative complications were: bladder injury, 6 (6.3%); perforation at 6 o'clock beneath the bladder neck, 2 (2.1%); capsular perforation, 4 (4.2%); and equipment failure, 9 (9.5%). Bladder injury and capsular perforation resulted from poor hemostasis, while perforation beneath the bladder neck resulted from forceful retrograde dissection under disorientation. Excessive tension in the external sphincter during retrograde dissection, but not antegrade, could lead to prolonged incontinence. HoLEP improved bladder outlet obstruction subjectively and objectively. During the initial phase of HoLEP, adequate hemostasis and meticulous plane dissection at the bladder neck and antegrade dissection at the apical portions are of paramount importance to prevent significant surgical complications.

(Hinyokika Kyo 64 : 207-212, 2018 DOI: 10.14989/ActaUrolJap_64_5_207)

Key words : Benign prostatic hyperplasia, HoLEP, Complication

緒 言

ホルミウムレーザー前立腺核出術 (holmium laser enucleation of the prostate: HoLEP) は1998年に Gillingら¹⁾によって提唱された前立腺肥大症 (benign prostatic hyperplasia, BPH) に対する術式である。本邦の、男性下部尿路症状・前立腺肥大症診療ガイドライン²⁾では推奨グレードAの術式であり、治療効果に関しては、国際前立腺症状スコア (international prostate symptom score, IPSS), 生活の質 (quality of life, IPSS-QOL), 最大尿流量において経尿道的前立腺切除術 (transurethral resection of the prostate, TURP) と同等であることが示されている³⁻⁶⁾。合併症としては、被膜穿孔, 膀胱損傷, 術後一過性尿失禁などの他, 難治性尿失禁が0.5~2.4%に生じるとする報告もある⁷⁾。TURP同様, HoLEPにも20~50例程度でプラトーに達するラーニングカーブが存在することが示されてお

り⁸⁾。導入期には合併症の発生に十分に注意するとともに, 発生した合併症に対する適切なマネジメントを行う必要がある。しかし, 導入期の合併症に関するまとまった報告は少ない。そこで, 今回われわれは, HoLEP導入後の95例で経験した合併症とHoLEPの効果について検討した。

対象と方法

2012年5月から2016年1月までの間に東邦大学医療センター大橋病院にてHoLEPを施行された95例を対象とした。術中ならびに術後合併症について, 診療録と術中映像記録を後方視的に検討し, 2012年5月から2015年8月までに施行された初期40例 (2名の術者それぞれの初期20例) と2013年8月から2016年1月までに施行された55例 (2名の術者それぞれの21例目以降) に分けて比較検討を行った。術後合併症の重症度は, Clavien分類のグレードに準拠して分類した。治

療効果については、手術前後の IPSS スコア、過活動膀胱症状スコア (overactive bladder symptom score, OABSS), IPSS-QoL スコア, 最大尿流量, 残尿量, PSA の推移を、最終評価時点のデータを用いて検討した。

HoLEP の導入に際しては、他施設プロクターの手術見学のあと最初の 2 例をプロクターによる直接指導のもとに施行し、その後は TURP の実施歴が 10 年以上ある泌尿器科指導医 2 名で施行した。ただし、後半の 35 症例においては、手術の一部を、指導医取得前の専門医あるいは後期研修中の泌尿器科医にその技量に応じて一定時間 (45~60 分) 担当させた。HoLEP の術式は原則的に遠藤ら⁹⁾が報告した尖部順行性核出法による three lobe technique で施行した。内視鏡は当初 26 Fr 持続灌流式切除鏡 (KARL STORTZ 社製) を使用したが、2014 年 12 月より患者侵襲の軽減のため、24.5 Fr の Wolf 社製のものに変更した。レーザー発生装置は Lumenis 社製 VersaPulse Select を使用し、出力は 2.0 J × 40 Hz (80 W) で実施した。レーザーファイバーは Slim Line 550 μm (LUMENIS 社製) を用いた。モルセレーションには Lumenis 社製 Versa Cut System を使用し、内視鏡は当初 Karl Storz 社製硬性腎盂鏡を使用した。2014 年 12 月より Wolf 社製硬性腎盂鏡に変更した。

なお、当院では、HoLEP の術者には手術映像記録を手術後 24 時間以内に確認することを義務付けており、合併症を認めた症例に対しては、月 1 回実施している手術手技検討会で手技を供覧して問題となった手技を確認のうえ対策を検討した。

PSA に関しては、術前 4 ng/ml 以上の症例に関しては全例 MRI 検査を施行し、画像上悪性所見が疑われた場合は前立腺生検を施行した。

データは平均 ±SD で表記し、連続変数については paired t-test あるいは unpaired t-test、カテゴリー変数

Table 1. Baseline patient characteristics (mean ± SD)

項目	結果
年齢, 歳	70.1 ± 6.8
推定前立腺体積, ml	67.9 ± 24.6
術前 PSA, ng/ml	6.3 ± 4.8
IPSS	18.2 ± 7.8
IPSS-QOL	4.7 ± 1.1
OABSS (質問 3 ≥ 2 点, n=23)	7.6 ± 2.4
最大尿流量, ml/s (排尿量 150 ml 以上, n=29)	8.9 ± 3.2
残尿量, ml	83.8 ± 57.9
経過観察期間, 月	15 ± 10.1
心血管疾患併存率*, % (n=21)	22

* 抗血栓療法の調整を要した症例。

についてはカイ二乗検定を用いて検討を行い (JMP ver 10), P<0.05 を統計学的に有意とした。

結 果

患者背景を Table 1 に示した。併存疾患としては、抗血栓療法の調整を要する心血管系疾患の合併が 21 例 (22%) に認められた。抗凝固薬もしくは抗血小板薬の休薬、ヘパリン置換については、当院循環器内科に相談し、個々の症例ごとにその中止期間や再開時期を確認した。BPH に対する術前内服薬としては、α1 遮断薬が 85 例 (90%), デュタステリドが 17 例 (18%), 抗コリン薬が 3 例 (3%, 全例 α1 遮断薬との併用) であった。HoLEP 時に膀胱結石の破砕が 10 例 (11%) で施行された。HoLEP 後の病理結果では前立腺癌が 11 例 (12%) において認められ (pT1a 10 例, pT1b 1 例), 全例監視療法が選択されたが、最終経過観察時点で治療介入が必要となった症例はなかった。

2 名の術者の 1~20 例目までの 40 例と 21 例目以降の 55 例における周術期指標と術中・術後合併症を Table 2~4 に示した。後半 35 例で教育目的のために指導医

Table 2. Perioperative index up to case 40 and case 41 or later (mean ± SD)

項目	40 例目まで (20 例目まで/ 術者)	41 例目以降 (21 例目以降/ 術者)	p
手術時間, 分	164 ± 61.5	130.6 ± 44.1	0.012*
核出重量, g	39.4 ± 22.3	39.2 ± 17.8	0.4831*
Hb 低下 (術後 1 日), g/dl	1.2 ± 0.9	1.1 ± 0.9	0.411*
尿道カテーテル留置期間, 日	4.1 ± 2.3	3.2 ± 1.6	0.0084*
退院までの期間 (術後から), 日	8.5 ± 3.7	5 ± 1.8	<0.0001*
術中合併症	20	3	<0.0001**

* unpaired test, ** χ^2 test.

* t 検定, ** カイ二乗検定。

Table 3. Operative complication up to case 40 and case 41 or later cases

術中合併症	40 例目まで (20 例目まで/ 術者)	41 例目以降 (21 例目以降/ 術者)
経尿道的前立腺切除術への移行	2	0
膀胱損傷のため開腹核出術へ移行	2	0
膀胱頸部 6 時直下の穿孔	2	0
被膜穿孔	4	0
モルセレーターによる膀胱粘膜損傷	4	0
モルセレーター不調による手術時間延長	5	3
モルセレーター故障による開腹腺腫摘除	1	0

Table 4. Postoperative complications up to case 40 and case 41 or later cases

Clavien 分類	項目	40例目まで (20例目まで/ 術者)	41例目以降 (21例目以降/ 術者)
I	一過性尿閉	1	2
	尿道狭窄	0	3
II	有熱性尿路感染症	0	1
	輸血を要する後出血	2	2
	6カ月以上持続する尿失禁	3	0
IIIa	経尿道的緊急止血術	1	0

取得前の専門医や後期研修医が手術の一部を担当したにも関わらず、手術時間は、40例目までと41例目以降とを比較すると約42分短縮していた ($p=0.012$).

術中合併症は23件生じたが、そのうち20件 (87%) が初期40例で生じていた ($p<0.0001$, Table 3). オリエンテーション不足で腺腫に切り込んでしまった結果、HoLEP 継続が困難と判断した2例で TURP への移行を要したが、TURP 移行後は問題なく切除が完遂された。開腹核出および止血術への移行を要した2症例の原因は、いずれもオリエンテーション不足にあり、レーザーによる筋層に至る膀胱損傷を生じ、動脈性出血部位の同定が困難で開腹移行が安全と判断した。この2例の前立腺体積は 84, 122 ml と比較的大きく同一術者の13ならびに20症例目であった。手術ビデオを検討したところ、前者の症例は、腺腫と外科的被膜の境界が癒着のために不明瞭な症例であった。オリエンテーションが不十分なまま何とか片側の腺腫を核出しえたものの、対側の腺腫核出時に膀胱頸部6時でオリエンテーションがつかなくなり尿管口近傍まで膀胱筋層がレーザーで切開され、出血のコントロールが困難と判断し開腹移行となった。後者の症例は、核出中の出血が多かった症例であり、前立腺は核出しえたもののモルセレーション時に視野が得られなくなり開腹移行となった。開腹時には膀胱内の大量の凝血塊と膀胱後壁の深筋層に至るレーザーによる鋭的な裂傷を認め、同部よりの動脈性出血が確認された。膀胱頸部6時直下を大きく穿孔した2症例の前立腺体積は 78, 82 ml で同一術者12ならびに15例目であった。膀胱頸部背側で手前から膀胱方向へ鈍的剥離操作を繰り返したため、輪状筋の直下で被膜が大きく裂ける形の損傷を来していた。2例中1例では透視下でのカテーテル挿入を要した。頸部以外の被膜穿孔 ($n=4$) は、膀胱頸部近傍10~11時もしくは1~2時で生じていたが、剥離面の修正により HoLEP 完遂が可能で開腹ドレナージが必要であった症例はなかった。モルセレーターならびにレーザー発生装置には、3年で11回

の修理を必要とする不具合が生じた。モルセレーターについては、2012年10月からの3回にわたる不具合 (フットスイッチ断線, バキューム圧低下, バキューム速度低下) に対する修理後、2013年11月に Versa Cut System の全交換を行った。その後は2014年3月にピストン運動不良による部品交換を行ったことを除いては問題を生じていない。一方、レーザー発生装置は2013年1月以降、6回の不具合 (電源が入らない2回, キースイッチ不良2回など) が認められた。開腹移行した1例は、モルセレーターによる吸引圧が弱く、考えうる限りの処置を実施したが改善が得られず、家族と相談の上で開腹手術となった。

術後合併症を Table 4 に示した。術後尿道狭窄は3例で認められ、外尿道口狭窄が2例、前部尿道狭窄が1例であった。前部尿道狭窄症例は、尿道狭窄に対する頻回の治療歴を有する症例であり HoLEP 後6カ月に口腔粘膜を使用した尿道形成術が施行された。尿失禁については、術後半年以上持続する症例は同一術者3, 6, 7例目において認められ、術後9カ月で改善1例、14カ月時点で持続2例であった。手術ビデオ上、いずれもオリエンテーションを失ったために尖部における剥離が順行性 (膀胱頸部から尖部方向) ではなく逆行性 (尖部方向から膀胱頸部方向) となってしまう、尿道括約筋が膀胱方向に過伸展されていると考えられる所見が認められた。後出血は5例に認められ、1例で経尿道的止血術を要した。

治療効果 (Table 5) においては、IPSS, OABSS, IPSS-QOL, 最大尿流量, 残尿量は術後に有意な改善を認めた。なお、PSA も術前 6.9 ± 5.0 ng/ml から術後 1.4 ± 1.3 ng/ml ($p<0.0001$) と有意に低下した。また、手術時に尿閉であった16例 (17%) は全例自排尿可能となり、術後の最大尿流量は 23.2 ± 13.6 ml/秒, 残尿量は 26.5 ± 4.8 ml であった。

考 察

今回、われわれは術者2名によるHoLEP手術導入期の合併症についての検討を行った。導入期においてはモルセレーター関連の合併症以外では、膀胱損傷、

Table 5. Treatment results

項目	n	手術前	手術後	p*
IPSS	45	18.5 \pm 8.2	5.4 \pm 3.7	0.0008
IPSS-QOL	45	4.6 \pm 1.2	1.7 \pm 1.3	<0.0001
OABSS **	19	7.4 \pm 2.5	3.5 \pm 2.1	<0.0001
最大尿流量, ml/s ***	14	9.6 \pm 3.0	27.9 \pm 14.7	0.0008
残尿量, ml ***	14	68.5 \pm 59.1	31.4 \pm 21.3	0.0238

* paired test.

** 対応のある t 検定, ** 術前 Q₃ \geq 2 以上の症例, *** 術前後で排尿量 \geq 150 ml 以上の症例.

被膜穿孔が多く、これらの合併症に共通する要因としては、出血のコントロールが不良であることに起因するオリエンテーション不足が挙げられた。

HoLEP 導入期における合併症を詳細に検討した報告は少ない。われわれの検討では、術中合併症の発生時期は同一術者の初期20例までに集中していた。この結果は、初期のラーニングカーブが20~50例前後⁸⁾とされていることと一致していると考えられた。以下主たる合併症に関して考察を行った。

膀胱損傷

レーザーによる膀胱損傷に関する報告は、調べた限りでは認められなかった。自験例の原因では、出血により視野不良のために膀胱粘膜に接触させた状況に気付かず、膀胱筋層までレーザーで切開してしまったことにあると考えられた。膀胱筋層からの比較的太い動脈からの出血はレーザーでは止血が困難となること予想され、腺腫核出時のオリエンテーションの維持と確実な止血操作の重要性を再認識させられる結果であった。また、Lumenis 社製 Versa Pulse Select の 100 W までのホルミウムレーザー発生装置におけるパルス幅は可変式ではなく、動脈性出血に対して止血を試みる場合、衝撃波による作用が強い一方、熱効果が弱いという弱点がある。つまり、凝固層が形成されても、継続して高出力のエネルギーの出力を試みると凝固層が破壊されてしまい止血が困難なことがある。このため、レーザーによる止血に関しては万全ではないことを念頭に、止血困難な場合には躊躇せず、TURP に用いるループ電極での止血を検討すべきである。

モルセレーターによる膀胱損傷は HoLEP の合併症として特徴的なものであり0.5~18.2%認められ、膀胱穿孔は0.5%とされる⁷⁾。自験例でも初期40例中4例(10%)においてモルセレーターが原因で膀胱粘膜までの損傷を生じていた。モルセレーションを行う前に十分な止血を行い膀胱内の視野を確保しておくことと、膀胱を十分充満させ膀胱粘膜との距離を保ちモルセレーターとの接触を避けるようにすることが重要である⁷⁾。また、手術室スタッフへ灌流液がなくならないように留意するよう指導することも、モルセレーターによる吸引碎屑を安全かつ円滑に行うためには重要である。

被膜穿孔

被膜穿孔は、単一施設の100例以上をまとめた後ろ向き研究によれば、0.3~1.9%の発生率とされる¹⁰⁻¹⁴⁾。被膜穿孔の原因としては、腺腫が小さい場合あるいは前立腺の線維化が強い場合などに、腺腫と被膜との間の剥離面が明確でないことが挙げられる¹⁵⁾。自験例で被膜穿孔を生じた4例の核出重量は20~61 g (中央値 33 g) と極端に小さな腺腫ではなかった。4例の穿孔部位は、頸部近傍の10~11、1~

2時であった。TURP における穿孔は頸部6、4および8時が多いと指摘されるが¹⁶⁾、HoLEPにおける被膜穿孔の好発部位に関する報告は調べた限りではなかった。頸部近傍の10~11、1~2時に穿孔が集中した原因として、1) 線維性の組織束 (anterior fibromuscular stroma: AFS) の厚さに個人差が大きいこと¹⁷⁾、2) 腺腫と被膜の剥離面へ到達するまでのメルクマールが乏しいこと、3) 動脈性出血に対して、レーザーを被膜面に対して鋭角に照射して止血を行っていたこと、などが挙げられる。1)、2)の結果、剥離面への到達が容易な4~5もしくは6~7時方向と比べ、剥離層がやや深くなり易い可能性がある。3)に関して、設楽ら¹⁸⁾は、被膜剥離面に対して90度近い角度をつけて接着させた状態で80 W 以上の高出力エネルギーを3秒以上照射するべきではないとしている。被膜近傍の出血に対しては、出血点をよく確認した上で被膜に対して接線方向にレーザーを照射することにより、高出力でも深達度を浅くかつ、凝固層を広く形成し、穿孔を生じることなく止血することが可能である¹⁸⁾。さらに、レーザー出力を20 W ほどの低出力に変更して出血点に近接させ十分に止血する方法も被膜面からの出血に関しては安全性が高いと考えられる。

膀胱頸部直下の穿孔

膀胱頸部直下の穿孔は0.5%で生じるとされる¹⁴⁾。その原因としては、膀胱鏡の挿入時の穿孔が挙げられているが¹⁴⁾、これは中葉の直下で内視鏡が貫通するというものであり、今回の検討での穿孔はこれとは異なる機序によるものである。自験例での膀胱頸部6時方向での損傷の原因としては、オリエンテーションを失った状況下での膀胱方向への強引かつ複数回の鈍的剥離が考えられた。この状況を回避するために、岩本らが膀胱頸部12時において輪状被膜線維といった解剖学的なメルクマールを設定し、しっかり認識するようにしたことによりオリエンテーションを保ったように¹⁹⁾、われわれも、頸部6時で輪状筋を目印として頸部沿いに水平方向に愛護的な剥離を進め膀胱頸部を可及的に温存することが重要と考え、そのような剥離方法に変更して以降はこの合併症は認められなくなった。また、HoLEP における術後膀胱頸部硬化症は1.2%と報告されているが²⁰⁾、われわれの検討では認められなかった。この点に、膀胱頸部を可及的に温存することが寄与しているかに関しては今後の検討課題である。

尿失禁

一過性尿失禁は HoLEP 施行例の10.7~16.6%で生じ80%の症例では3カ月以内に改善が認められると報告されている^{7,21)}。単一施設で後方視的に検討された391例の HoLEP 症例の報告において、失禁形態は、排尿後尿滴下8.4%、切迫性失禁7.4%、腹圧性失禁は

4.1%であった。術後尿失禁は、術前 IPSS スコアや OABSS スコアとの関連性はなく、年齢と総手術時間との間に有意な関連が認められた²⁰⁾。自験例では3例において遷延性の腹圧性尿失禁が認められ、その平均年齢は76歳と高く、総手術時間も185分と長い傾向にあった。尿失禁の要因としてはオリエンテーションを失ってしまい尖部での操作が逆行性の剥離になってしまったことによる括約筋の過伸展が一因と考えられた。遠藤らの報告では、順行性剥離を採用することにより尿失禁は25.2%から2.7%へと改善し⁹⁾、青木らの報告でも順行性と逆行性剥離において術後3カ月での尿失禁の割合がそれぞれ3.15%と順行性剥離で有意に低率であった²²⁾。順行性剥離では括約筋の過伸展が回避され、再現性をもって尖部で帯状になった粘膜の同定、切離が可能であり、尿失禁の率が低くなると考えられる。また括約筋近傍ではレーザーを低出力にすることにより熱ダメージの減弱を図ることも可能である。われわれの検討では、当初オリエンテーションを保てず尖部での逆行性操作が散見されたものの、尖部における順行性剥離を徹底し、同部においてはレーザー出力を80Wから20Wほどへ変更し愛護的な器械操作をする事により41例目以降では6カ月以上持続する尿失禁は認められなくなった。

器械の不具合

モルセレーターの不具合に関しては、調べた限りでは記載のあった報告は2編と少なく HoLEP 施行例の1.9~3.7%で認められるとされ^{11,14)}、その原因として、碎切する刃の故障が報告されている。われわれの検討では、モルセレーター関連器械だけでなく、レーザー発生装置にも9件(9.5%)の問題を認めた。機器別のトラブル割合は、ホルミウムレーザー発生装置本体が30%、フットスイッチのトラブルが30%、スリムラインの消耗性損傷が40%を占めていたとの報告があるが²³⁾、レーザー発生装置本体とフットスイッチの不具合は、特発的な現象が多く使用前の点検では発見が難しいとされる²³⁾。このため、HoLEPの実施に際しては、特発的な機器の不具合が一定の割合で生じることを念頭に、術中レーザー発生装置本体もしくはモルセレーターの不具合へのバックアップ体制として、TURPが実施可能な態勢をとっておく必要がある。自験例ではモルセレーターの不具合による腺腫の碎切が困難で開腹手術へ移行した症例が1例認められた。器械の不具合によりレーザーを用いた手術の続行が困難であるときは、腺腫が核出される前であれば、後日TURPを施行したり、核出された組織がかたく細切が困難で、手術時間の大幅な延長が見込まれる場合は、後日、腺腫の弾性が脆弱化してからモルセレーターを施行することも可能である²⁴⁾。さらに、自験例からは、モルセレーター機器の作動状況を術中に正

しく把握すること、バックアップ器械のセッティングをふくめた手術室スタッフの教育を行うことも大切であると考えられた。また、今回の検討においては重篤な合併症が導入期に認められたことは反省点として挙げられ、単一施設においてパイオニアとしてHoLEPを導入するにはプロクターによる複数回の指導が必要である可能性が示唆された。

HoLEPの治療効果に関しては、TURPとのランダム化比較試験群において²⁵⁾、IPSSの変化はそれぞれ、-17.5~-19.9 vs -13.4~-17.7、最大尿流量の変化は+13.8~20.2 ml/秒 vs +9.5~21.8 ml/秒と、TURPに比べて遜色のない効果が示されている。われわれの検討でも、IPSSの変化は-13.1、最大尿流量の変化は+18.3 ml/秒と有意な改善が認められ、HoLEPは膀胱出口部閉塞の解除に有効な手術法であった。

結 論

HoLEPの導入期には、安全性の観点から、1) 機器の作動状況に常に留意すること、2) 止血を十分に行い良好な視野の下で核出とモルセレーションを実施すること、3) レーザーの照射角度や出力などの止血に対する技術的事項を遵守し、止血困難な場合にはTURによる止血に切り替えること、4) 膀胱頸部では頸部の輪状筋に沿った剥離を心がけること、5) 尖部においては順行性剥離を徹底すること、6) オリエンテーションを失いやすい大きなBPH症例は回避すること、などが重要であると考えられた。

本論文の主旨は第29回日本泌尿器内視鏡学会総会で発表した。

利益相反自己申告

申告すべきものなし

文 献

- 1) Gilling PJ, Kennett K, Das AK, et al.: Holmium laser enucleation of the prostate (HOLEP) combined with transurethral tissue morcellation: an update on the early clinical experience. *J Endourol* **12**: 457-459, 1998
- 2) 男性下部尿路症状・前立腺肥大症診療ガイドライン. 日本泌尿器科学会編集 RichHill Medical, 2017
- 3) Kuntz RM, Ahyai S, Lehrich K, et al.: Transurethral holmium laser enucleation of the prostate versus transurethral electrocautery resection of the prostate: a randomized prospective trial in 200 patients. *J Urol* **172**: 1012-1016, 2004
- 4) Gilling PJ, Wilson LC, King CJ, et al.: Long-term results of a randomized trial comparing holmium laser

- enucleation of the prostate and transurethral resection of the prostate : results at 7 years. *BJU Int* **109** : 408-411, 2011
- 5) Montorsi F, Naspro R, Salonia A, et al. : Holmium laser enucleation versus transurethral resection of the prostate : results from a 2-center, prospective, randomized trial in patients with obstructive benign prostatic hyperplasia. *J Urol* **172** : 1926-1929, 2004
 - 6) Gupta N, Sivaramakroshna, Kumar R, et al. : Comparison of standard transurethral resection, transurethral vapour resection and holmium laser enucleation of the prostate for managing benign prostatic hyperplasia of >40 g. *BJU Int* **97** : 85-89, 2006
 - 7) Shah HN, Mahajan AP, Hegde SS, et al. : Peri-operative complication of holmium laser enucleation of the prostate : experience in the first 280 patients, and a review of literature. *BJU Int* **100** : 94-101, 2007
 - 8) Brunckhorst O, Ahmed K, Nehikhare O, et al. : Evaluation of the learning curve for holmium laser enucleation of the prostate using multiple outcome measures. *Urology* **86** : 824-829, 2015
 - 9) Endo F, Shiga Y, Minagawa S, et al. : Anteroposterior dissection HoLEP : a modification to prevent transient stress urinary incontinence. *Urology* **76** : 1451-1455, 2010
 - 10) Elzayat EA, Habib EI and Elhilali MM : Holmium laser enucleation of the prostate : a size-independent new 'gold standard' . *Urology* **66** : 108-113, 2005
 - 11) Kuo RL, Kim SC, Lingeman JE, et al. : Holmium laser enucleation of prostate (HoLEP) : the Methodist Hospital experience with greater than 75 gram enucleation. *J Urol* **170** : 149-152, 2003
 - 12) Vavassori I, Hurle R, Vismara A, et al. : Holmium laser enucleation of the prostate combined with mechanical morcellation : two years of experience with 196 patients. *J Endourol* **18** : 109-112, 2004
 - 13) Hurle R, Vavassori I, Piccinelli A, et al. : Holmium laser enucleation of the prostate combined with mechanical morcellation in 155 patients with benign prostatic hyperplasia. *Urology* **60** : 449-453, 2002
 - 14) Kuo RL, Paterson RF, Siqueria TM Jr, et al. : Holmium laser enucleation of the prostate : morbidity in a series of 206 patients. *Urology* **62** : 59-63, 2003
 - 15) Aho TF, Gilling PJ, Kennett KM, et al. : Holmium laser bladder neck incision versus holmium enucleation of the prostate as outpatient procedures for prostates less than 40 grams : a randomized trial. *J Urol* **174** : 210-214, 2005
 - 16) 清河英雄, 中山 剛 : 従来の経尿道的前立腺切除用装置を用いた前立腺剥離術の検討. *泌尿器外科* **24** : 277-281, 2011
 - 17) Walz J, Burnett AL, Costello AJ, et al. : A critical analysis of the current knowledge of surgical anatomy related to optimization of cancer control and preservation of continence and erection in candidates for radical prostatectomy. *Eur Urol* **57** : 179-192, 2010
 - 18) 設楽敏也, 杉田佳子, 久保星一, ほか : 前立腺肥大症手術のコツとトラブルシューティング (3, HoLEP (ホルミウムレーザーによる前立腺核出術) のコツとトラブルシューティング. *Prostate Journal* **2** : 261-267, 2015
 - 19) 岩本秀安, 小林隆彦, 賀本敏行, ほか : HoLEP (Holmium Laser Enucleation of the Prostate) による「前立腺側葉12時の剥離」を標準化するための一考察. *Jpn J Endourol* **24** : 340-345, 2011
 - 20) Ahyai SA, Gilling P, Kaplan SA, et al. : Meta-analysis of functional outcome and complications following transurethral procedures for lower urinary tract symptoms resulting from benign prostatic enlargement. *Eur Urol* **58** : 384-397, 2010
 - 21) Nam JK, Kim HW, Lee DH, et al. : Risk factors for transient urinary incontinence after holmium laser enucleation of the prostate. *World J Mens Health* **33** : 88-94, 2015
 - 22) 青木恵之, 瀧 知弘, 飛梅 基, ほか : HoLEP (holmium laser enucleation of the prostate) の核出方法における臨床的検討 : 逆行性核出と順行性核出の比較. *Jpn J Endourol* **25** : 351-355, 2012
 - 23) 中村有志 : ホルミウムレーザー装置のトラブル対応と管理を集計して. *日臨工技士会誌* **57** : 295, 2016
 - 24) Elzayat EA and Elhilali MM : Holmium laser enucleation of the prostate (HoLEP) : the endourologic alternative to open prostatectomy. *Eur Urol* **49** : 87-91, 2006
 - 25) Michalak J, Tzou D and Funk J : HoLEP : the gold standard for the surgical management of BPH in the 21st Century. *Am J Clin Exp Urol* **3** : 36-42, 2015

(Received on September 25, 2017)
(Accepted on December 28, 2017)