原著

ORIGINAL ARTICLE

ホルミウムレーザー前立腺核出術；使用エネルギー量からの検討

設楽 敏也¹, 石川 隆太¹, 若田部 陽司¹, 久保 星一¹,
平山 貴博², 藤田 哲夫², 岩村 正嗣², 馬場 志郎²

¹ 渕野辺総合病院 泌尿器科

² 北里大学病院 泌尿器科

(平成 22 年 12 月 16 日受理, 平成 23 年 6 月 4 日掲載決定)

Holmium Laser Enucleation of Prostate ; The Analysis from Total Energy used

Toshiya Shitara¹, Ryuta Ishikawa¹, Youji Wakatabe¹, Seiichi Kubo¹,
Takahiro Hirayama², Tetsuo Fujita², Masatsugu Iwamura², Shiro Baba²

¹Department of Urology Fuchinobe general hospital

²Department of Urology Kitazato University of Medicine

(Received December 16, 2010, Accepted June 4, 2011)

要 旨

ホルミウム・ヤグレーザー前立腺核出術 (HoLEP) は前立腺肥大症 (BPH) による排尿障害に対し安全で有効な手段として認知されている。症例毎に使用エネルギー量を計測することが出来るが HoLEP においてエネルギーを検討した報告は認めていない。我々は 2010 年 1 月から 5 月までに単独の泌尿器科医が施行した HoLEP 症例 55 例を見返し、核出時間 (min)、核出重量 (g) 使用エネルギー量 (kJ) につき検討した。時間当たりの核出重量は症例毎にばらつきがあり、核出重量当たりのエネルギー量が多いほど核出時間が長くなった。核出時間あたりのエネルギー量は症例によらず安定していることが分かった。また核出重量が 30g 以下の症例では核出重量が少ないほど重量当たりのエネルギー量は増加し核出効率は悪くなると考えられた。

キーワード：前立腺肥大症，ホルミウム・ヤグレーザー前立腺核出術，核出，使用エネルギー量

Abstract

Holmium laser enucleation of the prostate (HoLEP) allows a safe and effective treatment for bladder outlet obstruction due to benign prostatic hyperplasia (BPH). Although total energy dissipated for each procedure can be recorded, there is no published data evaluating for total energy used consumption. We retrospectively reviewed data from 55 consecutive patients treated by HoLEP which were performed by a single Urologist from January 2010 to May 2010.

We focused on following items; enucleation time(min), enucleated volume(g), total energy used output on HoLEP(kJ). Correlation between the enucleation volume/ enucleation time (g/min) cannot be found, however, procedure time gets longer as energy dissipation per enucleated gram become larger. We found out that the total energy used/ enucleation time (kJ/min) was stable regardless of the case. In addition to that, the data revealed that for BPH volume less than 30g, energy dissipated per gram enucleated increased greatly. This result indicates that enucleation efficiency of smaller glands is lower than that of larger glands.

Key word : benign prostatic hyperplasia (BPH), holmium laser enucleation of prostate (HoLEP), enucleation, total energy used

1. 緒言

ホルミウム・ヤグレーザー (Ho:YAG レーザー) による前立腺核出術 (HoLEP) は 1998 年 Gilling らにより報告され¹⁾, 現在ではその有効性及安全性が評価され前立腺の大きさに関係なく治療できる前立腺肥大症の新たな標準術式とも言われている²⁾. HoLEP は肥大結節を剥がし取り膀胱内へ送り込む核出術と核出した組織を体外へ取り出す細切吸引 (モーセレーション) の 2 つの工程からなる. モーセレーションは専用の器械 (モーセレーター) を用い組織を吸引し細切, これを還流液とともに体外へ排出する手技である. モーセレーションでは習熟者と習熟過程の術者で差がないため³⁾ HoLEP における習熟とは核出術についてであるといってもよい. 核出術の基本は内視鏡を使用した剥離術でありレーザー照射とともに内視鏡操作が重要である. 内視鏡操作が出来なければレーザー照射になれていても手術は進まず, 逆に内視鏡操作が出来てもレーザー照射に慣れていなければ安全な手術にならない. 習熟には両者のバランスが重要であるがその客観的な評価は難しい. 従来 HoLEP の習熟についての評価は手術時間, 時間当たりの核出重量で行われてきた^{4,5)}. しかし実際には使用したエネルギー量は表示されているのでエネルギー量も評価の指標として使用できる可能性がある. これまで使用エネルギー量を示した論文は認められるがあまり解析されていないのが実情である^{4,6)}.

使用エネルギー量と核出時間, 核出重量との関係については興味のあるところであると考えている.

2. 目的

習熟した単一術者による同一手技での HoLEP 55 症例につき手術時間のうちレーザーを使用する核出時間, 核出重量, 使用エネルギー量を用い HoLEP におけるエネルギー量と核出時間, 核出重量との関係について検討することを目的とした.

3. 対象と方法

対象症例: 当時経験症例数約 600 例の術者が同一の術式で施行した 2010 年 1 月 5 日から 2010 年 5 月 18 日までの症例で, 核出重量 10 g 未満の 1 例を除外した 55 例を対象とした.

手術手技: 手術機器は, 26Fr 持続還流式切除鏡 (Karl Storz 社製または Olympus 社製), 30° 光学視管, 550 μ m レーザーファイバー (Slimline™, Lumenis 社製) を用い, ホルミウム・ヤグレーザー発生装置 (VersaPulse® Select™, Lumenis 社製) の設定はパルス幅 250 μ sec で, 設定は 2.6 J $\times$ 30 Hz の 78 W とした. 手術行程は最初に中葉を核出し, その後左右側葉を核出する Three-lobe technique に準じて行い (Fig1)⁷⁾, モーセレーションは hand-piece 反転法にて行った³⁾. 使用エネルギー量はレーザー発生装置に表示される数値とし手術開始から手術終了時までの総エネルギー量とした.

検討方法: 患者背景として年齢, 経直腸的超音波検査による前立腺推定体積 (ml) について, 手術成績として総手術時間 (分), 核出時間 (分), 細切吸引時間 (分), 核出重量 (g),

Fig.1(a) endoscopic view : prostatic urethra, pre op.
(b) endoscopic view : prostatic urethra, rt. lobe enucleation
(c) endoscopic view : prostatic urethra, post op.

使用エネルギー量 (kJ), 手術前後のヘモグロビン減少量 (術前 - 翌日) (g/dl), 術後のカテーテル留置期間 (日), 手術に伴う合併症の頻度について, 治療効果の判定として手術前および術後 1 カ月目の国際前立腺症状スコア (International Prostate Symptom Score: IPSS), Quality of life (QOL) index, 最大尿流量率 (Qmax) について検討した. 核出術の検討として腺腫の核出時間 (min), 核出重量 (g), 使用エネルギー量 (kJ) を使用し, 一般的な切除効率を表す時間当たりの核出重量 (g/min) に加え, エネルギーの関与する核出時間当たりのエネルギー量 (kJ/min), 核出重量当たりのエネルギー量 (kJ/g) について検討した. 核出重量にばらつきがあるので 10g 毎にまとめて検討した.

結果は平均値 (範囲) で示した. 統計解析はピアソンの相関係数の検定, Wilcoxon の符号付順位検定を用い, $P < 0.05$ で統計学的有意差を認めるとした.

4. 結果

患者背景および周術期のデータを Table1 に示す. これらは諸家の報告と遜色のない結果である^{6,8)}.

治療効果を Table2 に示す. IPSS の total score 及び QOL index, 最大尿流量率のすべての項目において, 術

前に比べ術後は有意に改善していた。術後の合併症として尿道狭窄を1例に認めたが輸血を必要とするような出血や腹圧性の持続する尿失禁は認めなかった。

核出の効率として一般的に使用される g/min は諸家の報告と遜色のない結果であった^{6,8)}。(Table3)

核出重量と g/min の関係を見ると核出重量が大きくなるほど g/min が良くなることが示された。(Fig.2)

次に核出効率につきエネルギー量を加味して検討した。核出重量 (g) と使用エネルギー量 (kJ) の関係を見ると核出重量の増加とともに使用エネルギー量は増加するが (Fig.3), 時間当たりのエネルギー量 (kJ/min) は核出重量にかかわらずほぼ一定であった。(Fig.4)

これを単位重量当たりのエネルギー量 (kJ/g) でみると 30g 以下では核出重量が少ないほど重量当たりのエネルギー量が増加する傾向が見られた。(Fig 5)

5. 考察

HoLEP は内視鏡下にレーザーを使用する手術である。その有用性は他の内視鏡手術や開腹手術と同等かそれ以上であり長期成績でも良好な結果が出てきている^{6,9,10,11,12,13)}。レーザー照射ではその特性を理解しても体感

Table3 Enucleation efficiency

Enucleation efficiency	mean (range)
g / min	0.82(0.09–1.75)
kJ / g	4.08(1.63–14.6)
kJ / min	2.62(1.88–3.29)

Fig.2 The relationship between enucleated tissue weight and g/min (correlation coefficient 0.866 : P<0.0001)

Fig.3 The relationship between enucleated tissue weight and total energy used (correlation coefficient 0.659 : P<0.0001)

Table1 Patient characteristics and Peri-operative data

	mean (range)
No.	55
age	70.1(57–83)
TRUS volume (ml)	71.4(30–150)
total operating time(min)	66.9(30–172)
enucleation time (min)	51.3(24–90)
morcellation time(min)	8.2(1–90)
enucleated tissue weight(g)	42.9(6–105)
total energy used(kj)	134.8(41–260)
hemoglobin decrease(g/dl)	1.74(0–4.1)
Catheterization time(day)	1.5(1–2)

Table2 Post-operative data and complications

	mean (range)
IPSS score	
preope	22.0(4–35)
postope	7.9(1–22)
p-Value(preope vs postope)	0.0001
QOL index	
preope	5.0(1–6)
postope	2.1(0–6)
p-Value(preope vs postope)	0.0001
Qmax(ml/s)	
preope	8.2(3–15.8)
postope	19.8(2.6–54.8)
p-Value(preope vs postope)	0.0001
complications	
bleeding required transfusion	–
permanent stress incontinence	–
urethral stricture	1

Fig.4 The relationship between enucleated tissue weight and kJ/min (correlation coefficient 0.35 : N.S.)

Fig.5 The relationship between enucleated tissue weight and kJ/g (correlation coefficient -0.646 : $P < 0.0001$)

してみなければ身に付かないことが多くある。ホルミウム・ヤグレーザーは水に高度に吸収され水中では5 mm 程度離れれば組織への影響はないとされる。その効果は近接から離れるに従い切開、蒸散、止血、と使い分けられる。止血よりやや離れても剥離時の鈍的な力としてパルス波特有の衝撃が使用できる。これらの距離感は体感することで初めて道具として使用できるようになる。レーザーに慣れその特徴を理解できると手術の局面ごとに瞬時に判断し照射できるようになる。そのため習熟すれば時間当たりのエネルギー量は術者ごとに一定の量になると推定される。

また HoLEP は内視鏡下に肥大結節を被膜からはがし取る剥離がメインの手術である。レーザーを照射するだけでは手術が進まず内視鏡により腺腫を持ち上げるような動き(カウンタートラクション)が重要である。カウンタートラクションとは術野の中心に緊張を持たせるため周辺部を術野から離すように動かすことを意味し、HoLEP の場合にはレーザーを照射する被膜と腺腫の境界に緊張を持たせるために腺腫を被膜から持ち上げる方向へ力を加えることを示す。手術に習熟すると適度のカウンタートラクションを常に使用出来るようになりレーザー照射によって剥離がより有効に進む。ただし著者の場合は剥離面すべてにレーザーを当てて止血をしているので、ある一定の時間が必要になる。条件が同じであれば剥離面積あたりに使用するエネルギー量はほぼ同じであると推測される。時間当たりのエネルギー量(kJ/min)は一定であるので重量あたりに使用するエネルギー量(kJ/g)が多いと手術時間が長くなり時間当たりの核出重量(g/min)が悪くなる。習熟した術者ではkJ/gが多いことは剥離が進まずレーザーを多く使用したことを示している。それとは反対にkJ/gが少ないと剥離がスムーズに進み効率が良いといえる。これらは個々の症例の難易度を示している可能性がある。g/minは核出重量が大きいほど高値になり両者は相関していた。核出時間も核出重量とともに増加するが使用エネルギー量を見ると30 g以下の症例では単位重量当たりのエネルギー使用量が多いことが分かる。これは腺腫が大きくなると剥離面が出

しにくくカウンタートラクションも難しいので剥離が有効に進まないことを示していると考えられるがレーザーを使用していないわけではないということが分かった。今回の検討からは腺腫が30 g以下の症例は使用エネルギーから考えると効率が悪いといえる。今回は習熟者のデータであるが習熟までの過程ではレーザーの操作に慣れるまでではkJ/minが安定しないあるいは少ない可能性がある。また内視鏡操作が悪くカウンタートラクションをうまくかけられないとkJ/gが大きくなる可能性がある。いずれが悪くても核出の効率つまりg/minは低くなる。kJ/minやkJ/gを知ることはレーザー操作、内視鏡操作をバランスよく習得するために習熟過程ではどの部分に問題があるかを客観的に理解する一助になる可能性がある。HoLEPの効率や習熟度は手術時間と核出重量から時間当たりの核出量を計算するのが一般的だがこれにエネルギー量を加えると違う側面からの評価が可能になることが期待される。

6. 結論

HoLEPにおいて使用エネルギー量を検討することで手術の効率を示され新たな指標になりうると考えられた。

参考文献

- 1) M.R. Fraundorfer, P.J. Gilling: Holmium:YAG laser enucleation of the prostate combined with mechanical morcellation: preliminary results. *Eur Urol*, 33(1): 69-72, 1998.
- 2) E.A. Elzayat, E.I. Habib, M.M. Elhilali: Holmium laser enucleation of the prostate: a size-independent new "gold standard". *Urology*, 66(5 Suppl): 108-113, 2005.
- 3) 平山貴博, 設楽敏也, 藤田哲夫, 久保星一, 岩村正嗣, 馬場志郎: morcellationにおけるhand-piece反転法の有用性の実証・EE会誌, 23, 133-137, 2010.
- 4) E.A. Elzayat, M.M. Elhilali: Holmium laser enucleation of the prostate (HoLEP): long-term results, reoperation rate, and possible impact of the learning curve. *Eur Urol*, 52(5): 1465-1471, 2007.
- 5) M.W. Dusing, A.E. Krambeck, C. Terry, B.R. Matlaga, N.L. Miller, M.R. Humphreys, E. Gnessin, J.E. Lingeman: Holmium laser enucleation of the prostate: efficiency gained by experience and operative technique. *J Urol*, 184(2): 635-640, 2010.
- 6) R. Naspro, A. Bachmann, P. Gilling, R. Kuntz, S. Madersbacher, F. Montorsi, O. Reich, C. Stief, I. Vavassori: A review of the recent evidence (2006-2008) for 532-nm photoselective laser vaporisation and holmium laser enucleation of the prostate. *Eur Urol*, 55(6): 1345-1357, 2009.
- 7) 設楽敏也, 賀本敏行: 前立腺肥大症の最新治療, HoLEP (1). *Urology View*, 6: 124-130, 2008
- 8) H.N. Shah, A.P. Mahajan, H.S. Sodha, S. Hegde, P.D. Mohile, M.B. Bansal: Prospective evaluation of the learning curve for holmium laser enucleation of the prostate. *J Urol*, 177(4): 1468-1474, 2007.
- 9) S.A. Ahyai, P. Gilling, S.A. Kaplan, R.M. Kuntz, S. Madersbacher, F. Montorsi, M.J. Speakman, C.G. Stief: Meta-analysis of functional outcomes and complications following transurethral procedures for lower urinary tract symptoms resulting from benign prostatic enlargement. *Eur Urol*, 58(3): 384-397, 2010.

- 10) R.M. Kuntz, S. Ahyai, K. Lehrich, A. Fayad: Transurethral holmium laser enucleation of the prostate versus transurethral electrocautery resection of the prostate: a randomized prospective trial in 200 patients. *J Urol*, 172(3): 1012-1016, 2004.
- 11) R.M. Kuntz, K. Lehrich, S. Ahyai: Transurethral holmium laser enucleation of the prostate compared with transvesical open prostatectomy: 18-month follow-up of a randomized trial. *J Endourol*, 18(2): 189-191, 2004.
- 12) R.M. Kuntz, K. Lehrich, S.A. Ahyai: Holmium laser enucleation of the prostate versus open prostatectomy for prostates greater than 100 grams: 5-year follow-up results of a randomised clinical trial. *Eur Urol*, 53(1): 160-166, 2008.
- 13) P.J. Gilling, T.F. Aho, C.M. Frampton, C.J. King, M.R. Fraundorfer: Holmium laser enucleation of the prostate: results at 6 years. *Eur Urol*, 53(4): 744-749, 2008.

著者紹介

設楽 敏也 (Toshiya Shitara)

昭和 37 年 4 月 7 日生。昭和 62 年 3 月，北里大学医学部 卒業。同年 6 月，北里大学泌尿器科 研修医。昭和 63 年 4 月，聖路加国際病院 研修医。平成元年 4 月，北里大学 病棟医。平成 2 年 4 月，相模台病院結石破碎センター。平成 3 年 4 月，国外留学（米国、CITY OF HOPE National Medical Center）。平成 5 年 4 月，北里大学病棟医。平成 6 年 4 月，北里大学研究員。平成 10 年 3 月，医学博士号取得。平成 10 年 4 月，相模台病院泌尿器科医長、北里大学泌尿器科非常勤講師。平成 11 年 4 月，澁野辺総合病院泌尿器科医長，現在に至る。日本泌尿器科学会指導医。