

# 부분 요도협착에서 Holmium Laser를 이용한 내시경하 내요도절개술의 초기 경험

## Initial Experience with Endoscopic Holmium: YAG Laser Urethrotomy for Incomplete Urethral Stricture

Sang Hoon Choi, Yong Seong Lee, Nak Gyeu Choi, Hyung Joo Kim

From the Department of Urology, Hallym University College of Medicine, Seoul, Korea

**Purpose:** Endoscopic holmium:yttrium-aluminum-garnet (Ho:YAG) laser urethrotomy is an alternative method in the management of urethral strictures. We report our initial experience in 15 cases of evaluating the therapeutic efficacy of the holmium laser for treating incomplete urethral strictures.

**Materials and Methods:** Endoscopic holmium laser urethrotomy was primarily performed on 15 patients with incomplete urethral stricture. Exclusion criteria were complete urethral stricture and previous treatment of urethral stricture. Retrograde urethrography and uroflowmetry were performed preoperatively and were carried out as follow-up studies postoperatively.

**Results:** Successful results without recurrence were achieved in 8 of 15 patients. When we classified the results by stricture length, the success rate was 80% in strictures less than 2 cm, whereas there was no therapeutic effect in strictures over 2 cm. When we classified the results by etiology, the number of successful results in strictures with an inflammatory, trauma, iatrogenic, or unknown cause was 2 (2/8), 3 (3/4), 2 (2/2), and 1 (1/1), respectively. In 7 patients who failed treatment, we repeated holmium laser urethrotomy in 5 patients and urethroplasty in 2 patients. No operative complications occurred in any patients.

**Conclusions:** Endoscopic holmium laser urethrotomy is a safe and effective minimally invasive therapeutic modality in cases of stricture less than 2 cm. Further data from long-term follow-up are necessary to compare the success rate with that of conventional urethrotomy and urethroplasty. (Korean J Urol 2009;50:246-250)

**Key Words:** Holmium, Urethral stricture, Internal urethrotomy

Korean Journal of Urology  
Vol. 50 No. 3: 246-250, March 2009

DOI: 10.4111/kju.2009.50.3.246

한림대학교 의과대학 비뇨기과학교실

최상훈 · 이용성 · 최낙규 · 김형주

Received : June 3, 2008  
Accepted : February 11, 2009

Correspondence to: Hyung Joo Kim  
Department of Urology, Hallym  
University College of Medicine,  
94-200, 2-ga,  
Yeongdeungpo-dong,  
Yeongdeungpo-gu, Seoul  
150-179, Korea  
TEL: 02-2639-5470  
FAX: 02-2632-5383  
E-mail: urokhj@hallym.or.kr

© The Korean Urological Association, 2009

### 서 론

요도협착은 비뇨기과 질환 중 치료가 어려운 질환 가운데 하나이다.<sup>1</sup> 외상, 감염질환, 도뇨관 유치나 경요도 수술에 의한 의인성 손상 등으로 발생하는 질환으로 하부요로 증상과 신기능 감소, 요로 감염 등의 합병증을 발생 시킬 수 있어 적극적인 치료를 요한다. 치료 방법은 cold knife를 이용한 내시경하 내요도절개술이 일차적 치료법으로 많이 이용되나 수술 후 협착 재형성으로 인한 재발이 흔해 성공

률은 35-60%로 높지 않다.<sup>2</sup> 따라서 현재 재발을 줄일 수 있는 fibrin glue, tissue engineering 등의 새로운 요도협착 치료법이 개발 중에 있다.<sup>3</sup>

최근 수십 년간 비뇨기과 분야에서 내시경을 이용한 치료에 새로운 장비들이 수술에 이용되고 있다.<sup>4</sup> 이 중 1990년대 초 처음 소개된 holmium laser는 현재 비뇨기과의 다양한 분야에서 수술적 치료 장비로 활용되고 있다. 최근에는 기존의 요도협착 치료법인 cold knife, 전기소작을 이용한 내시경하 내요도절개술을 대신하여 holmium laser를 이용한 내요도절개술이 보고 되었으며 좋은 성적을 보여 주고 있

다.<sup>5</sup> 그러나 아직까지 국내에는 holmium laser를 이용한 내시경하 내요도절개술에 대한 보고가 없는 상황이다. 이에 저자들은 부분요도협착 환자를 대상으로 holmium laser를 이용한 내요도절개술의 치료 효과를 평가하고 초기 경험을 보고하고자 한다.

## 대상 및 방법

2006년 4월부터 2007년 12월까지 한강성심병원에서 음경부나 구부의 부분요도협착으로 holmium laser:yttrium-aluminum-garnet (Ho:YAG, Trimeddyne Inc., Irvine, USA)을 이용한 내시경하 내요도절개술을 시행 받은 23명의 환자 중 6개월 이상 추적관찰이 가능했던 15명의 환자를 대상으로 하였다. 환자들은 모두 남성이었고 완전 요도협착 환자와 이전에 요도협착으로 치료 경력이 있는 환자는 제외시켰다. 수술 전 평가로 병력 청취, 신체 검사, 소변 검사, 요배양검사, 신기능 검사 및 협착 부위의 위치, 정도, 범위를 확인하기 위해 수술 전 역행성요도조영술과 요속 검사를 시행하였다.

수술은 하반신 마취 또는 전신 마취 하에 쇄석위 자세에서 시행하였다. 방광경을 요도협착 부위까지 진입하여 내시경 직시 하에 음경부나 구부에 발생한 요도협착 부위를 확인 후 유도철선을 통과시켰다. 요도 직경이 좁아 진입이 어려운 경우 소아용 방광경이나 요관경을 이용하였다. 내시경의 working channel을 통해 365  $\mu$ m 직경의 holmium laser fiber를 유치하였고 내시경 직시 하에 5 W의 낮은 energy power (0.5 J, 10 Hz)에서 시작해 유도 철선을 따라 협착 부위를 절개하였다. 절개가 잘 되지 않는 경우 energy power를 30 W (1.0 J, 30 Hz)까지 단계적으로 높여 수술을 진행하였다. 절개 부위는 요도의 배측 12시 방향과 4시, 8시 방향에서 절개를 시행하였으며 충분한 요도내강 확보를 위해 각 절개 부위 사이의 섬유화 조직을 holmium laser를 이용해 기화시켰다. 시술 후 도뇨관 (20-22 Fr)을 1-2주간 유치시켰으며 광범위 항생제를 처방하였다. 1-2주 후 도뇨관을 제거하였으며 재발 유무에 대한 추적 검사로 술 후 1개월 및 이후 3개월 간격으로 요속 검사를 시행하였다. Holmium laser를 이용한 내요도절개술 후 추적 관찰 기간 중 시행한 요속 검사의 최대 요속 결과에 따라 최대 요속이 20 ml/s 이상이거나 금속사운드를 이용한 추가적인 요도확장술 후 최대 요속이 15 ml/s 이상 유지되는 경우는 치료에 성공한 것으로 보았고 추가적인 요도확장술 후에도 최대 요속이 15 ml/s 미만인 경우에는 치료 실패로 보았다.

요도협착 환자의 길이와 원인에 따른 성공률을 각각 비교하였다. 통계학적 분석은 dStat version 4.0을 이용해 Fisher's exact test를 시행하였으며 양측 검정으로 p값이 0.05 미만인

경우를 통계학적으로 유의한 것으로 판정하였다.

## 결 과

15명 환자의 평균 연령은 45.2세 (27-65)였으며 모든 환자에서 수술 전 평가로 시행한 역행성요도조영술에서 평균 협착 길이는 1.8 cm (0.3-4.7)였다 (Fig. 1). 요도조영술에서 협착 부위는 음경요도가 6명, 구부요도가 4명이었으며, 음경요도와 구부 요도에 동시에 발생한 경우는 5명이었다. 수술 전 요속 검사의 평균 최대 요속은 7.7 ml/s (4-11), 수술 1개월 후 평균 최대 요속은 19.3 ml/s (6-28)이었으며 추적 관찰 기간 중 시행한 요속 검사에서 수술 후 3개월과 6개월의 평균 최대 요속은 각각 18.7 ml/s (6-28), 16.8 ml/s (5-26)이었다 (Table 1). 평균 수술 시간은 45.8분 (30-80)이었으며 평균 재원 일수는 7.4일 (3-11)이었다. 성공적인 치료는 15명 중 8명 (53%)이었으며 (Fig. 2) 치료에 실패한 경우는 15명 중 7명 (47%)이었다. 이 중 요도협착의 길이가 2.0 cm 미만이었던 10명 중 8명에서 치료에 성공하여 80%의 성공률을 보였으며 요도협착의 길이가 2.0 cm 이상이었던 5명에서는 모두 치료에 실패하였다 (Table 2). 요도협착의 길이가 2.0 cm 미만인 군과 2.0 cm 이상인 군의 길이에 따른 성공률의 비교는 유의한 차이를 보였다 ( $p=0.007$ ). 원인에 따른 결과를 보면 염증성에서 성공적인 치료는 8명 중 2명으로 외상, 의인성 손상, 원인 미상에 의한 요도협착보다 치료 성적이 좋지 않았다 (Table 2). 하지만 원인에 따른 성공률은 각 군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다 ( $p=0.065$ ). 치료에 실패한 7명 중 5명에서 holmium laser를 이용한 내시경하



Fig. 1. Retrograde urethrogram showing incomplete urethral stricture (arrow).

**Table 1.** Characteristics of the patients

	Etiology	Length (cm)	Preoperative Qmax (ml/s)	Postoperative 1 month Qmax (ml/s)	Postoperative 3 months Qmax (ml/s)	Postoperative 6 months Qmax (ml/s)
1	Trauma	0.3	10	28	28	26
2	Trauma	0.8	9	25	25	24
3	Inflammatory	1.6	8	16	16	12
4	Inflammatory	4.7	4	6	6	5
5	Inflammatory	1.2	8	23	22	23
6	Inflammatory	2.5	7	19	16	10
7	Inflammatory	2.3	7	14	14	13
8	Unknown	1.4	8	25	24	22
9	Iatrogenic	0.7	9	27	27	28
10	Inflammatory	1.8	8	12	10	5
11	Trauma	1.2	8	25	25	24
12	Inflammatory	3.3	5	13	13	11
13	Trauma	0.4	11	23	23	22
14	Iatrogenic	1.1	8	21	21	20
15	Inflammatory	3.8	6	13	12	7

Qmax: maximum flow rate

**Fig. 2.** Postoperative retrograde urethrogram showing good patency.

내요도절개술의 재시행 및 추가적인 요도확장술을 시행하였으나 추적 관찰 기간 중 최대 요속이 15 ml/s 이상 유지되지 않고 재발되었으며 7명 중 2명은 요도성형술을 시행하였다. 요속 검사를 통한 평균 추적 관찰기간은 13.5개월(3-24)이었으며 치료에 성공 했던 8명에서 추적 관찰 기간 중 재발 소견은 관찰 되지 않았다. 수술 중 요도천공이나 수술 후 요로감염, 요도주위농양, 요도누공, 요누출과 같은 합병증은 발생하지 않았다.

**Table 2.** Number of successful results in relation to etiology and length of urethral stricture

	No. of patients	No. of success
Length of stricture		
< 2 cm	10	8/10
≥ 2 cm	5	0/5
Etiology		
Inflammatory	8	2/8
Trauma	4	3/4
Iatrogenic	2	2/2
Unknown	1	1/1

## 고 찰

요도협착의 여러 치료 방법 가운데 1971년 Sachse<sup>6</sup>에 의해 처음 소개된 이후 요도협착의 최소 침습적 치료로 현재 널리 시행되고 있는 내시경하 요도 내 절개술은 요도성형술과 같은 관혈적 수술에 비해 술기가 간단하고 반복 시행이 가능하며 술 후 합병증이 적어 부분요도협착에 있어 일차적 치료방법으로 사용되고 있다.<sup>7,9</sup> 하지만 요도협착 부위 절개 시 사용되는 cold knife는 협착 주변 정상 조직에 열 손상을 입히진 않으나 기계적 손상을 줄 수 있고 전기 소작에 의한 협착 부위 절개는 주변 정상 조직에 열 손상을 주게 되어 섬유화 조직을 더 형성해 요도협착 재발을 높이는 단점이 있다.<sup>10</sup>

최근 20년간 내시경 기술의 발전으로 요도협착 치료에 있

어 CO<sub>2</sub>, argon, KTP, Nd:YAG, Ho:YAG 등의 다양한 형태의 laser를 이용한 내시경 수술법이 보고 되고 있다.<sup>11,12</sup> Bulow 등<sup>13</sup>은 urethral stricture 치료에서 협착 재형성을 줄이기 위한 방법으로 Nd:YAG (neodymium:yttrium-aluminum-garnet)를 사용해 laser를 이용한 요도 내 절개술을 처음으로 보고 하였다. 그러나 Nd:YAG laser를 이용한 내시경하 요도 내 절개술의 치료 성공률은 36-50%로 치료 성적이 만족스럽지 못하였다.<sup>15,16</sup> 원인은 조직으로의 흡수되는 laser 파장의 깊이가 4-5 mm로 깊어 요도섬유화조직 절개 시 협착 조직뿐만 아니라 협착 주변 정상 조직까지 영향을 주기 때문이다. 여러 형태의 laser 가운데에 holmium laser는 물에 대한 흡착지수 (absorption index)가 높아 대부분이 물로 구성되어 있는 조직에 잘 흡수되어 laser의 energy가 조직의 표면층에 집중된다. 이런 특징으로 holmium laser는 조직의 침투 시 깊이는 0.5 mm 이하이며 조직의 응고, 괴사 유도 시 3-4 mm 이하로 좋은 방향성 (orientation property)을 보인다.<sup>17</sup> 또한 전기 소작을 이용한 내시경하 요도 내 절개술과는 달리 전기를 이용하지 않으므로 수술 중 전류 흐름에 의한 손상이 없다.<sup>10</sup> 따라서 holmium laser를 이용한 내시경하 내요도절개술은 협착 부위 절개 시 기존에 사용되던 cold knife, 전기 소작이나 타 형태의 laser에 비해 협착 주변 정상 조직에 열 손상이나 기계적 손상 없이 요도섬유화조직의 절개 및 기화가 가능하여 요도 내 절개술 시 재발을 줄여 성공률을 높일 수 있는 장점이 있다.<sup>10</sup>

Holmium laser energy는 200-1,000  $\mu$ m의 다양한 직경의 quartz fiber에 의해 전달이 되며 energy power는 fiber 직경 크기에 영향을 받지 않는다. 따라서 다양한 직경의 laser fiber의 적용이 가능하여 구경이 작은 내시경에도 사용 가능하며 얇은 직경의 laser fiber의 경우 구부러질 수 있는 특징으로 연성 내시경에도 활용될 수 있다. 이런 여러 장점들로 현재 holmium laser는 다양한 형태의 내시경 수술 장비로 활용되어 내요관절개술, 요도 내 절개술 등의 연부 조직의 절개술 뿐만 아니라 체내결석쇄석, 요상피종양절제, 전립선적출 등 다양한 비뇨기와 질환에서 내시경을 이용한 치료에 다기능 다목적 도구로 사용되고 있다.<sup>18-20</sup>

저자들의 경험에서 holmium laser를 이용한 내시경하 내요도절개술 후 요도협착 성공률을 결정짓는 가장 중요한 요소는 협착의 길이였다. 전체 15명의 환자 가운데에 협착 길이가 2.0 cm 미만이었던 10명의 환자 중 8명에서 치료에 성공하여 80% 성공률을 보였으며 추적 관찰 기간 중 재발 소견은 없었다. 협착 길이가 2.0 cm 이상이었던 5명의 환자에서는 추적 관찰 기간 중 최대 요속이 15 ml/s 이하로 감소하여 치료에 실패하였다. 따라서 holmium laser를 이용한 내시경하 내요도절개술은 2.0 cm 미만의 요도협착에서 협착

재발의 빈도를 낮출 수 있는 치료 방법으로 생각한다.

치료에 실패한 7명 중 5명에서 holmium laser를 이용한 내시경하 내요도절개술의 재시행 및 반복적인 요도확장술을 시행하였으나 결국 모두 치료에 실패하였다. 반복 내요도절개술의 치료 성적에 관한 연구 결과에서 2.0 cm 이하의 요도협착과 첫 재발까지의 기간이 6개월 이상인 경우에 반복 내요도 내 절개술의 성공률이 높은 것으로 보고 되어 있다.<sup>21</sup> 저자들의 초기 경험에서도 치료에 실패했던 7명은 협착 길이가 2.0 cm 이상이거나 술 후 6개월 이내에 최대 요속의 감소를 보이며 재발된 환자들이었다. 따라서 협착 길이가 2.0 cm 이상이거나 6개월 이내에 재발 소견을 보이는 환자는 내요도 내 절개술의 재시행 대신 요도성형술 등의 타 수술적 치료 방법을 우선적으로 고려해야 한다.

원인별로 치료성적을 살펴보면 염증성에 의한 요도협착이 외상이나 의인성 손상에 의한 요도협착보다 치료 성적이 좋지 않았다. 이는 염증성에 의한 요도협착의 경우 2.0 cm 이상의 협착 환자 5명이 모두 포함되어 협착 길이가 길었던 점이 원인으로 생각한다.

일반적으로 내요도절개술 시 출혈을 막기 위해 12시 방향의 협착 부위의 절개를 권장하고 있다.<sup>22</sup> 그러나 협착 부위가 긴 경우에는 여러 곳의 절개가 필요하다. Matsuoka 등<sup>22</sup>은 길이가 긴 요도협착에서 12시 방향을 포함한 2시, 10시 방향에 절개가 필요함을 주장하였으며 Futao 등<sup>10</sup>은 12시, 4시, 8시에 절개 및 각 절개 부위 사이의 섬유화 조직을 기화시켜 높은 성공률과 낮은 재발률을 보고 하였다. 저자들의 경험에서도 holmium laser를 이용한 12시 방향에서의 절개만으로는 충분한 요도내강이 확보되지 않아 추가로 4시, 8시 방향에서 절개를 시행하였으며 각 절개 부위 사이의 섬유화 조직을 기화시켜 협착 부위를 제거하였다. 6시 방향의 절개는 직장 손상, 누공 형성 등의 합병증을 유발할 수 있어 피하였다.

## 결 론

비록 저자들의 초기 경험에서 전체 치료 성공률은 53%로 높지 않은 성공률을 보였으나 협착 길이가 2.0 cm 미만의 경우에는 80%의 성공률을 보여주었으며 치료에 성공했던 환자들에서 추적 관찰 기간 중 재발 소견은 없었다. 따라서 2.0 cm 미만의 부분 요도협착 환자에서 holmium laser를 이용한 내요도절개술은 요도협착의 치료법의 또 다른 대안으로 고려해 볼 수 있을 것이라 생각한다. 그러나 저자들의 보고는 환자의 숫자가 많지 않고 추적 관찰 기간이 짧은 초기 경험이므로 기존의 내시경하 요도 내 절개술이나 요도성형술 등과 치료 성적을 비교할 수 있는 추가적인 연구

가 필요할 것으로 생각한다.

## REFERENCES

1. Levine LA, Strom KH, Lux MM. Buccal mucosa graft urethroplasty for anterior urethral stricture repair: evaluation of the impact of stricture location and lichen sclerosus on surgical outcome. *J Urol* 2007;178:2011-5
2. Giannakopoulos X, Grammeniatis E, Gartzios A, Tsoumanis P, Kammenos A. Sachse urethrotomy versus endoscopic urethrotomy plus transurethral resection of the fibrous callus (Guillemin's technique) in the treatment of urethral stricture. *Urology* 1997;49:243-7
3. Barbagli G, Lazzeri M. Urethral reconstruction. *Curr Opin Urol* 2006;16:391-5
4. Delvecchio FC, Preminger GM. Endoscopic management of urologic disease with the holmium laser. *Curr Opin Urol* 2000;10:233-7
5. Dogra PN, Ansari MS, Gupta NP, Tandon S. Holmium laser core-through urethrotomy for traumatic obliterative strictures of urethra: initial experience. *Urology* 2004;64:232-5
6. Sachse H. Treatment of urethral stricture: transurethral slit in view using sharp section. *Fortschr Med* 1974;92:12-5
7. Sacknoff EJ, Kerr WS Jr. Direct vision cold knife urethrotomy. *J Urol* 1980;123:492-6
8. Fourcade RO, Mathieu F, Chatelain C, Jardin A, Richard F, Kuss R. Endoscopic internal urethrotomy for treatment of urethral stricture: midterm survey. *Urology* 1981;18:33-6
9. Gonzalez R, Chiou RK, Hekmat K, Fraley EE. Endoscopic reestablishment of urethral continuity after traumatic disruption of the membranous urethra. *J Urol* 1983;130:785-7
10. Futao S, Wentong Z, Yan Z, Qingyu D, Aiwu L. Application of endoscopic Ho:YAG laser incision technique treating urethral strictures and urethral atresias in pediatric patients. *Pediatr Surg Int* 2006;22:514-8
11. Nabi G, Dogra PN. Endoscopic management of post-traumatic prostatic and supraprostatic strictures using neodymium-YAG laser. *Int J Urol* 2002;9:710-4
12. Turek PJ, Malloy TR, Cendron M, Carpinello VL, Wein AJ. KTP-532 laser ablation of urethral stricture. *Urology* 1992;40:330-4
13. Bulow H, Bulow U, Frohmuller HW. Transurethral laser urethrotomy in man: preliminary report. *J Urol* 1979;121:286-7
14. Smith JA Jr, Dixon JA. Neodymium: YAG laser treatment of benign urethral strictures. *J Urol* 1984;131:1080-1
15. Vicente J, Salvador J, Caffaratti J. Endoscopic urethrotomy versus urethrotomy plus Nd-YAG laser in the treatment of urethral stricture. *Eur Urol* 1990;18:166-8
16. Kamp S, Knoll T, Osman MM, Kohrmann KU, Michel MS, Alken P. Low-power holmium:YAG laser urethrotomy for treatment of urethral strictures: functional outcome and quality of life. *J Endourol* 2006;20:38-41
17. Kuo RL, Aslan P, Zhong P, Preminger GM. Impact of holmium laser settings and fiber diameter on stone fragmentation and endoscope deflection. *J Endourol* 1998;12:523-7
18. Singal RK, Denstedt JD, Razvi HA, Chun SS. Holmium:YAG laser endoureterotomy for treatment of ureteral stricture. *Urology* 1997;50:875-80
19. Gillig PJ, Cass CB, Cresswell MD, Fraundorfer MR. Holmium laser resection of the prostate: preliminary results of a new method for the treatment of benign prostatic hyperplasia. *Urology* 1996;47:48-51
20. Chung YC, Kim BH, Chang HS, Park CH, Kim CI. Clinical evaluation of repeated internal urethrotomy in incomplete anterior urethral stricture. *Korean J Urol* 2004;45:919-23
21. Kirchheim D, Tremann JA, Ansell JS. Transurethral urethrotomy under vision. *J Urol* 1978;119:496-9
22. Matsuoka K, Inoue M, Iida S, Tomiyasu K, Noda S. Endoscopic antegrade laser incision in the treatment of urethral stricture. *Urology* 2002;60:968-72