전립선비대증에 대한 최소침습 수술적 치료의 효과 및 안전성에 대한 체계적 고찰

¹경상대학교 의과대학, 창원경상대학교병원 비뇨의학과, ²전북대학교병원 비뇨의학과

이민호¹ · 신유섭² · 감성철¹

The Systematic Review of the Efficacy and Safety of Minimally Invasive Surgical Treatments in Benign Prostatic Hyperplasia

Min Ho Lee¹, Yu Seob Shin², Sung Chul Kam¹

¹Department of Urology, Gyeongsang National University Changwon Hospital, Changwon, Korea
Gyeongsang National University School of Medicine, Jinju, Korea

²Department of Urology, Chonbuk National University Medical School, Jeonju, Korea

Lower urinary tract symptoms caused by benign prostatic hyperplasia (BPH) has conventionally treated by transurethral resection of the prostate (TURP) or open simple prostatectomy. TURP has historically been associated with significant morbidity and then holmium laser enucleation of the prostate technique was developed and rapidly extended in global. Over recent years, novel minimally invasive surgical treatments (MISTs) such as the prostatic urethral lift (Urolift system), convective Water Vapor Energy (REZUM system), Aquablation (Aquabeam system) were entered to the field of BPH. MISTs aim to be effective, ideally to be performed in an outpatient setting under only local anesthesia and to offer a more favorable safety results than existing techniques. In present study, we provide an update on the more recently and largely studied about MISTs. The mechanism of action, efficacy and safety profiles about these MISTs in clinical trials were evaluated and presented. (Korean J Urol Oncol 2019;17:136-142)

Key Words: Efficiency · Lower urinary tract symptoms · Minimally invasive surgical procedures · Prostatic hyperplasia · Safety

서 론

전립선비대증(benign prostatic hyperplasia, BPH)은 남성에서 하부요로 증상(lower urinary tract symptoms, LUTS)

Received November 21, 2019

Accepted December 4, 2019

Corresponding Author: Sung Chul Kam

Department of Urology, Gyeongsang National University Changwon Hospital, Changwon, Gyeongsang National University School of Medicine, 11 Samjeongja-ro, Seongsan-gu, Changwon 51472, Korea

E-mail: kamsungchul@hanmail.net

Tel: +82-55-214-3876, Fax: +82-55-214-3264

ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5403-3623

을 발생시키는 가장 흔한 원인이다. 또한 LUTS는 남성의 삶의 질을 급격히 떨어뜨리는 요인 중 하나로 이를 진단하고 치료하는데 사회경제적 비용도 많이 든다. 미국에서 발표된 통계에 따르면 한 해 LUTS 치료 비용이 60억 달러에 달한다고 한다.¹⁻³ LUTS는 저장 증상 및 배뇨 증상으로 크게 구분할 수 있는데 한 가지 유형만 나타날 수도 있고 두 가지가 복합되어 나타날 수도 있다.⁴ BPH와 LUTS는 나이가 많아질수록 발생률이 높다고 알려져 있는데 대략 30대에서 8% 정도이고 80대에 이르러서는 80% 이상을 나타낸다고 한다.⁵ BPH에 의한 LUTS의 치료는 보존적 치료, 약물 치료, 수술적 치료로 크게 나누어 볼 수 있다. 하지만 BPH

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

2019 © Copyright The Korean Urological Oncology Society and The Korean Prostate Society. All Rights Reserved.

는 나이가 들면서 악화되는 퇴행성 질환이고 약물 치료 실패의 경우에 수술적 치료로 넘어가야만 하는 실정이다.⁶ 불과 십여 년 전까지만 하더라도 BPH에 의한 LUTS 를 치료 하는데 있어서 전립선 크기가 80 g 미만일 경우에는 경요도 전립선절제술(transurethral resection of prostate, TURP), 80 g 이상일 경우는 개방전립선절제술(open simple prostatectomy, OSP)이 표준 수술적 치료로 여겨져 왔다.⁷ 이 두 가지 수술은 효과적인 치료법이나 수술에 따른 합병증 및 부작용을 온전히 피할 수는 없었다. 예를 들어, TURP의 경우 전체적으로 20% 가량에서 한 가지 이상의 합병증이 나타나며 수술 후 5-10년 경과 후 재발률이 15% 정도이다. 10,000명 이상의 TURP를 시행한 다기관 연구 결과에 따르면 가장 흔한 조기 합병증은 재수술(5.6%)이었고 수혈(2.9%) 그리고 경요도절제증후군이 1.4%였다. 장기적으로는 많은 수의 환자들이 역행성 사정 등의 사정 장애(65%) 및 발기 장애(10%)를 겪게 된다. 그 외에도 요도 협착(7%), 요로 감염(4%), 요실금(2%) 등이 발생된다.^{2,3,6} 그리고 OSP를 시행 받은 환자들 중 약 8%에선 수혈을 받아야 하고 4% 가량은 대량 출혈로 인해 중재적 시술을 받아야 한다. 이러한 이유로 인해 OSP를 권유하는 의료진의 수 및 OSP를 수술법으로 선택하는 환자들의 수는 오늘날 거의 사라졌다고 볼 수 있다.⁸ TURP의 부작용을 최소한으로 낮추면서 OSP의 LUTS 개선 효과에 비등하도록 개발된 수술법이 홀mium 레이저 전립선적출술(holmium laser enucleation of prostate, HoLEP)이며 최근까지도 가장 널리 시행되는 수술이다.⁹⁻¹² 하지만 HoLEP 또한 척추 혹은 전신마취를 필요하고 수술자들이 숙련되기까지 걸리는 시간이 짧지 않다. 또한 국소 마취만으로 곧바로 일상생활에 복귀할 수 있으면서도 성기능에 최대한 영향을 주지 않아 삶의 질 저하를 줄여주는 이상적인 최신킴법이라고 보기는 어렵다.^{13,14} 전립선 내부 물질 주입, 요도 내 보형물 삽입, 새로운 방식의 조직 제거 등 새로운 수술법들을 최소침습적수술치료법(minimally invasive surgical technique, MIST)이라고 한다. MIST 중에서도 삽관을 통한 전신마취를 요하는 치료법도 있으나 많은 경우에서 마취를 최소한으로 줄여서 외래 환자들이 당일 치료를 받고 귀가하거나 길어야 1박 정도의 입원 기간을 가질 수 있는 치료법이 대다수다. 다른 치료법 간의 소, 대규모 연구가 속속들이 보고되고 있고 현재 학계에 보고된 결과들만 보아도 이전 치료법들에 비해 유의하게 낮은 합병증 발생률, 높은 치료 효과를 확인할 수가 있다. 특히, 성기능 관련 합병증이 상당수 줄어들었음을 알 수 있다.¹⁵ 이 종설에선 이러한 MIST 중 국내에서 이미 많이 시행되고 있는 Urolift, 국내에 도입되지 않았으나 세계 각국에서 임상 연구 결과가 발표되면서 그 효능이 일정 부분 인정되고 있는

REZUM과 Aquablation의 치료 효과 및 안전성에 대해 살펴 보았다.

근거 수집

PubMed, Medline, EMBASE 및 Cochrane database에서 무작위 대조군 연구, 임상시험, 리뷰 연구 결과들 중 BPH로 인한 LUTS 치료에 있어서 MIST에 관한 자료를 분석하였다. 이미 기존에 알려진 각 치료에 관한 소개와 함께 최근 몇 년 사이 새롭게 발표된 효용성 및 안전성에 대한 결과들을 분석하였다. 이를 통해 일선에서 환자를 진료함에 있어서 보다 객관적이고 다양한 연구결과들을 토대로 치료의 선택권을 넓혀주는데 도움을 주고자 하였다.

MINIMALLY INVASIVE SURGICAL TECHNIQUE

1. Prostatic Urethral Lift (Urolift)

Urolift와 같이 의료용 기구를 요도 내 삽입하는 방법들은 국소 마취만 시행해도 시술이 가능하고 열 기구를 사용한 조직 절단, 소작, 제거된 조직 제거 등의 2차 과정이 필요치 않다. 열 조작이 없기에 사정 기능의 보존이 용이하다고 알려져 있으나 확실한 근거는 밝혀지지 않았다.¹⁶⁻²¹ 전립선 요도 내 보형물 삽입술인 Urolift는 NeoTract (Pleasanton, CA, USA)에서 생산되며 첫 소개 이후 4년 내에 미국 Food and Drug Administration (FDA) 승인을 받았고 외래 시술 세팅으로 시술할 수 있도록 고안되었다.²²⁻²⁵ 인체 삽입이 가능한 얇은 철사로 전립선을 양쪽으로 잡아당겨 전립선 요도 부위를 넓혀 줌으로써 배뇨 시 저항을 줄일 수 있도록 정구로부터 방광경부까지의 공간을 확보하는 방법이다. 거치 되는 보형물은 nitinol 캡슐 탭(직경: 0.6 mm, 길이: 8 mm), 폴리에틸렌 테라프탈레이트 비습수성 단극사(직경: 0.4 mm) 그리고 스테인레스 요도 단극 조각(8 mm_1 mm_0.5 mm)로 구성되어 있다.¹⁶⁻²⁰ 기존의 요도 스텐트와 달리 조직의 encrustation을 막아주고 삽입된 후 상피화되는 차별점이 있다.²⁵ 또한 앞서 소개한 바와 같이 열 조작이 없기에 이론적으로는 신경혈관다발 및 배부 정맥 다발의 손상을 피할 수 있다.¹⁵⁻¹⁷ 대부분의 연구에선 적응증과 금기증에 대해 잘 구분되어 있는데 Jones 등¹⁸에 의하면, 가장 중요한 금기증은 전립선 정증염이 비대해진 경우, 전립선 용적이 100 mL 초과 그리고 급성 요폐의 과거력이 있을 경우로 정하였다. 이 종설에서도 Table 1에 정리해 놓았다. Urolift의 가장 큰 매력 중 하나는 국소 마취로 외래 진료에서 짧은 시간 동안 입원 치료가 거의 필요없이 쉽고 안전하게 행해진다는 것이다.¹⁸⁻²² 또한 2016년도 Jones 등²²에 의해 발표된 시점까지

Table 1. Inclusion and exclusion criteria of the Urolift system in prior studies

Inclusion	Exclusion
<ul style="list-style-type: none"> - Age ≥ 50 yr - Prostate volume 20–70 mL (by transrectal ultrasound) with lateral lobe obstruction - IPSS ≥ 13 - Qmax < 12 mL/sec with voided volume ≥ 125 mL - PVR < 350 mL 	<ul style="list-style-type: none"> - Obstructive median lobe - High bladder neck - Prostate volume > 100 mL - Active UTI - PSA > 10 ng/mL - Recent prostatitis history (< 1 yr) - Urinary retention history - BPH surgery history

IPSS: International Prostate Symptom Score, Qmax: maximum urinary flow rate, PVR: postvoid residual volume, UTI: urinary tract infection, PSA: prostate-specific antigen, BPH: benign prostatic hyperplasia.

Urolift에 의해 성기능 장애가 발생했다는 보고는 없었다. 도뇨관은 20% 미만의 환자에서 평균 1일간 유지했다고 한다. 부작용은 삽입된 보형물로 인한 자극 증상, 경미한 배뇨통, 혈뇨, 골반통이 보고되었다. 이를 포함한 대부분의 연구에선 1년 뒤 결과들을 분석하였고 주관적인 평가 지표인 국제전립선증상점수(International Prostate Symptom Score, IPSS)에서 호전이 나타났다. 상대적으로 객관적인 지표들에선 요속 검사에서의 최대 요속(maximum urinary flow rate, Qmax), 배뇨 후 잔뇨량(postvoiding residual urine volume, PVR)만이 통계학적으로 의미 있는 결과들을 보여줬다($p < 0.001$).^{15,22,24} 2017년도 발표된 5년간의 Urolift randomized controlled trial (RCT) 연구에 따르면 술 후 3개월 만에 IPSS 수치는 88% 가량 호전되었고 총 5년 후 IPSS, quality of life (QoL), Qmax는 각각 36%, 50%, 44% 가량 호전되었다($p < 0.001$).¹⁷ 발기기능 및 사정기능 관련 설문지 조사에서도 통계학적으로 유의하게 나빠진 결과는 나타나지 않았다($p > 0.05$).^{15,17,24} 국내 연구에서도 Urolift 후 일년간 증상의 개선 효과가 유지되었으며, 요실금, 역행성 사정 및 발기부전 등의 부작용은 발생하지 않았다.²⁶ Urolift의 가장 큰 제한점으로는 앞서 언급한 큰 사이즈의 BPH 환자들에게는 금기라는 것이다. 아직 대규모 장기간 연구 결과가 충분치 않고 단지 두 개의 연구에서만 2년 이상의 결과가 발표되었기에 큰 사이즈의 BPH 환자들에게 쉽사리 Urolift를 권유하기엔 무리가 뒤따른다.^{17,19,23} 그래서 아직까진 높은 치료 효과를 기대하기 위해선 엄격한 환자군 선택이 중요하게 고려된다. 전립선 크기가 20–70 mL이면서 양측엽의 비대가 동반되어 있는 상태가 가장 선호된다.^{20–25,27} 전립선 크기가 큰 환자들에 있어서의 Urolift의 장기간 연구결과 분석을 통해 술 후 효과를 높이기 위한 다국적 관심이 필요할 것으로 보인다.

2. Water Vapor Thermal Therapy (REZUM)

REZUM은 2015년도 미국 FDA 승인을 받았고 103℃의 고온 수증기를 순간적으로 주사해 비대해진 전립선 조직을 파괴하는 방법으로 전립선 스팀주사라고도 한다. 이 시스템은 무균 상태의 물에서 수증기를 만드는데 사용되는 고주파를 발생시키는 발전기와 일회용 경요도 에너지 전달 장치로 이루어져 있다. 전달 기구 끝 부분은 18G polyether ether ketone 바늘이며 12개의 구멍이 있어 이 곳을 통해 조직 내부로 수증기가 전달된다. 고온과 빠르게 전달되는 속도로 인해 전립선 조직의 세포들이 괴사하게 된다.^{25,28} 일반적으로 한쪽 가측엽에 1–3회 주사를 하면 되고 정중엽으로는 1–2회 정도 주사를 하면 된다. 물론, 전체적인 횡수는 전립선 크기에 따라 개별적으로 달라질 수 있고 요도의 길이에도 영향을 받게 된다.^{16–19} 이행대만 치료되고 나면 3–6개월 후 magnetic resonance imaging을 통해 말초대, 방광, 직장 혹은 요도 괄약근으로의 손상은 없는지 확인할 수 있다.^{29,30} 이 치료 역시 Urolift와 마찬가지로 외래 기반으로 치료가 이루어진다.^{15,21} 일부 MIST와 달리 전립선 정중엽 비대로 인한 폐색이 치료 금기가 아니다. Table 2에서 이에 대한 정리를 해 놓았다. Urolift와 마찬가지로 전신마취가 필요치 않고 짧은 시간이 소요되며 성 기능 관련 부작용이 아직 보고된 바 없다.^{15,25,28,31} Qmax, IPSS, QOL, PVR, 비용 대비 효과에 있어서 유용한 것으로 보고되고 있으나 가장 큰 제한점으로는 장기간 데이터가 부족하고 인지 못한 상황에서 뒤늦게 우연히 전립선 암이 발견되는 경우가 있을 수 있다는 것이다.^{25,28,31} TURP는 이와 달리 절제되어 획득한 조직의 병리학적 검사를 통해 수술 전 몰랐더라도 우연히 전립선 암을 발견할 수 있다. 또 다른 단점으로는 술 후 도뇨관 삽입이 전체 환자의 절반 이상에서 이루어졌다는 것이다. 한 소규모 연구에서 최초로 REZUM의 효용성과 안전성에 관한 술 후 1년간의 결과가 보고되었다.²⁹ 또다른 연구에

선 첫 다기관 무작위 대조군 연구 결과가 보고되었는데 당시 197명의 환자가 2:1의 비율로 REZUM 치료군, 대조군으로 나뉘었다.³² 이후 동일 연구팀에 의해 4년간의 연구 결과가 올해 보고된 바 있다. 이에 따르면, 총 188명의 환자가 실험에 참여하였고 치료 후 3개월 이내에 LUTS 대부분이 통계학적으로 유의하게 호전되었고 3년 연구와 비교하여도 IPSS, QoL, Qmax, BPH Impact Index가 각각 47%, 43%, 50% 그리고 52% 호전된 수치를 유지하였고 3년 연구 결과 때와 모두 비슷한 수치였다($p < 0.001$).³¹ 전립선 크기는 30~80 mL로 제한되었으나 Urolift와 달리 정중엽 비대가 있는 경우도 연구에 포함되었고 최종적으로 성기능 장애가 발생한 환자는 확인되지 않았다.^{29,31,33} 이 연구와 교차 진행된 또다른 연구에선 IPSS, Qmax 및 PVR 수치가 12개월째에 유의한 호전을 보였다고 발표하였다($p < 0.001$).³³

안전성에 있어서도 경미한 이상 사례 위주로 보고되었고 대부분 빠르게 해결되었다. 가장 흔한 부작용은 배뇨통, 혈뇨, 요로감염 및 긴박뇨 증상이었고 대부분 시술 후 수 주 이내에 자연적으로 호전되었다.²⁹ 성기능 관련 설문지인 International Index of Erectile Function (IIEF), Male Sexual Health Questionnaire-Ejaculatory short form (MSHQ-EjD)을 사용한 술 후 성기능 장애 관련에서도 통계학적으로 유의한 결과가 나타나지 않았고 수치상으로도 거의 변화가 없었

다($p > 0.05$).³⁴

3. Aquablation - Image Guided Robotic Waterjet Ablation (Aquabeam)

Aquablation은 로봇 기구의 보조를 받으면서 시행하는 신 기술이고 고압의 관류액으로 전립선 이행대 조직을 타 조직으로부터 분리하게 된다. 혈관, 전립선막과 같은 콜라겐 조직들을 보존하면서 치료가 이루어지고 절제가 끝나게 되면 저속으로 관류속도를 낮추고 레이저를 사용하여 표면에 지혈을 하게 된다.³⁵ 이 작업은 실시간 경직장 전립선 초음파(transrectal ultrasonography, TRUS) 화면을 통해서 최대한 정확하고 정밀하게 이루어진다.^{15,21,36,37} 조직 절제가 끝나면 지혈을 시행하기도 한다. 높은 치료 효과를 기대하기 위해 다른 MIST와 마찬가지로 치료 대상자 선정 기준이 중요하다. 간단하게 살펴보면 LUTS 약물 치료의 실패, 50세 이상, IPSS 12점 초과, Qmax 12 mL/sec 이하, 전립선 크기 25~80 mL의 경우 치료가 권장된다.^{19,21,36} 치료 금기의 기준은 활동성 요로감염, 전립선 크기가 100 mL 이상인 경우, PVR 400 mL 초과인 경우 및 신기능 이상 소견을 나타내는 경우이다.^{19,20,38} Table 3에서 이에 대한 정리를 해놓았다. Aquablation의 우선적인 장점이라고 하면 조직 절제 시간이 10분 이하이며 성 기능과 요 자제능 보존을 할 수가 있다는 것이

Table 2. Inclusion and exclusion criteria of the Rezum system in prior studies

Inclusion	Exclusion
<ul style="list-style-type: none"> - Age ≥ 45 yr with symptomatic BPH - Prostate volume < 120 mL - IPSS ≥ 13 - $5 \leq Q_{\max} \leq 15$ mL/sec - PVR < 250 mL 	<ul style="list-style-type: none"> - PVR > 300 mL - PSA > 2.5 ng/mL - Recurrent or active UTI - Previous BPH intervention or surgery

BPH: benign prostatic hyperplasia, IPSS: International Prostate Symptom Score, Qmax: maximum urinary flow rate, PVR: postvoid residual volume, PSA: prostate-specific antigen, UTI: urinary tract infection.

Table 3. Inclusion and exclusion criteria of the Aquabeam system in prior studies

Inclusion	Exclusion
<ul style="list-style-type: none"> - Age ≥ 50 yr - Prostate volume 25~80 mL - IPSS ≥ 13 - Qmax ≤ 12 mL/sec - Refractory to medical therapy 	<ul style="list-style-type: none"> - Prostate volume > 100 mL - Active UTI - PVR > 400 mL - Impaired renal function - Bladder, prostate malignancy - Neurogenic bladder or sphincter abnormalities on urodynamic study - Previous BPH surgery - Anesthetic high risk

IPSS: International Prostate Symptom Score, Qmax: maximum urinary flow rate, UTI: urinary tract infection, PVR: postvoid residual volume, BPH: benign prostatic hyperplasia.

다.^{21,36,39} 이는 아마도 열 에너지로 인한 조직의 열 손상을 피할 수 있어서라고 생각되고 있다.^{36,39} 유일한 이중 눈가림 RCT의 결과에 따르면 총 181명의 환자들이 무작위 선별에 의해 Aquablation 116명, TURP 65명 배정되어 실험이 이루어졌고 2018년 6월에 발표되었다.⁴⁰ Aquablation과 TURP의 총 수술 시간은 33분 vs. 36분($p=0.2752$), 실제 조직 절제 소요 시간은 4분 vs. 27분($p<0.001$)이었다. IPSS 총점, IPSS QoL 점수, Qmax, PVR에선 두 군 모두 6개월 간 수술 전 값에 비해 호전을 보였으나 통계학적으로 유의하진 않았다($p>0.1$). 안전성 평가에선 Aquablation 군의 경우 Clavien-Dindo 분류 I 또는 II에 해당되는 이상 증상이 발생한 경우가 총 25.9%, TURP 군에선 41.5%였다($p<0.02$). Aquablation 군에선 수혈을 요하는 정도의 출혈도 보고되지 않았고 IIEF 설문지 분석에선 다른 세부 항목에선 유의한 차이가 나타나진 않았으나 전반적 만족감 부분에선 Aquablation 군이 좋은 결과를 나타냈다($p<0.05$). MSHQ-EjD에서도 Aquablation 군에서 TURP 군에 비해 좋은 결과를 나타내었다($p=0.03$).⁴⁰ 하지만 아직 level 1 근거로 인정받기에는 대규모, 장기간 연구 결과들이 부족한 상태이며 Aquablation의 경우 앞선 MIST와는 달리 전신마취가 필요로 하며 입원치료가 필요하다는 점이 단점이라고 할 수 있다. Table 4에서 앞서 소개된 Urolift, REZUM system과 Aquabeam system의 장단점에 관해 정리하였다. 올해 발표된 또다른 연구에선 큰 전립선에 대한 Aquablation 이후 6개월간의 결과를 보고하였다.⁴¹ 2017년 9-12월까지 미국과 캐나다 16개 기관에서 전향적으로 진행된 연구이며 전립선 크기가 80-150 mL를 만족하는 101명의 최종 실험군이 포

함되었다. 평균 전립선 크기는 107 mL였고 평균 입원 기간은 술 후 1.6일이었다. 총 45.5%의 환자에서 술 후 3개월째에 한 가지 이상의 Clavien-DINDO 분류 I-IV의 이상 증상이 보고되었고 6개월째에 22%는 grade II, 14%는 grade III, 5%에선 grade IV가 보고되었다. 8명의 환자에서 퇴원 전 수혈 또는 중재적 시술을 요하는 출혈이 발생하였고 6명의 환자는 퇴원 후 출혈이 보고되었다. IPSS 총점은 3개월째에 기본값보다 6.7 ± 5.1 점 감소($p<0.001$), Qmax 값은 8.7에서 18.8 mL/sec로 상승($p<0.001$)하였으며 PVR은 131에서 47로 6개월째에 보고되었다($p<0.001$). PSA 수치 또한 7.1 ± 5.9 ng/mL에서 4.0 ± 3.9 ng/mL로 변화되어 44% 감소 효과가 나타났다.⁴¹

결론

많은 새롭고 혁신적인 술기가 전세계적으로 개발되어 점차 그 사용 영역이 넓어지고 있다. 이러한 MIST들에 의해 BPH로 인한 LUTS의 치료 패러다임이 점차 변화되고 있다고 볼 수 있다. MIST들은 공통된 목적을 가지고 있는데 이전 술기들과 비교했을 때 치료 효과는 떨어지지 않고 안전성에 있어서 우수함을 나타내고자 하는 것이다. Urolift와 같은 경우 현재 가장 널리 사용되었고 장기간 데이터도 보고되고 있는 안전하고 효용성 높은 MIST의 대표적인 술기이며 성 기능 보존 면에서 TURP, HoLEP, OSP와 같은 기존의 술기보다 우수한 면을 나타낸다. REZUM, Aquabeam의 경우 새로운 방식의 전립선 비대 조직 절제의 길을 개척하고 있으며 아직 평가 단계에 있는 신기술이며 우리나라엔

Table 4. Advantages and disadvantages of Urolift, Rezum, Aquabeam system

Type of MIST	Advantages	Disadvantages
- Urolift	<ul style="list-style-type: none"> - Under local anesthesia and sedation - Day procedure - Short time and short learning curve - No known sexual dysfunction cases - Less than 20% catheterization rate 	<ul style="list-style-type: none"> - Not suitable for large size prostate - Lack of sufficient long-term data
- REZUM	<ul style="list-style-type: none"> - Under local anesthesia and sedation - Day procedure - Strong short-term safety profile - No reports of de novo sexual dysfunction - Suitable for median lobe obstruction 	<ul style="list-style-type: none"> - Exclusion of urinary retention patients - Lack of sufficient long-term data - More than 50% cases need catheterization
- Aquabeam	<ul style="list-style-type: none"> - Performed in 10 minutes - Key anatomical structures preservation - Avoid thermal damage - Specimens can be pathologic confirmed - Sexual function preservation 	<ul style="list-style-type: none"> - Lack of level 1 evidence - Lack of long-term follow-up - Require general anesthesia and admission

MIST: minimally invasive surgical treatment.

Table 5. Main characteristics of MISTs for male LUTS caused by BPH

MIST	FDA approval	Safety	Efficacy	Sexual function preservation	Reported maximum durability in prior studies
Urolift	o	o	o	o	5 yr
Rezūm	o	o	o	o	4 yr
Aquabeam	x	o	o	o	2 yr

MIST: minimally invasive surgical treatment, LUTS: lower urinary tract symptom, BPH: benign prostatic hyperplasia, FDA: U.S. Food and Drug Administration.

본격적으로 도입되지 않은 상태이다. Aquablation과 TURP을 무작위로 비교한 연구인 WATER trial과 같은 연구들이 더 많이 요구되는 상황이다. 앞으로 이러한 추가 연구결과들이 보고되고 그 결과 우수성, 안전성이 높은 근거 수준을 가진다면 일선의 비뇨의학과 전문의들에게 다양한 치료 접근법이 생기게 되는 것이고 환자 개개인마다 특성을 고려하여 보다 좋은 치료 결과를 도출해 낼 수 있을 것으로 기대된다. 마지막으로 Table 5에선 본 리뷰에서 소개된 MIST에 대한 전반적인 정리를 하였다.

이해관계(Conflict of Interest)

저자들은 이 논문과 관련하여 이해관계의 충돌이 없음을 명시합니다.

REFERENCES

- Sivarajan G, Borofsky MS, Shah O, Lingeman JE, Lapor H. The role of minimally invasive surgical techniques in the management of large-gland benign prostatic hypertrophy. *Rev Urol* 2015;17:140-9.
- Vuichoud C, Loughlin KR. Benign prostatic hyperplasia: epidemiology, economics and evaluation. *Can J Urol* 2015;22 Suppl 1:1-6.
- From the Centers for Disease Control and Prevention. Public health and aging: trends in aging--United States and worldwide. *JAMA*. 2003;289:1371-3.
- Abrams P, Chapple C, Khoury S, Roehrborn C, de la Rosette J; International Scientific Committee. Evaluation and treatment of lower urinary tract symptoms in older men. *J Urol* 2009;181:1779-87.
- Parsons JK. Benign Prostatic Hyperplasia and male lower urinary tract symptoms: epidemiology and risk factors. *Curr Bladder Dysfunct Rep* 2010;5:212-8.
- McVary KT, Roehrborn CG, Avins AL, Barry MJ, Bruskewitz RC, Donnell RF, et al. American Urological Association Guideline: management of benign prostatic hyperplasia (BPH). Linthicum (ML): American Urological Association Education and Research, Inc.; 2010.
- Oelke M, Bachmann A, Descasez A, Emberton M, Gravas S, Michel MC, et al. EAU guidelines on the treatment and follow-up of non-neurogenic male lower urinary tract symptoms including benign prostatic obstruction. *Eur Urol* 2013;64:118-40.
- Reich O, Gratzke C, Bachmann A, Seitz M, Schlenker B, Hermanek P, et al. Morbidity, mortality and early outcome of transurethral resection of the prostate: a prospective multicenter evaluation of 10,654 patients. *J Urol* 2008;180:246-9.
- Bach T, Muschter R, Sroka R, Gravas S, Skolarikos A, Herrmann TR, et al. Laser treatment of benign prostatic obstruction: basics and physical differences. *Eur Urol* 2012;61:317-25.
- Elzayat EA, Elhilali MM. Holmium laser enucleation of the prostate (HoLEP): the endourologic alternative to open prostatectomy. *Eur Urol* 2006;49:87-91.
- Kuntz RM. Current role of lasers in the treatment of benign prostatic hyperplasia (BPH). *Eur Urol* 2006;49:961-9.
- Naspro R, Bachmann A, Gilling P, Kuntz R, Madersbacher S, Montorsi F, et al. A review of the recent evidence (2006-2008) for 532-nm photoselective laser vaporisation and holmium laser enucleation of the prostate. *Eur Urol* 2009;55:1345-57.
- Kluyvers KB, Riphagen I, Vierhout ME, Brölmann HA, de Vet HC. Systematic review on recovery specific quality-of-life instruments. *Surgery* 2008;143:206-15.
- Myles PS, Hunt JO, Nightingale CE, Fletcher H, Beh T, Tanil D, et al. Development and psychometric testing of a quality of recovery score after general anesthesia and surgery in adults. *Anesth Analg* 1999;88:83-90.
- Christidis D, McGrath S, Perera M, Manning T, Bolton D, Lawrentschuk N. Minimally invasive surgical therapies for benign prostatic hypertrophy: the rise in minimally invasive surgical therapies. *Prostate Int* 2017;5:41-6.
- Magistro G, Stief CG, Woo HH. Mini-review: what is new in Urolift? *Eur Urol Focus* 2018;4:36-9.
- Roehrborn CG, Barkin J, Gange SN, Shore ND, Giddens JL, Bolton DM, et al. Five year results of the prospective randomized controlled prostatic urethral L.I.F.T. study. *Can J Urol* 2017;24:8802-13.
- Jones P, Rai BP, Aboumarzouk O, Somani BK. UroLift: a new minimally-invasive treatment for benign prostatic hyperplasia. *Ther Adv Urol* 2016;8:372-6.
- Srinivasan A, Wang R. An update on minimally invasive surgery for benign prostatic hyperplasia: techniques, risks,

- and efficacy. *World J Mens Health* 2019 Aug 20 [Epub]. <https://doi.org/10.5534/wjmh.190076>.
20. Magistro G, Chapple CR, Elhilali M, Gilling P, McVary KT, Roehrborn CG, et al. Emerging minimally invasive treatment options for male lower urinary tract symptoms. *Eur Urol* 2017;72:986-97.
 21. Chung ASJ, Woo HH. Update on minimally invasive surgery and benign prostatic hyperplasia. *Asian J Urol* 2018; 5:22-7.
 22. Jones P, Rajkumar GN, Rai BP, Aboumarzouk OM, Cleaveland P, Srirangam SJ, et al. Medium-term outcomes of Urolift (Minimum 12 Months Follow-up): evidence from a systematic review. *Urology* 2016;97:20-4.
 23. Roehrborn CG, Rukstalis DB, Barkin J, Gange SN, Shore ND, Giddens JL, et al. Three year results of the prostatic urethral L.I.F.T. study. *Can J Urol* 2015;22:7772-82.
 24. Sánchez-Gómez LM, Polo-deSantos M, Gómez-Sancha F, Luengo-Matos S. Efficacy and safety of the urolift® system for the treatment of benign prostate hyperplasia symptoms: systematic review. *Actas Urol Esp* 2015;39:311-9.
 25. Woo HH, Gonzalez RR. Perspective on the Rezūm® System: a minimally invasive treatment strategy for benign prostatic hyperplasia using convective radiofrequency water vapor thermal therapy. *Med Devices (Auckl)* 2017;10: 71-80.
 26. Kim JH, Lee KS, Kim TH. Evaluation of clinical outcomes of prostatic urethral lift for benign prostatic hyperplasia: an asian population study. *World J Mens Health* 2019 Jul 30 [Epub]. <https://doi.org/10.5534/wjmh.190015>.
 27. McNicholas TA. Benign prostatic hyperplasia and new treatment options - a critical appraisal of the UroLift system. *Med Devices (Auckl)* 2016;9:115-23.
 28. Westwood J, Geraghty R, Jones P, Rai BP, Somani BK. Rezum: a new transurethral water vapour therapy for benign prostatic hyperplasia. *Ther Adv Urol* 2018;10:327-33.
 29. Dixon C, Cedano ER, Pacik D, Vit V, Varga G, Wagrell L, et al. Efficacy and safety of Rezūm system water vapor treatment for lower urinary tract symptoms secondary to benign prostatic hyperplasia. *Urology* 2015;86:1042-7.
 30. Mynderse LA, Hanson D, Robb RA, Pacik D, Vit V, Varga G, et al. Rezūm system water vapor treatment for lower urinary tract symptoms/benign prostatic hyperplasia: validation of convective thermal energy transfer and characterization with magnetic resonance imaging and 3-dimensional renderings. *Urology* 2015;86:122-7.
 31. McVary KT, Rogers T, Roehrborn CG. Rezūm water vapor thermal therapy for lower urinary tract symptoms associated with benign prostatic hyperplasia: 4-year results from randomized controlled study. *Urology* 2019;126:171-9.
 32. McVary KT, Gange SN, Gittelman MC, Goldberg KA, Patel K, Shore ND, et al. Minimally invasive prostate convective water vapor energy ablation: a multicenter, randomized, controlled study for the treatment of lower urinary tract symptoms secondary to benign prostatic hyperplasia. *J Urol* 2016;195:1529-38.
 33. Roehrborn C, Gange S, Gittelman M. PD23-10. Convective radiofrequency thermal therapy: durable two-year outcomes of a randomized controlled and prospective crossover study to relieve lower urinary tract symptoms due to benign prostatic hyperplasia. *J Urol* 2017;197 Suppl: e450-1.
 34. McVary KT, Gange SN, Gittelman MC, Goldberg KA, Patel K, Shore ND, et al. Erectile and ejaculatory function preserved with convective water vapor energy treatment of lower urinary tract symptoms secondary to benign prostatic hyperplasia: randomized controlled study. *J Sex Med* 2016;13:924-33.
 35. Faber K, de Abreu AL, Ramos P, Aljuri N, Mantri S, Gill I, et al. Image-guided robot-assisted prostate ablation using water jet-hydrodissection: initial study of a novel technology for benign prostatic hyperplasia. *J Endourol* 2015;29: 63-9.
 36. Taktak S, Jones P, Haq A, Rai BP, Somani BK. Aquablation: a novel and minimally invasive surgery for benign prostate enlargement. *Ther Adv Urol* 2018;10:183-8.
 37. Nair SM, Pimentel MA, Gilling PJ. Evolving and investigational therapies for benign prostatic hyperplasia. *Can J Urol* 2015;22 Suppl 1:82-7.
 38. Gilling P, Anderson P, Tan A. Aquablation of the prostate for symptomatic benign prostatic hyperplasia: one-year results. *J Urol* 2017;197:1565-72.
 39. Gilling P, Reuther R, Kahokehr A, Fraundorfer M. Aquablation - image-guided robot-assisted waterjet ablation of the prostate: initial clinical experience. *BJU Int* 2016;117:923-9.
 40. Gilling P, Barber N, Bidair M, Anderson P, Sutton M, Aho T, et al. WATER: A double-blind, randomized, controlled trial of Aquablation® vs transurethral resection of the prostate in benign prostatic hyperplasia. *J Urol* 2018;199: 1252-61.
 41. Desai M, Bidair M, Zorn KC, Trainer A, Arther A, Kramolowsky E, et al. Aquablation for benign prostatic hyperplasia in large prostates (80-150 mL): 6-month results from the WATER II trial. *BJU Int* 2019;124:321-8.