

# 비뇨기과 영역에서 레이저의 역할

김 현 회

서울대학교 의과대학 비뇨기과학교실

비뇨기과 영역에서 최초로 레이저가 도입된 것은 1963년에 Fine 등이 햄스터의 방광종양에 레이저를 조사한 것이 처음이다<sup>[1]</sup>. 또한 1996년에는 Parson 등이 개의 방광에 루비레이저를 조사하였는데<sup>[2]</sup> 이후 여러 레이저 선각자들의 노력 덕택으로 최근에는 비뇨기과 영역에서도 다양한 분야에서 레이저가 환자의 진료에 이용되고 있다.

비뇨기과 영역에서 레이저의 이용은 주로 기존의 치료법의 문제점인 출혈을 줄이면서 전립선조직을 제거하는 전립선비대증의 치료가 주종을 이루고 있다. 그런데 레이저는 전립선비대증 이외에도 요도나 요관 등 요로계의 협착성 질환, 방광 및 음경에 발생하는 이행상피세포종양이나 콘딜로마, 요로결석 등에도 사용되고 있으며 최근에는 레이저를 이용하여 조직을 문합하는 방법까지 개발되어 사용중에 있다.

## 1. 생체조직에 대한 레이저의 영향

일반적으로 레이저에 의한 외과적 효과는 크게 세 가지로 대별하여 생각할 수 있다<sup>[3]</sup>. 우선 열에너지에 의한 조직의 손상이 그 첫번째로서, 레이저에 의한 빛에너지가 생체조직 내에서 열에너지로 변환되면서 발생하는 열에 의하여 조직의 손상에 유발함으로써 원하는 치료효과를 얻을 수 있다. 다음으로는 광감작물질(photosensitizer)을 주입하고 레이저를 조사할 때에 광감작물질에 의하여 특정 질환부위를 육안으로 식별할 수 있으며 이를 확인하여 치료하는 photodynamic therapy가 있다. 세 번째로는 레이저를 조사할 때 요로결석의 표면에서 전자가 방출되어 발생하는 plasma bubble이 붕괴될(collapse) 때 발생하는 충격파를 이용하여 결석을 제거하는데 이용할 수 있다.

레이저 광선이 생체조직에 도달하면 absorption, trasmission, reflection 및 scattering의 현상이 발생하게 되며 이들 현상에 의하여 조직에 대한 레이저의 효과가 달라지게 된다. 레이저 에너지가 생체조직에 영향을 나타내기 위하여서는 우선 흡수(absorption)되어야 하며 transmission에 의하여 생체조직이 레이저에 의하여 영향을 받는 깊이가 결정된다. 만일 전체의 레이저에너지가 transmission된다면 생체조직에는 레이저에 의한

에너지가 전달되지 않는다. 또한 생체조직에 도달하여 absorption되고 transmission된 레이저는 scattering 현상에 의하여 보다 광범위하게 생체조직에 흡수되고 이에 의하여 조직에 영향을 나타내게 된다. 레이저의 파장과 생체조직의 색깔에 의하여 이들 생체조직에 대한 레이저의 효과가 결정되는데 이에 의하여 다양한 임상적인 효과가 나타나게 된다. 또한 생체조직에서 power density의 변화에 의하여 임상적으로 다양한 결과를 유도할 수 있다.

비뇨기과에서 흔히 사용하는 레이저는 표 1과 같다. 일반적으로 비뇨기과에서는 Nd:YAG 레이저가 가장 많이 사용된다. Nd:YAG 레이저는 조직에서 광범위하게 scattering되며 이에 따라 레이저의 영향을 받는 focal spot이 넓어진다. 따라서 power density가 떨어지는 경향이 있으며 이에 따라 생체조직은 직접적으로 비교적 넓은 부위에 조직응고(coagulation)가 일어난다. 레이저를 전달하는 fiber나 레이저 발생장치를 조작하여 power density를 증가시키면 조직을 직접 없애는 vaporization을 유도할 수도 있다. KTP 레이저는 혈관조직에 많이 흡수된다. 따라서 레이저 에너지가 흡수되는 깊이가 얇기 때문에 조직의 vaporization이 일어나며 이는 요도협착이나 요관협착 또는 전립선조직을 vaporization시키는데 이용할 수 있다. Pulsed dye 레이저는 주로 요로결석을 분쇄시키는데 적절하다. 최근에는 Holmium:YAG 레이저가 비뇨기과 영역에서 활발히 사용되는 경향이 있는데 이는 생체조직 내의 물에 많이 흡수되는 특성을 갖고 있다. 따라서 생체조직에 대한 효과가 레이저를 조사하는 부위에서 깊이 영향을 받지 않고 레이저가 조사되는 부분에만 높은 에너지로 작용하는 특성을 갖고 있는데 이에 따라서 생체조직을 효과적으로 vaporization시킬 수 있

표 1. The ranges of lasers available for urological use

Laser	Wavelength(nm)
Pulsed dye	504
KTP	532
Semiconductor diode	805 & 980
Neodymium:YAG	1064
Holmium:YAG	2100
Carbon dioxide	10600

다<sup>[4]</sup>. 또한 Holmium:YAG 레이저는 결석을 효과적으로 분쇄할 수 있다. 이산화탄소 레이저는 물에 흡수도가 높으며 광섬유를 통한 에너지의 전달에 문제가 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 이산화탄소 레이저는 내시경을 이용한 수술에는 적합치 않으며 신체 외부에 발생한 콘딜로마 등을 제거하는데 이용된다.

## 2. 전립선비대증에 대한 레이저 치료

전립선비대증은 남성에만 존재하는 방광 직하부위에 존재하는 전립선조직이 과증식하여 발생하는 질환으로 요도가 증식된 전립선 조직에 의하여 눌리게 됨으로써 배뇨장애를 일으킨다. 이의 치료법은 과증식된 전립선조직을 외과적으로 제거하는 것인데 개복수술을 통하여 이를 제거하는 것이 가장 고전적인 치료법이었다. 그런데 내시경수술이 발달하면서 최근에는 경요도전립선절제술이 가장 활발히 시행되고 있으며 따라서 최근에는 이 방법이 가장 표준적인 치료법이다. 그런데 이와 같은 외과적 치료법은 입원이 필요하며 척추마취 또는 전신마취를 시행하여야 수술이 가능하며 술중 또는 술후 출혈 및 기타 다양한 합병증이 발생할 수 있다. 따라서 이와 같은 기존 치료법의 문제점을 극복하기 위한 다양한 노력이 경주되었는데 이중 하나가 레이저를 이용한 전립선비대증의 치료법이다.

생체조직을 제거하기 위하여서는 외과적으로 절제하는 것이 가장 확실하고 고전적인 방법이다. 그런데 생체조직에 열을 가하면 생체조직은 변성을 일으키게 되고 이에 따라서 조직이 괴사를 일으켜서 없어지게 된다. 전립선비대증에 대한 레이저치료법은 원칙적으로 레이저에 의하여 전달된 에너지가 생체조직에서 열에너지로 바뀔으로서 그 열에 의한 조직의 변화를 기대하는 것이다. 그런데 생체조직이 열에 의하여 변성을 일으키는 양상은 조직에 가해지는 온도에 따라 달라진다. 일반적으로 생체조직에 가해지는 온도가 섭씨 44도를 넘게 되면 생체조직의 단백질이 변성을 일으켜 응고된다(coagulation). 변성된 생체 조직은 괴사의 과정을 거쳐서 떨어져 나가게 된다. 실제 임상적으로 생체조직의 coagulation을 목적으로 레이저를 조사할 경우 대상 조직의 온도가 섭씨 60도를 넘도록 실행하고 있다. 그런데 이 과정은 시간이 필요하여 레이저에 의하여 변성을 일으킨 전립선조직이 떨어져 나가는 데에는 일반적으로 수주 내지 약 3개월의 시간이 필요하다. 온도가 더욱 올라가서 섭씨 100도를 넘게 되면 생체조직은 레이저를 조사하는 순간에 타서 없어지게 된다(vaporization). 따라서 레이저로부터 얻어지는 열에너지를 이용하여 비대된 전립선조직을 제거하는 방법은 생체조직에 가해지는 온도에 따라서 coagulation을 이용하는 것과 vaporization을 이용하여 조직을 없애는 것(ablation)

등 두 가지로 대별할 수 있다<sup>[5]</sup>.

전립선비대증을 치료하는데 사용되는 레이저는 내시경수술에 적합하게 작은 구경의 semiflexible fiber를 통하여 레이저가 전달될 수 있는 특성이 요구된다. Nd:YAG 레이저는 이와 같은 요건을 충족시키기 때문에 전립선비대증 치료에 가장 보편적으로 사용된다. 또한 Nd:YAG 레이저는 파장이 1064 nm이며 물에 잘 흡수되지 않기 때문에 비뇨기과 내시경수술로 전립선비대증을 치료하는데 적합하다.

레이저를 이용한 전립선적출술을 시행할 때 임상적으로 필요한 섭씨 60도 이상의 온도를 얻을 수 있는 대상 조직의 양은 1) 레이저 조사 시간 및 레이저 강도 등 레이저의 특성과 2) 레이저를 레이저 발생기 본체로부터 대상 조직까지 전달하는 fiber의 직경, 레이저빔의 각도, divergence, power density 및 레이저빔을 굴절시키는 방법 등 fiber의 특성, 3) 조직의 흡수도, scattering, 레이저 조사 도중 조직의 변화(예를 들면 숯이 생기는 현상, carbonization) 등 조직의 특성과 4) 레이저 조사 중의 fiber와 조직간의 거리, 조직에 대한 fiber의 움직임, 고정해서 레이저를 조사하는가 움직이면서 조사하는가 등 수술 술기 등에 의하여 결정된다<sup>[4]</sup>. 즉 이와 같은 다양한 변수에 의하여 조직에 가해지는 레이저의 흡수정도, scattering, 및 power density와 같은 레이저에 의한 조직의 반응을 결정짓는 요소들이 결정된다. 이들 중 실제로 레이저에 의하여 영향을 받는 조직의 변화에는 power density가 가장 중요한 역할을 하는데 이는 주로 얼마만한 레이저의 강도로 조사하는가 및 어떠한 fiber를 사용하는가, 그리고 어떠한 수술기법을 사용하는가에 의하여 결정된다. Nd:YAG 레이저를 이용한 전립선수술을 시행할 때 power density가 높으면 조직에 가해지는 온도가 높아져서 조직의 vaporization을 유도할 수 있으며 power density가 낮을 경우에는 coagulation을 유도할 수 있다. 그러나 보다 확실하게 조직의 ablation을 유도하기 위하여서는 532 nm의 파장을 갖는 KTP 레이저나 2100 nm의 Holmium:YAG 레이저를 사용한다.

레이저를 이용하여 전립선비대증을 치료하는 방법은 앞서 언급한 바와 같이 조직에 coagulation을 유도하여 조직 괴사를 유발함으로써 시간이 경과함에 따라 비대된 전립선조직이 떨어져 나오기를 기대하는 방법과 보다 높은 에너지를 조사함으로써 레이저를 조사함과 동시에 조직이 없어지는 것을 기대하는 vaporization의 방법으로 대별할 수 있다. Coagulation을 유도하는 방법은 레이저 광선이 scattering되어 보다 넓은 부위에 레이저를 조사하기 때문에 시술 시간이 짧게 걸리는 장점이 있다. 그러나 시술 후에 전립선조직에 부종이 발생하고 조직이 떨어져 나오기까지 아직은 변성된 전립선조직이 요도를 막기

때문에 환자가 오랜 기간 동안 고통을 받는 단점이 있다. 따라서 최근의 치료 경향은 직접 시술하는 동안 전립선조직이 vaporization을 통하여 없어지기를 기대하는 방법을 많이 사용한다. 후자의 방법은 술후 즉시 전립선비대증으로 인한 증상이 개선되는 효과를 얻을 수 있으나 높은 power density를 요구하기 때문에 레이저 광선이 조사되는 범위가 좁아서 시술에 많은 시간이 걸리는 단점이 있다. 실제로는 coagulation과 동시에 vaporization이 되는 시술법도 많이 사용된다. 그림 1에서 보는 바와 같이 레이저를 전립선 조직에 조사하면 처음에는 일부분만 vaporization이 일어나지만 주변에 coagulation된 조직이 시간이 지남에 따라 괴사되어 없어짐으로써 비대된 전립선조직이 없어진다.

레이저를 시술하는 방법도 여러 가지가 있는데 주사바늘과 같이 생긴 fiber를 이용하여 전립선조직의 내부로부터 레이저를 조사하는 방법과 다양한 방법을 이용하여 요도를 통하여 레이저광선을 조사하는 방법 등이 있다<sup>5-7)</sup>.

요약하면 전립선비대증에 대한 레이저치료는 없애고자 하는

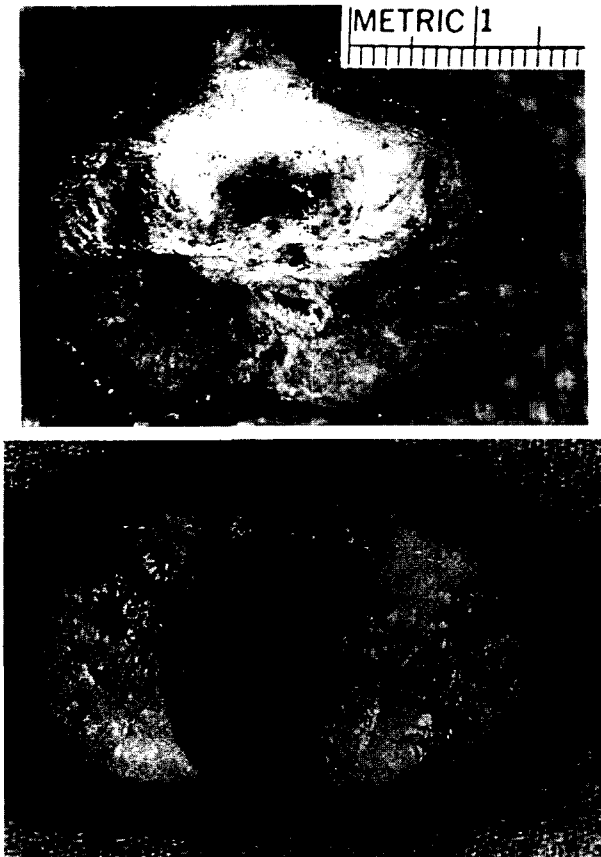


그림 1. Laser effect upon the prostate. The transition zone of the prostate is extensively coagulated and pale immediately after Nd:YAG laser irradiation (A). One year after irradiation, the coagulated tissues were completely sloughed off, and there remains the large cavity (B).

비대된 전립선조직에 가해지는 레이저의 power density 등의 효과에 의하여 결정되는 열에너지의 정도를 이용하여 비대된 전립선조직을 제거하는 것으로서 레이저치료의 장점은 기존의 경요도전립선적출술시의 문제점인 출혈을 줄일 수 있다는 점이다. 그러나 그 효과는 외과적으로 전립선을 제거하는 방법에는 아직 미치지 못한다고 할 수 있다. 다만 시술로 인한 중한 합병증이 적기 때문에 수술을 시행하기 어려운 환자들에 있어서는 효과적인 치료법이 될 수 있다. 또한 coagulation만을 유도하는 방법보다는 vaporization을 유도함으로써 기왕의 외과적 치료에 근사하는 효과를 얻을 수 있다. 특히 최근에 개발된 Holmium:YAG 레이저를 이용하면 비대된 전립선조직을 경요도전립선적출술을 시행할 때와 동일하게 제거할 수 있기 때문에 매우 효과적이다.

### 3. 요로결석에 대한 레이저 치료

요로결석은 신장, 요관, 방광, 요도 등 모든 요로계에 발생할 수 있으며 심한 통증과 혈뇨 등의 증상을 초래하며 장시간 방치할 경우 신장기능의 이상을 초래할 수 있는 질환이다. 요로결석의 치료방법은 과거에는 개복수술이 주된 치료법이었으나 1980년 체외충격파쇄석술의 도입으로 획기적인 발전이 이루어져서 현재 요로결석을 치료하는데 있어서 개복수술을 시행하는 경우는 1~2% 이내로 극히 제한된 경우에만 사용된다. 체외충격파쇄석술은 다양한 방법으로 체외에서 발생한 충격파를 체내의 요로결석이 있는 부위에 전달함으로써 결석이 분쇄되어 자연배출되도록 하는 방법이다. 그러나 이와 같은 체외충격파쇄석술로 모든 결석이 다 치료되는 것은 아니기 때문에 내시경을 이용하여 결석이 있는 부위까지 도달하여 내시경하에서 결석을 분쇄하는 방법이 또다른 치료법이다. 이와 같이 내시경을 이용하여 결석을 분쇄하는 데에는 다양한 분쇄방법이 사용된다. 레이저를 이용하여 요로결석을 치료하는 것은 이와 같이 내시경을 통한 수술 방법의 일환으로서 결석을 제거하는 power supply로서 레이저를 이용하는 시술법이다. 따라서 레이저를 이용하여 요로결석을 치료하고자 할 때에는 내시경을 통과할 수 있는 적절한 fiber를 통하여 레이저가 전달될 수 있는 시스템이 요구되며 또한 전립선비대증을 치료할 때와는 달리 요로결석 주위의 조직에 대한 손상을 피하기 위하여 과도한 열이 발생되지 말아야 한다<sup>8)</sup>.

레이저를 이용하여 요로결석을 치료하고자 하는 시도가 최초로 이루어진 것은 1968년에 루비 레이저를 이용하여 이루어졌다<sup>9)</sup>. 그러나 초창기의 이와 같은 시도에서는 과도한 열이 발생하기 때문에 임상적으로 적용하는데에는 어려움이 있었

다. 이산화탄소나 argon 또는 Nd:YAG 등을 이용한 기존의 continuous-wave 레이저는 지속적으로 에너지를 방출하며 이로 인하여 표적이 되는 곳에 열이 발생하기 때문이다. 이후 지속적인 노력에 의하여 레이저를 지속적으로 조사하는 것이 아니라 pulse로 조사함으로써 표적에 발생하는 열의 양을 줄이고 결석을 분쇄할 수 있는 충격파를 루비 레이저를 사용하여 발생할 수 있었으며 이와 같은 노력은 Q-switched 레이저의 개발로 이어졌다. Pulse 레이저를 이용하면 기존의 continuous 레이저가 열에너지를 이용하는 것과는 달리 결석의 표면에 발생하는 plasma에 의하여 결석을 분쇄한다. Plasma는 짧은 기간 동안 조사되는 레이저에 의하여 이온과 전자들이 팽창하는 cavity인데 이는 레이저 pulse가 지나간 다음에는 신속히 붕괴되고 이에 따라서 충격파가 발생한다. 이 충격파에 의하여 결석이 분쇄되는 것이다. 이와 같이 pulse 레이저의 장점은 근본적으로 레이저를 짧은 시간만 조사할 수 있다는 점에 기인한다. 짧은 pulse로 인하여 레이저 강도는 높일 수 있으며 레이저 에너지의 조사에 따르는 열의 방출은 줄임으로써 주위 조직의 손상을 극소화할 수 있기 때문이다<sup>3,10)</sup>.

요로결석을 분쇄하기 위하여 다양한 종류의 레이저가 이용되었다. 앞서 말한 루비 레이저 이외에 Q-switched Nd:YAG 레이저가 개발되어 요로결석을 분쇄하기 위하여 사용되었다. 이는 임상적으로 사용되어 성공적인 결석 분쇄효과를 얻었지만 8 nano second의 짧은 pulse로 인하여 레이저를 전달하는 fiber 또한 쉽게 망가지는 문제점이 노출되었으며 레이저의 강도를 견디기 위하여서는 fiber의 굵기가 굵어져야 하는데 이에 따라 임상적으로는 제한을 받을 수 밖에 없었다. 이후 pulse dye 레이저와 alexandrite 레이저 등이 요로결석을 분쇄하는데 다양하게 사용되고 있다.

최근에 도입된 Holmium:YAG 레이저는 레이저를 이용하여 요로결석을 분쇄하는데 있어서 괄목할 만한 도약이라고 할 수 있다<sup>11)</sup>. 2100 nm의 파장을 갖는 이 레이저는 결석을 분쇄하기 위한 다른 레이저와 마찬가지로 pulse로 작동한다. 이는 다른 레이저들 보다 pulse당 매우 높은 에너지를 전달할 수 있다. 또한 dye 레이저와는 달리 결석의 색깔에 따라 결석에 에너지가 흡수되는 것이 다르지 않고 일정하다(color blindness). 따라서 다양한 종류의 요로결석에 대하여 동등하게 분쇄 효과를 발휘한다. 또한 Holmium:YAG 레이저는 모든 레이저들 중에서 유일하게 다목적으로 사용이 가능하여 요로결석을 둘러싸고 있는 주위의 연부조직에 대하여 coagulation이나 vaporization 또는 조직을 자르는(cutting) 효과를 동시에 발휘할 수 있다. 따라서 실제 임상적으로 흔히 접하게 되는 요로결석이 오래되어 주위에 부종이나 조직에 변화를 동시에 초래한 경우에도 이상이

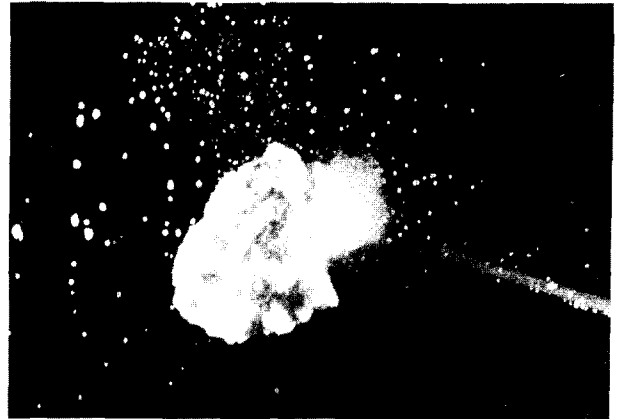


그림 2. Fragmentation of a stone by the Holmium:YAG laser.

생긴 연부조직을 결석을 분쇄함과 동시에 치료함으로써 높은 치료 효과를 얻을 수 있다. 이는 또한 레이저를 전달하는 fiber가 가늘고 굴곡성이 유연하여 다양한 내시경 시술에 적합할 뿐만 아니라 결석이 분쇄될 때 아주 작은 조각으로 분쇄되기 때문에(그림 2) 집게로 결석을 집어내거나 하는 다른 보조적인 술식을 피할 수 있다는 장점이 있다. 이와 같은 다양한 장점 때문에 Holmium:YAG 레이저를 이용한 결석분쇄술은 체외충격파쇄석술을 제외하면 내시경을 이용하여 요로결석을 분쇄할 때에는 다른 다양한 결석 분쇄법보다 우수한 효과를 갖는 것으로 인정되고 있다. 다만 비용이 많이 든다는 문제점이 극복해야 할 사항이다.

#### 4. 방광종양에 대한 레이저 치료

방광종양은 육안적인 혈뇨를 주 증상으로 하는 질환으로서 종양의 병기에 따라 표재성 방광암과 침윤성 방광암으로 구분할 수 있다. 침윤성 방광암은 방광을 모두 적출해야 하는 반면 표재성 방광암은 내시경을 이용 경요도절제술을 시행하여 종양부위만을 제거하는 치료법이 표준적인 치료법이다. 그런데 경요도절제술은 마취를 필요로 하며 출혈 등의 합병증이 있다.

레이저를 이용하여 방광종양을 치료하는 것은 주로 표재성 방광암에 대하여 경요도절제술을 시행하는 대신 레이저의 열에너지를 이용하여 방광종양을 응고(coagulation)시켜 괴사되게 하는 것이다<sup>13)</sup>. 다양한 레이저를 이용할 수 있는데 argon 레이저를 이용할 경우 레이저가 조직을 파고드는 깊이가 1 mm에 지나지 않기 때문에 안전하게 시술할 수 있다는 장점이 있으나 종양이 작은 경우에만 시술이 가능하다. 실제로 방광종양을 레이저로 치료하는 데에는 Nd:YAG 레이저를 가장 많이 사용하는데 이는 약 4~15 mm까지 조직을 침투하기 때문에 커다란 종양도 효과적으로 제거할 수 있다. 그러나 원하지 않는 부

위 조직까지 손상을 입을 위험성도 있다.

레이저를 이용하여 방광종양을 치료하는 방법은 경요도절제술에 비하여 출혈이 적고 소형 굴곡형 방광경을 이용할 수 있으며 따라서 국소마취만으로도 가능하다는 장점이 있다. 그러나 종양조직을 태워버리는 치료법이기에 때문에 조직학적인 진단을 얻는데 한계가 있다는 문제점이 있으며 수술 중에 레이저 에너지의 침투 정도를 정확하게 파악하기 곤란하다. 경우에 따라서는 레이저 에너지가 너무 깊이 침투하여 인접 장기에 손상을 일으키는 경우도 있다.

요관이나 신우의 종양도 대부분의 경우 방광종양과 성상이 동일한데 최근에 가늘고 굴곡형의 내시경의 발전으로 이들 상부요로의 종양에 대해서도 방광종양과 동일한 방법으로 레이저를 이용한 치료법이 시행되기도 한다. 그러나 레이저를 이용하여 방광종양이나 요관 또는 신우의 종양을 치료하는 것은 일반적으로 보편화된 치료법은 아니다.

## 5. 기타 비뇨기과 영역에서 레이저의 이용

요도협착에 대한 내시경치료는 기본적으로 칼날을 이용하여 좁아진 부위를 절개하는 것이다(내절개술). 레이저를 이용하여 협착된 부위를 시도하는 노력으로 처음에는 Nd:YAG 레이저가 사용되었다. 그러나 치료 효과에 있어서 내절개술보다 나은 점이 없었다. 최근에는 532 nm의 KTP 레이저를 이용하여 효과적으로 협착된 부위의 섬유조직을 절개할 수 있다고 하며 Holmium:YAG 레이저를 이용하여 요도협착에 대하여 좋은 치료 효과를 보았다는 보고들도 있다. 그러나 요도협착에 대한 레이저 치료는 가능성은 충분히 인정되지만 아직 내절개술에 비하여 효과가 우수하다고 인정할 만한 객관적인 근거는 부족하다.

대부분의 비뇨기과 영역에서 사용되는 레이저는 내시경을 통하여 시술하도록 고안된 것이다. 그런데 음경이나 외음부에 발생한 콘딜로마는 내시경 없이도 직시하에서 관찰할 수 있으며 이산화탄소 레이저를 이용하여 쉽게 치료할 수 있다. 물론 레이저 없이 전기응고술을 이용할 수도 있으나 레이저를 이용하면 미용적인 효과가 우수하다. 그밖에 조직 접합에 레이저를 사용할 수 있는데 예를 들어 정관복원술을 시행할 때에는 레이저의 도움으로 정교하게 조직을 재접합할 수 있다.

최근에는 비뇨기과 뿐 아니라 다양한 외과 영역에서 복강경을 이용한 수술이 새롭게 개발되어 활발히 시도되고 있다. 레이저는 이와 같은 복강경수술을 시행함에 있어서 보다 용이하게 지혈하거나 조직을 재접합시키는 용도로 사용될 가능성이 높은 것으로 생각되며 이에 대한 연구가 지속적으로 수행중에

있다.

## 6. 맺음말

비뇨기과 영역에서 레이저는 전립선비대증과 요로결석, 방광종양, 요관 및 요도 협착 등 다양한 질환의 치료에 사용된다. 일반적으로 고전적인 치료법에 비하여 레이저를 이용한 치료법은 합병증이 적고 시술이 간편하다는 장점이 있다. 그러나 이들 치료법이 훌륭한 새로운 치료법으로 자리잡음을 하기 위하여서는 치료의 효과 또한 현재까지 알려진 표준적인 치료법과 동등하거나 좋아야 한다.

현재는 Holmium:YAG 레이저를 이용하여 내시경하에서 요로결석을 분쇄하는 것은 체외충격파쇄석술을 제외하고는 기존의 다른 내시경을 이용한 결석 분쇄방법보다 효과가 거의 동일하거나 오히려 장점이 많다고 인정받고 있다. 전립선비대증에 대한 치료법은 레이저의 종류와 치료 방법에 따라서 다양한 성적이 보고되고 있으나 일반적으로는 경요도전립선절제술보다 합병증이 적고 시술이 간단한 점 이외에 효과 면에 있어서는 약간 떨어진다고 평가된다. 다만 접촉성 레이저를 이용하여 비대된 전립선조직을 vaporization시키는 방법은 기존의 수술법과 거의 동일한 성적을 얻는다고 평가되고 있으며 특히 Holmium:YAG 레이저를 이용하면 효과는 동등하고 합병증은 줄일 수 있다고 평가할 수 있다. 그밖에 방광종양, 요관종양, 요관 또는 요도협착 등 다양한 질환에 이용이 가능하며 또한 요즘 새로이 발전하고 있는 복강경수술 등에도 레이저를 이용하여 지혈 또는 조직을 접합하는데 이용할 수 있는 등 비뇨기과 영역에서 레이저는 다양하게 사용되고 있다고 할 수 있다.

레이저가 의료에 도입된지 불과 30년만에 이와 같은 발전을 이루고 있는데 최근 과학의 발전 속도를 감안한다면 이와 같은 최신 테크놀로지는 향후 무한히 발전을 거듭할 것으로 생각할 수 있다. 따라서 앞으로의 의료에 있어서 레이저를 포함한 다양한 최신 과학 기술의 몫은 더욱 확대될 것은 필연으로 생각되며 비뇨기과 영역에 있어서의 레이저의 역할도 더욱 확대되고 개선될 것으로 생각된다.

## 참고문헌

1. S. Fine, E. Klein, R. Scott, and R. Seed, "Laser radiation in the Syrian hamster", *Skin*, **2**, 43-49 (1963).
2. R. Parsons, J. Campbell, M. Thomley, C. Butt, and T. Gordon, Jr., "The effect of the laser on dog bladder: a preliminary report", *J. Urol.*, **95**, 716-717 (1966).
3. K. Anson, K. Seenivasagam, R. Miller, and G. Watson, "The

- role of lasers in urology", *Br. J. Urol.*, **73**, 225-230 (1994).
4. A. P. Perlmutter, *Laser treatment of benign prostatic hypertrophy*.
  5. D. L. McCullough, "Minimally invasive treatment of benign prostatic hyperplasia", in P. C. Walsh, A. B. Retik, D. Vaughan, Jr, A. J. Wein, editors, *Campbell's Urology*, 7th ed., Philadelphia, Saunders Co., pp. 1479-1509, 1998.
  6. P. Narayan, J. N. Kabalan, and R. Muschter, "Laser therapy of the prostate", in A. D. Smith, G. H. Badlani, D. H. Bagley, R. V. Clayman, G. H. Jordan, L. R. Kavoussi, J. E. Lingeman, G. M. Preminger and J. W. Segura, editors. *Smith's textbook of endourology*, St Louis, Quality Medical Publishing Co., pp. 1053-1117, 1996.
  7. D. N. Kessaris and G. H. Badlani, "Transurethral vaporization of the prostate", in: A. D. Smith, G. H. Badlani, D. H. Bagley, R. V. Clayman, G. H. Jordan, L. R. Kavoussi, J. E. Lingeman, G. M. Preminger and J. W. Segura, editors, *Smith's textbook of endourology*, St Louis, Quality Medical Publishing Co., pp. 1053-1117, 1996.
  8. J. A. Grocela and S. P. Dretler, "Intracorporeal lithotripsy", *Urol. Clin. North Am.*, **24**, 13-23 (1997).
  9. W. P. Mulvaney and C. W. Beck, "The laser beam in urology", *J. Urol.*, **99**, 112-118 (1968).
  10. J. W. Dushinski and J. E. Lingeman, "Urologic applications of the holmium laser", *Tech. in Urology*, **3**, 60-64 (1997).
  11. T. A. Wollin and J. D. Denstedt, "The holmium laser in urology", *J. Clin. Laser Med.*, **16**, 13-20 (1998).
- 
- 저자약력**
- 성명 : 김현희  
 현 근무처 : 서울대학교 의과대학 비뇨기과  
 최종 학력 : 1992. 서울대학교 의과대학 비뇨기과 의학박사  
 주요 경력 : 94. 3-96. 서울대학교 의과대학 비뇨기과 전임강사  
 96.- 서울대학교 의과대학 비뇨기과 조교수  
 e-mail: hhkim@plaza.snu.ac.kr