

# 광학 포커스

## 레이저(6)

### 제5절 의학 및 유전공학

#### 1. 서 론

최근 미국을 비롯한 선진 각국에서는 레이저를 이용하여 수술하는 외과의가 상당히 늘고 있다. 80년대 초까지 레이저의 이용은 떨어진 망막을 접합시키는 것과 같은 몇가지의 특수 외과용 도구로 한정되어 있었으나 지금은 수술실의 일반 도구로 되어 가고 있으며 까다로왔던 수술도 쉽게 다룰 수 있게 되어, 비단 메스의 대용품만 아니라 레이저를 이용한 수많은 의학응용의 길이 생겼다. 예를 들면 막힌 동맥에서 레이저를 사용하여 지방을 제거하는 것은 종전의 메스로는 도저히 할 수 없는 일이었다. 또한 섬세한 피부 조직대에 생긴 모반이나 문신을 제거하는 데 레이저를 사용하며, 절단된 신경을 다시 연결하고, 컴퓨터 지원의 정밀 수술 및 암의 치료에까지 레이저 응용의 범위가 넓어지고 있다. 이와 더불어 의학용 기초 연구로 각 대학에서는 레이저광이 살

※이 글은 과학기술처에서 시행한 특정연구개발사업의 연구보고서로서 한국표준연구소에서 연구한 '레이저 응용기술개발을 위한 사전 연구'에서 발췌한 것임을 밝힌다.

아있는 세포의 물질 대사에 어떻게 영향을 줄 수 있는가를 밝히는 연구도 진행되고 있다.

이와 같이 레이저는 믿을 수 없을 정도의 정확성과 레이저 특유의 집속성, 간섭성 등의 다양함 때문에 강력한 의학 도구가 되므로 외과, 내과, 피부과, 치과, 산부인과 등의 다양한 의학 분야에 광범위하고 다양하게 사용되고 있다. 이러한 레이저의 의학적 응용은 1961년 루비 레이저 개발 이후 곧바로 시도되어 루비 레이저를 이용한 레이저 응고 및 1963년 아르곤 이온 레이저를 이용한 피부학에의 응용 등이 연구되었으나 레이저 광원이 다양하지 않기 때문에 1960년대에는 대학의 연구 정도에서 그쳤다. 그러나 레이저 종류가 다양해진 1970년대 중반에 들어와서 본격적인 레이저 수술장치의 실용화가 시도되었다. 그리하여 의학용 레이저 개발은 1980년대 이전까지만 해도 각 나라에서는 몇몇 중소 규모의 첨단 기술 기업에서만 이루어지고 있었으나, 그 이후로 대형 의

료기 공급 회사 및 의학 관계자들의 뜨거운 관심을 모으기 시작했다. 미국의 경우 1984년 4천만 달러의 시장이 80년대 말 3억 달러로 성장할 것으로 보고 존슨·존슨사들의 많은 의료기 메이커들이 레이저 전담 연구부를 신설했다.

이에 반하여 우리나라에서는 의학용 레이저 산업이 전무하다시피하여, 1970년대 말부터 레이저 메스가 도입되기 시작하여 현재 서울대 병원 등의 몇몇 병원에서 주로 외과용, 안과용, 피부과용으로 수십 대가 가동 중에 있다. 이와 같이 레이저는 많은 잇점이 있기 때문에 넓은 의료분야에 걸쳐 점차로 중요한 역할을 하고 있으며 국제적으로 그 응용 및 사용 빈도수가 높아지고 있다.

레이저를 응용하는 의료기기 및 이에 관련되는 기술은 그 기본원리에서는 일반 산업용 응용 기술과 큰 차이가 없다 하겠으나, 그 응용대상이 인체라는 점에서 특수한 연구개발 분야로 지목되고 있다. 또 레이저를 의료에 응용하는 경우 종래의 의료 기술과는 상이한 경우가 많으므로 새로운 의료 기술로서의 연구개발이 수행되어야 할 것이다. 레이저의 생·의학에의 응용 연구는 이러한 특수성 때문에 의학, 생물학, 물리학, 공학 등 여러 분야의 전문가들이 협동하여 공동적으로 추진하여야 한다



**레이저 광속의 특징은 집속성, 지향성, 단색성, 간섭성이며 이들 성질 때문에 의학에서 치료용, 진단용, 기초 연구 등으로 다양한 응용을 할 수 있다. 즉 많은 종류의 레이저 중에서 필요한 레이저를 선택하여 다른 조직을 전혀 다치지 않고 어떤 조직을 수술할 수 있다.**



는 특징을 지니고 있다.

현재 우리나라에서는 이 분야에 대한 연구 개발은 초기 단계에 있다고 할 수 있으나 이 분야에 대한 학계, 산업계 및 연구소의 관심은 점차 높아지고 있다. 우리나라의 레이저 및 관련 기술도 상당한 수준에 올라와 있으므로, 종합적인 계획하에서 연구 개발을 추진하면 큰 성과를 거둘 수 있을 것이며, 이러한 연구 성과는 국내의 레이저 의료 산업을 육성하는 데 크게 공헌할 것이다.

## 2. 특 징

레이저 광속의 특징은 집속성, 지향성, 단색성, 간섭성이며 이들 성질 때문에 의학에서 치료용, 진단용, 기초 연구 등으로 다양한 응용을 할 수 있다. 즉 많은 종류의 레이저 중에서 필요한 레이저를 선택하

여 다른 조직을 전혀 다치지 않고 어떤 조직을 수술할 수 있다. 예컨대 이산화탄소 레이저는 눈에 보이지 않는 고출력의 광속을 발생시키기 때문에 이를 쬐면 조직이 증발된다. 그러나 물이 이 레이저 광속의 에너지를 흡수하기 때문에 이산화탄소 레이저는 0.1mm 정도의 두께만을 침투한다. 그래서 다른 건강한 조직은 해치지 않고 종양을 파괴하거나 미세한 절개 수술을 할 수 있다. 한편 Nd-YAG 레이저 광속은 몸속을 깊숙히 뚫고 들어가서 혈액을 응고 시킬 수 있다. 그리고 아르곤 이온 레이저 광속은 피와 조직속의 색소에 흡수되기 때문에 모반제거에 사용할 수 있다.

광섬유를 환자 몸 속에 삽입하여 병에 걸린 곳까지 레이저 광속을 운반할 경우 신체를 절개하지 않고도 수술을 할 수 있다. 외과에서는 이 기술을 사용하여 출혈하는 괴양을 막고, 자궁 속의 대량 출혈을 제어하고 있다. 또한 레이저는 무엇보다도 이웃 조직에 피해를 덜 주기 때문에 기존의 메스보다 회복 속도가 빠르다. 그리고 수술한 곳은 뜨거운 광선외에 다른 것은 전혀 접촉하는 일이 없고, 레이저 광속의 고온 때문에 멸균 효과가 있으므로 수술 부위의 감염 위험도가 기존 메스보다 비교할 수 없을 정도로 작다. 이와 같이

레이저를 안과 및 외과, 내과 용 메스 또는 응고용 치료기로 사용할 경우 기존 의료기보다 미세하고, 이웃 조직에 피해 없이, 감염도를 줄일 수 있다는 장점이 있다.

또한 레이저의 단색성 및 간섭성을 이용하여 환자의 병을 진단하는 데에도 레이저를 이용할 수 있다. 동맥 경화증을 진단하기 위하여 혈액의 유속을 측정하는데 있어서 레이저 광선의 산란 및 스펙클이라는 특수한 기술을 사용하며, 병든 조직과 건강한 조직 사이에 레이저 광속의 흡수도 및 형광의 차에 따른 정확한 구별과 3차원 간섭을 이용하는 모아레 무늬를 이용하여 신체 변형 유무 등을 구별하는데 사용한다. 이러한 레이저 진단장비는 기존의 접촉식, 기계식이던 진단 장치에 비하여, 조직 하나 하나의 차이를 구별할 정도의 정밀도와 빠른 시간내에 환자의 이상 유무를 판단하는 진단이 가능하도록 해준다.

이상과 같이 레이저 의료 진단 기기의 경우는 기존 의료 장치보다 진단의 속도 및 정밀도에 있어서 훨씬 향상된 특징을 지니게 된다. 또한 의학용 레이저는 광원 자체도 중요하지만 이 레이저에서 나오는 광선을 환자의 환부까지 이송하는 수단도 중요하며 적당한 레이저 광속의 세기를 치료 부위에 조사시키는 조절 기능도 또

한 중요하다. 그러나 이러한 장치는 현재 광통신에서 사용되는 광섬유를 이용하여 해결하고 있으며, 전자적인 제어 장치를 만들어 사용하기 때문에 기존의 의료 장치 등으로 할 수 없는 치료용 도구 및 진단 장치로 사용되고 있다. 결론적으로 말해서 다음과 같은 6가지를 레이저 수술 장비의 장점으로 들 수 있다.

- 1) 레이저의 응고 작용으로 지혈 효과를 수반하기 때문에 무혈수술이 가능하다.
- 2) 정밀 수술이 가능하다.
- 3) 절개 수술 과정에서 주변 조직층에 대한 손상을 극소화 할 수 있어서 회복이 빠르고 수술 후의 통증과 후유증을 줄일 수 있다.
- 4) 비접촉 수술이므로 수술시에 일어날 수 있는 오염이 없다.
- 5) 이상의 장점들을 효과적으로 이용하면 통상적인 수술시에 사용되는 보조 장치의 수를 줄이고, 수술 시간을 단축시킬 수 있다.
- 6) 응고, 지혈 효과를 이용하면 보통 방법으로 불가능하였던 인체부위에 대한 수술이 가능하다.

### 3. 종류 및 세부 분야

레이저 수술기, 레이저 응고 장치, 피부 치료용 레이저 장비, 내시 장비 등 레이저 응용

의료기들이 근년에 그 실용화 단계에 들어가고 있으나, 레이저 의료기기 개발은 아직도 초기 단계에 있다고 할 수 있고, 레이저가 갖고 있는 여러 가지 특징을 이용하여 이를 진단이나 치료에 적극적으로 이용하고자 하는 기초 및 응용 연구가 근년에 활발히 추진되고 있다. 이러한 연구 분야에는 레이저광과 생체와의 상호작용에 대한 연구는 물론이지만 생체내에서 일어나는 여러 가지 생화학적, 생의학적 변화 과정을 레이저 분광학을 이용하여 규명하고자 하는, 첨단 과학적인 연구도 포함되어 있다.

이와같은 광범위한 생·의학적인 레이저의 응용 분야를 대략 다음과 같이 분류할 수 있다.

- 1) 열효과-응고 작용 : 레이저 수술기  
 절개 작용 : 레이저 응고기  
 제거 작용 : 피부 치료 및 미용  
 광 자극 : 레이저 침술
- 2) 광화학 효과 : 암 치료, 살균
- 3) 진단 및 계측 : 혈액 유속 측정, 내시 장비 세포 검사 주사식 현미경
- 4) 생체 분광 : 라만 분광 레이저 유기 형광 분광

## 초단시간 분광

### 광 산란 분석

이상 열거한 바와 같이 레이저 생·의학에의 응용은 광범위하고 다양하다. 이러한 응용 분야를 의학에서 소개되는 안과, 내과, 외과 등의 분류로 나누어 다시 상세히 소개하면 다음과 같다.

#### 가. 안과 응용

의사들은 동공이나 눈의 흰자위를 통하여 레이저광을 조사함으로써 실제로 큰 수술을 하지 않고도 눈의 내부를 고칠 수 있다. 종전에는 1-2일 정도 이상의 입원 환자이어야 안과 질환을 치료하는 수술을 했으나 레이저를 이용할 경우 국부 마취로 단 4분이면 끝낼 수 있다. 레이저는 흔히 수술 이후에 발전되는 제2차 백내장으로 알려진 유백막을 증가시킬 수 있다. 또한 40대 이상의 사람중 2%나 걸리는 녹내장 치료에도 사용된다.

이와같이 안과용 치료기로 사용되는 레이저는 망막에서의 혈액 응고시에는 아르곤 이온 레이저, Excimer 레이저 등이 사용되며 안구 절개용은 Nd:YAG 레이저 및 아르곤 이온 레이저가 사용된다.

#### 나. 피부과 응용

레이저로 모반을 제거하는 것은 80년대 초부터 시작한 일로 이른바 '포도주얼룩'이라고

**이분야에서는 레이저로 여성의 수태능력을 회복시킬 수 있다. 의사들은 현미경을 통해 레이저광으로 고칠 부분을 조준하여 레이저광으로 폐쇄되었거나 결박된 섬세한 수란관을 복원할 수 있다.**

알려진 빨간 모반을 만들어 내는 피부속의 비정상 혈관을 응고 하는데 아르곤 이온 레이저 및 금속 증기 레이저를 사용한다. 또한 진균성 피부병을 치료하는 데 있어서 자외선 살균 효과를 이용하는 자외선 질소 레이저가 사용되고 있다.

#### 다. 외과 응용

외과용 레이저의 주요 기능중 가장 큰 것이 레이저 메스로서의 역할이다. 레이저 메스로 이용될 경우 사용되는 레이저는 이산화 탄소레이저, Nd:YAG 레이저 등으로 외과용 수술시의 균의 감염없이 절개 수술이 가능하게 되며, 절개 부분으로써 출혈을 막게 되는 큰 잇점이 있다. 현재 이 용도의 레이저는 절개 부분의 깊이를 조절하고, 환자의 움직임에 따라 민감하게 대응하도록 하기 위

하여, 컴퓨터 및 영상 시스템과 결합한 새로운 시스템의 외과용 레이저가 나오고 있다.

#### 라. 산부인과 응용

이 분야에서는 레이저로 여성의 수태능력을 회복시킬 수 있다. 의사들은 현미경을 통해 레이저광으로 고칠 부분을 조준하여 레이저광으로 폐쇄되었거나 결박된 섬세한 수란관을 복원할 수 있다. 또한 같은 기술로 정관절제한 남성의 능력을 복원시키는 데도 사용된다. 이 밖에도 단절된 혈관과 신경을 결합하는데 이런 방법을 사용하기도 한다.

#### 마. 암 치료 응용

레이저로 암 또는 악성 종양을 제거 할 수 있다. 레이저광을 사용하여 건강한 조직에는 해가 없는 화학물을 암세포에 치명적인 독물로 바꾸는 기술이 사용되고 있다. 헤마토포핀이라고 불리는 화학물의 유도체를 환자에게 주입하면 이것이 암조직에 모이며, 이 조직에 색소 레이저나 아르곤 이온 레이저를 비추면 레이저광과 이 화학물이 서로 반응하여 암세포를 죽이는 독약이 되어 버린다. 지금까지 이 기술은 만기 환자에게만 시도되어 왔으나 폐암과 담낭암의 초기 치료에도 가능성이 상당히 있다. 그러나 이쪽 분야는 아직 임상 실험 중이므로 적당한 화학물

및 이에 맞는 레이저 광원을 개발 중에 있다.

#### 바. 심장수술 응용

혈관이 막힌 것, 동맥 경화증 등을 치료하는데 광섬유를 이용하는 레이저 혈관 수술에 대한 임상 실험이 진행 중에 있으며 미국 등지에서는 이 실험에 성공했다는 보고가 있다. 이때 사용되는 레이저는 외과 수술용 레이저들인 Nd:YAG 레이저와 CO<sub>2</sub> 레이저는 CO<sub>2</sub> 레이저 광속을 전송할 광섬유의 개발이 문제로 남아 있다. 최근에 미국 메들레이즈사 등에서 은염으로 만든 일회용 광섬유의 생산을 개시하였다.

#### 사. 치과 응용

충치를 일으키는 균은 적외선에서 죽는 것을 이용하여 강력한 루비 레이저를 이용한 충치 예방이 연구되고 있으며, 치과용 보철물의 용접에 Nd:YAG 레이저나 CO<sub>2</sub> 레이저가 사용되고 있다.

#### 아. 진단 응용

고혈압, 동맥 경화증 등을 사전에 진단하기 위하여 신체 피하 지방에 가까운 혈관들의 혈류 속도를 He-Ne 레이저 등을 이용하여 스펙클 등의 기술로 측정하고 있으며, 이상 세포와 정상 세포 사이의 흡수도 및 형광차를 이용하여 구별하는데 아르곤 이온 레이저를

사용하며, 신체 변형 유무를 측정하는데 He-Ne 레이저를 사용한 모아레 간섭 무늬라는 기술을 이용하여 측정한다.

#### 자. 기초 연구용 레이저

레이저 광속과 살아 있는 세포 사이의 영향을 고찰하여 진단 및 치료에 도움을 주기 위하여 질소, He-Cd, 크립톤과 색소 레이저 등이 사용되고 있다.

이상과 같이 응용성이 다양한 의학용 레이저에서 레이저 자체는 다른 목적으로 개발하여 상업적으로 나오고 있으나 이동성이 좋고, 수명이 긴 레이저 즉 출력이 높고 몸체가 작은 형태의 레이저가 필요하다. 또한 기존의 레이저에 덧붙여서 안과용, 피부과용, 암 치료용으로 사용되는 He-Ne 레이저 보다 훨씬 출력이 높은 금속 증기 레이저나 파장을 변환시킬 수 있는 주파수 가변 고체 레이저 개발이 있어야 할 것이다. 이러한 레이저들은 국제적으로도 아직 시작 단계나 보완 단계이므로 우리가 개발에 착수할 경우 빠른 시일내에 선진국들과 어깨를 나란히 할 수 있다.

이와 더불어 레이저 광 전송 장치 즉 광섬유의 개발이 또한 시급히 요청된다. 보통의 광섬유는 눈에 보이지 않는 근적외선 파장인 1 $\mu$ m 내를 잘 통과시키나 의학용 레이저인 CO<sub>2</sub>

레이저나 아르곤 이온 레이저 등의 적외선 파장과 가시광 파장대는 통과가 잘 안된다.

이러한 파장대들이 통과가 쉬운 광섬유를 만들어야 유용한 레이저 광원에서 나온 광속을 환자의 환부까지 유연하게 전송할 수 있게 된다. 그리고 실수가 없어야 하는 수술에서는 레이저 광속을 적절히 통제할 수 있는 전자적인 전자 제어부가 부수적으로 꼭 필요하게 된다. 레이저를 이용한 의학적 응용이라 함은 이 3가지 즉 레이저 광원, 광속전송장치, 전자 제어부의 완벽한 개발을 의미한다.

이러한 의학용 레이저의 개발은 국내에서 시급히 요망되는데 그 이유는 첫째로 의학용 레이저 세트당 수입 가격이 2억원 정도의 고가의 장비이므로 국내 개발시 그 부가가치성이 높기 때문이다. 둘째로, 국내에서는 87년 현재 수십 대의 의학용 레이저가 수입되어 있고 또한 계속적으로 수입이 추진되어 병원에 설치되어가고 있으므로, 의학용 레이저의 개발시에는 막대한 수입 대체 및 수출 효과가 있게 되기 때문이다. 예를 들면 호주의 경우 80년대 초에 구리 증기 레이저 개발을 시작하였고, 1985년부터 Quentron 광학 회사를 통하여 이를 이용한 의학용 레이저 개발을 끝내어 세계 시장에 내놓았다.