

2. 의료용 레이저 시장 및 응용

값싼 제품 조립 생산 지양 관련 기술 집중육성 필요

국내 의료용 레이저 업체들은 아직까지 국내시장만을 목표로 한 소극적인 투자로 값싼 제품의 조립 생산에서 벗어나지 못하고 있는 실정이라서 대폭적인 인식 변화가 필요하다. 또한 레이저 개발은 광학기술, 고압전기전자기술, 기계기술, 컴퓨터기술 등이 종합적으로 어우러진다는 점을 감안해 관련 기술의 집중육성도 병행돼야 한다.



글·김득영 대표/(주)오리엔텍

국내시장 현황과 개발주세

의료용 레이저 시장은 전체 레이저 시장의 7% 정도에 불과하지만 고부가가치 시장으로서 산업용, 통신용, 군사용 등의 다른 레이저시장에 비하여 우리 나라에 적합하다고 생각된다.

세계 의료시장은 미국, 독일이 우수한 제품을 공급하고 있으며 최근 일본이 가세하고 있고 이태리, 중국 등이 값싼 제품을 공급하고 있다.

우리나라는 대부분의 레이저가 미국으로부터 수입, 판매되고 있다. 4년 전부터 국내에서도 원다 레이저에서 국책사업으로 Ruby와 CO₂레이저를 생산 판매했으나 국산 경시 사고와 가격경쟁에서 떨어져 국내 시장 고착엔 힘든 상태이다.

오직 7개 업체가 값싼 러시아, 중국의 부품을 이용한 기능 우선의 Ruby와 CO₂레이저를 조립 생산해 일반 외과 및 피부과에 판매하고 있다. CO₂레이저는 수입품의 1/5~1/7의 값싼 가격으로, Ruby레이저는 1/2의 값싼 가격으로 판매하고 있으나 치열한 가격 경쟁으로 더욱 하락화되고 있으며 최근 치과분야에서 얼붙야그 레이저를 연구하고 있는 형편이다.

우리나라도 구식의 레이저와 국내시장만을 목표로 한 소기업의 일시적이고 소극적인 투자와 값싼 제품의 조립 생산에서 벗어나야 한다. 중기업 규모 이상에서 고급인력의 집중 투자를 기반으로 선진의 기술흐름을 읽고 앞선 제품을 상품화해 수출 전선에 앞섰으면 한다.

레이저의 개발추세는 임상효과를 우선으로 신뢰성, 소형화와 간편성에 기준을 두고 있으므로 기체 및 액체 레이저에서 고체 및 Diode레이저로 가고 있다. CO₂레이저는 Er:YAG와 Diode로 대체되고 있으며, Ruby와 Nd:YAG레이저는 Alexandrite와 Diode레이저로 대체되고 있다. 혹자는 5년 후에는 Alexandrite, Er:YAG와 Diode레이저만이 사용될 것이라고 한다.

레이저 개발은 종합기술이 필요하다. 광학기술, 고압전기전자기술, 기계기술과 컴퓨터기술이 필요하다. 우리나라는 광학기술과 컴퓨터 제어 기술은 어느 정도 준비되어 있으나 관련 고압 전기전자기술과 기계기술은 대단히 낙후되어 있어, Prototype의 제품은 생산하나, 신뢰성 있는 좋은 제품을 만들기는 어려운 형편이다. 따라서 관련 기술의 집중육성이 필요하다. 그리고 좋은 의료용 레이저에 따른 생체물리학(Biophysics)의 기술도 함께 연구돼야 한다

적용분야 및 응용원리

의료용은 치료용과 진단용으로 구분되며, 치료용이 대부분을 차지하고 있다. 현재 레이저는 피부과, 성형외과, 이비인후과, 산부인과, 치과, 안과 등의 신체외부의 피부치료로부터 비뇨기과, 신경외과 등에서 광파이버를 통한 신체의 내부 치료까지 광범위한 치료에 적용되고 있으며 응용의 범위는 점점 확장되고 있다.

레이저는 빛의 파장에 따른 선택성(Selective Photothermolysis), 빛의 조사시간에 따른 치료 범위 선택성(Thermokinetic selectivity), 비접촉성(Non-Contacting)과 투과성(transmission) 등의 성질을 이용해, 치료부위만을 가장 이상적으로 치료할 수 있기 때문에 다른 치료 방법보다는 우선시 되고 있으며, 여러 레이저를 결합(Combination)하여 치료를 하고 있는 상황이다.

레이저의 치료는 레이저 빛의 에너지를 열(Photothermal effect), 소리(Photoacoustic effect), 화학반응의 촉진에너지(Photochemical effect), 세포 내의 신진대사 촉매 에너지(Photobiostimulation effect)로 전환해 이용하는 것으로서, 열로 이용하는 것(Photothermal effect)이 대부분의 Application을 차지하고 있다.

소리로 변환 이용하는 것(Photoacoustic effect)은 피부과에서 문신과 색소병변(Pigmented lesion)의 제거치료와 치과에서 치아(Hard Tissue)식각치료에 적용하고 있다. Photochemical effect는 암세포만 제거하는 신진기술인 PDT(Photodynamic Therapy)에 이용되고 있으며, Photobiostimulation effect는 Soft Therapy 레이저로 세포분열의 속도를 가속하여 재생부위의 피부회복(Wound healing)의 시간을 단축하는 데 적용하고 있다.

피부과와 성형외과 시장이 가장 크며, 레이저는 일반 외과용 CO₂레이저, 문신 및 색소병변치료용 Q-switched Alexandrite Ruby Nd:YAG 레이저, 혈관병변(Vascular lesion)치료용 Dye KTP레이저, 피부 박피용 Er:YAG CO₂ 레이저, 털 제거용 10-40 ms Alexandrite Diode 레이저가 주종을 이루고 있으며 피부회복을 돕는 소프트 레이저 등이 쓰이고 있다.

안과시장은 두번째로 크며 각막 식각용(라식)과 망막의 Coagulation용이 일반적이며, 라식 수술은 Excimer자외선 레이저로 3-5억대의 가장 비싼 의료용 레이저 시장으로 대부분 미국의 레이저가 쓰이고 있다. 망막의 Coagulation은 Nd:YAG레이저가 쓰이고 있고, 최근 백내장 치료에 레이저가 이용되고 있다.

치과에서는 치아(Hard tissue)와 잇몸(Soft tissue)을 치료하는 레이저로 구분되며, 치아는 Er:YAG레이저가 잇몸은 Nd:YAG레이저가 쓰이고 있으며, 기타 시멘트 큐어링용으로 소형의 Ar 과 Diode레이저가 이용되고 있다.

비뇨기과에서는 전립선 치료용(Nd:YAG)과 요석 제거용(Ho:YAG) 레이저가 쓰이고 있다.

신경외과 등에서 Coagulation(Diode)로 쓰이고 있으며 암 치료에 적용하는 것을 연구하고 있다.

어떤 병변에 레이저를 선정할 때에는 다음의 5가지 요소를 고려하여야 한다.

1. 색소체(Chromophore)
2. 조사파장(Wavelength)
3. 조사시간 : 펄스 폭(Pulsewidth)
4. 조사량(Fluence & Peak power)
5. 조사면적(Spot size)

색소체는 빛의 흡수체를 의미하며, 먼저 치료하고자 하는 부위의 조직의 색소체를 선정해야 한다. 현재 대부분의 색소체는 조직에 포함된 물 성분, 피부에 포함된 멜라닌(Melanin)과 혈관 속의 적혈구에 포함된 산화 헤모글로빈이며, 최근에 콜라겐(Collagen) 등을 색소체로 하는 연구가 진행중이다. 또한 광감체(Photosensitizer)를 특수조직에 결합시켜 색소체로 하는 방법 등이 개발되었다.

조사파장은 조사한 레이저 빛이 선정된 색소체와 광학 작용이 있어야 한다. 광학작용이란 선정된 색소체의 고유한 진동수가 조사 빛의 진동수와 일정한 영역 안에 있을 때만이 빛이 색소체에 흡수되며, 만약 작거나 커서 범위를 벗어나면 빛이 흡수되지 않고 반사하거나 투과함을 의미한다. 따라서 조사 빛의 진동수, 즉 파장($=C/\text{진동수}$, C: 빛의 속도)에 따른 선택성을 Selective Photothermolysis라 한다. 색소체가 물인 경우는 적외선 영역으로 $3\mu\text{m}$ 와 $10\mu\text{m}$ 에 peak인 흡수 스펙트럼을 가지고 있으며, 멜라닌은 자외선 영역의 흡수 스펙트럼을 산화 헤모글로빈은 417, 542nm와 577nm의 peak점을 가지고 흡수 스펙트럼을 가지고 있다. 따라서 물은 CO₂ ($10.6\mu\text{m}$)와 얼붙야그(Er:YAG : $2.94\mu\text{m}$) 레이저가 쓰이고 있으며, 멜라닌은 Ruby(694nm)와 알렉산

드라이트(755nm) 레이저가 쓰이고 있으며, 산화 헤모글로빈은 KTP(KTP+Nd:YAG , 532nm)와 Dye($585\text{--}600\text{nm}$) 레이저가 쓰이고 있다. 또한 파장이 길며 깊이 침할 수 있어 빛의 침투 깊이에 관여한다.

조사시간(펄스 폭:Pulsewidth)은 치료하고자 하는 조직의 TRT(Thermal Relaxation Time)에 의해서 결정한다. TRT 보다 짧으면 온도가 올라가 조직의 온도를 상승시켜 고온을 얻을 수 있어서 조직을 응고시키거나 제거할 수 있으며, TRT보다 길면 조직의 온도 변화가 적어 조직을 수축하거나 재생하는 데 적용할 수 있다. TRT는 크기에 따라 커지므로 크기가 다른 두 조직을 선별하여 제거할 수 있다. 따라서 피부의 털을 제거할 때 아주 작은 피부의 멜라닌은 구하고 털만 제거할 수 있는 이론인 Thermokinetic Selectivity원리가 만들어진다.

빛의 조사량은 에너지와 파워로 나타내며, 에너지는 펄스레이저에서 J(Joule)단위로, 파워는 CW(Continuous Wave : 연속 발진)레이저에서 W(Watt : 일초 동안의 에너지의 합)단위로 나타낸다. 실제 치료에서는 면적개념의 플루언스(Fluence : J / cm^2)와 시간 개념인 피크파워(Peak power : J / sec)의 개념에서 이해되어야 한다. 대부분의 레이저는 이중 플루언스(J / cm^2)를 기본단위로 쓰고 있다. 조사량에 따라 $55\text{--}75^\circ\text{C}$ 에서는 Thermal effect가 나타나 수축이 되나 재생(Regeneration)되며, $80\text{--}120^\circ\text{C}$ 에서는 응고되므로 괴사(Necrosis)하고 딱지(Crust) 등을 통해 서서히 제거하고자 할 때 적용되고, 120°C 이상에서는 즉시 증발(Vaporization)시켜 즉시 제거하고자 할 때 적용된다. 시간개념의 Peak power가 메가 와트(MW : 106)가 되며 1/수억 초 내에 수백~수천 $^\circ\text{C}$ 이상이 되어 빛의 에너지를 초음파의 소리에너지로 전환하는데 이때 발생한 초음파에 의한 조직을 제거하는 데 적용한다.