

# 피부과/성형외과 영역에서의 질환치료를 위한 레이저 임상적용

박 기 범

성균관대학교 의과대학/삼성서울병원 피부과

## 1. 서 론

급속한 과학의 발달에 따라서 여러 가지 레이저가 지속적으로 개발되었으며 이를 이용하여 예전에 치료할 수 없었던 여러 가지 난치성 피부 질환의 치료가 가능하게 되었다.

임상적으로 환자의 치료에 사용된 최초의 레이저는 1960년에 Theodore Maiman이 개발한 Ruby laser로 알려져 있으며, 1962년 Bell Laboratories에 의한 Helium-neon(He-Ne) laser는 적색광으로서 단지 강의시에 포인터로서 사용되기 시작했다. 그 후 1964년 Bridges에 의한 Argon ion laser가 발명되어 피부에 발생하는 여러 가지 선천성, 또는 후천적인 여러 혈관 병변의 치료에 효과적으로 쓰이기 시작했고, 1964년에는 carbon dioxide laser(CO<sub>2</sub> laser)가 개발되어 본 의학 분야에서 가장 널리 임상적으로 적용되어 쓰이게 되었다. 이러한 레이저가 개발된 후에도 Neodymium(Nd):YAG laser, Copper vapor laser, Ruby laser, Tunable dye lasers, Alexandrite laser 등이 계속 개발되어 그 동안 최선의 치료방법을 찾지 못하고 있던 여러 색소성, 또는 혈관성 피부 질환의 치료에 효과적으로 사용되었으며 피부의 주름을 보다 효율적으로 제거하기 위한 노력으로 Erbium(Eb):YAG laser, Ultra-pulsed mode CO<sub>2</sub> laser, 펄스시간을 최대한 단축시킨 Q-switched mode의 개발과 여러가지 스캐너를 장착한 모델들이 계속 개발되어 여러 피부 질환의 치료에 사용됨으로써 이제는 레이저에 의한 혁명을 이루었다고 해도 과언이 아니라고 생각된다.

## 2. 피부미용 분야의 치료에 사용되는 레이저 장비들의 치료원리

레이저 기기에 의하여 발생한 레이저빔이 살아있는 조직에서 원하는 최상의 효과를 얻기 위해서는 빛의 파장(wavelength)과 대상의 광학적 특징(optical characteristics of target)이 가장 중요한 요인이 될 수 있다.

## 2.1 선택적 광열분해(Selective Photothermolysis)

빛은 수많은 파장으로 구성되어 있으며 각각의 파장은 선택적으로 자신이 좋아하는 색깔에 흡수된다. 따라서 이러한 특성을 사용하면 특정한 색을 지니는 목표를 파괴하기 위하여 특정 파장을 쪼이게 되면 주변 조직은 손상을 입지 않고 목표만 선택적으로 파괴할 수 있게 된다. 이러한 효과를 Selective Photothermolysis라고 하며 1961년 Rox Anderson과 John Parrish에 의하여 처음 제기되어 현대 레이저 치료의 큰 변화를 일으켰다. 피부에는 이러한 이론의 대상이 되는 target로서 색을 지니는 물질(chromophore)로는 적혈구내의 Oxyhemoglobin과 Hemoglobin이 붉은 색을, 표피세포의 melanin이 검은 색을 지니고 있어서 치료용 레이저의 주요 목표가 된다. 또한 피부 조직내의 수분이 이들 Chromophore들과 경쟁함으로써 선택적 흡수를 방해하고 있다.

## 2.2 선택적 광열분해의 삼대요소

레이저 장비에서의 치료효과를 결정하는 세 가지 중요한 요소로서 레이저 기기의 파장(wavelength)과 용량(fluence; J/cm<sup>2</sup>), 그리고 노출 시간(exposure duration; pulse width)을 들 수 있다. 각각의 피부병변의 치료를 위해서는 각 병변에서 파괴하고자 하는 목표의 색깔을 주로 목표로 할 수 있는 파장을 지닌 기기를 선택하는 것이 필수적이다. 또한 충분하면서도 지나치지 않는 에너지 용량을 병변부에 조사하여야 하며, 홍터를 남기지 않기 위해서는 이 에너지를 적절한 시간동안 병변부에 맞춰서 쬐여야 원하는 최상의 효과를 기대할 수 있다.

## 2.3 Thermal Relaxation Time

어떤 목표를 파괴하기 위해서는 대상이 파괴되기 위한 충분한 시간동안 에너지를 노출시켜 주어야 하는데, 이렇게 목표조

표 1. 대표적인 광열분해를 이용한 레이저 장비 및 파장

Target	Laser	Wavelength	Pulse width	Fluence
Microvessels	Pulsed dye	585 nm (yellow)	400 sec	6~8 J/cm <sup>2</sup>
	Microspot Ar	Same	30 sec	10~15 J/cm <sup>2</sup>
Melanosomes & tattoos	Pulsed dye	510 nm (green)	300 nsec	3~5 J/cm <sup>2</sup>
	Q-sw Nd:YAG	532 nm (green)	10 nsec	3~5 J/cm <sup>2</sup>
	Q-sw Ruby	694 nm (red)	30 nsec	6~8 J/cm <sup>2</sup>
	Alexandrite	755 nm	100 nsec	6~8 J/cm <sup>2</sup>
	Q-sw Nd:YAG	1064 nm (NIR)	10 nsec	10~15 J/cm <sup>2</sup>

적이 받은 열에너지를 발산하면서 주위 조직으로 다시 50% 정도 내보내는데 소요되는 시간을 Thermal relaxation time (TR 또는 TRT)이라고 한다. 이는 주로 대상의 크기에 의해서 결정되며 큰 조직일수록 긴 시간이 필요하고 작은 조직은 훨씬 짧은 시간에 쉽게 파괴될 수 있기 때문에 이러한 조직간의 TR 차이를 이용하여 일정한 파장의 레이저를 최적 시간동안 노출시켜서 대상조직만을 선택적으로 파괴할 수 있게 되는 것이다.

### 3. 피부과에서 사용되는 레이저들

#### 3.1 탄산가스 레이저(CO<sub>2</sub> laser)

현재 가장 널리 쓰이는 레이저 중의 하나라고 할 수 있다. 비교적 저가이면서 여러 가지 목적으로 널리 쓸 수 있다. 파장은 10,600 nm이며 특정 색깔에 선택적인 흡수를 보이는 것이 아니고 주로 세포내외의 수분에 비선택적으로 흡수된다. 따라서 조직 손상이 레이저의 파워에 의하여 주로 결정되므로 쉽게 예상보다 많은 열손상을 초래할 위험이 있으므로 주의하여 사용하여야 한다. Focusing mode와 defocusing mode가 있으므로 조직을 절개할 경우에는 focusing mode를 사용하여 높은 출력을 사용하고 조직을 기화(evaporization)시킬 때에는 defocusing mode를 사용한다(그림 1).

탄산가스 레이저는 주로 점(모반)의 제거나, 사마귀, 티눈제거, 표피모반 등의 치료에 사용되어 왔으며 노인들에게 빈발하는 검버섯 치료에 탁월한 효과를 보인다(그림 2). 수년 전부터 스캐너를 장착하거나, 또는 super-pulse/ultra-pulse mode 등을 이용하여 안면의 주름을 제거하거나 흉터제거, 수두, 마마자국 제거 등에 사용되면서 선풍적인 인기를 얻고 있다(3.3항에서 자세히 설명).

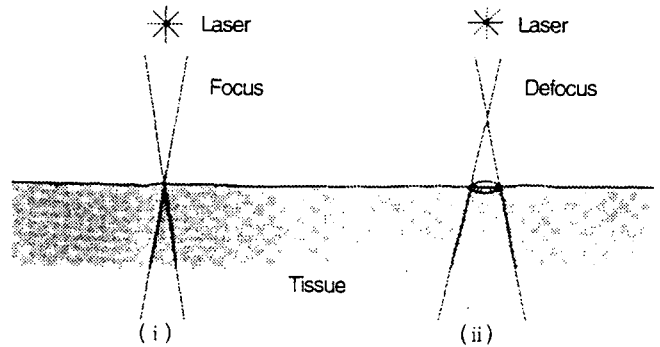


그림 1. 탄산가스 레이저의 focused mode와 defocused mode.

#### 3.2 색소 레이저(Flashlamp-pumped pulsed dye laser: FLPDL)

색소 레이저는 oxyhemoglobin의 붉은 색과 melanin 색소의 검정색을 주로 목표로 하여 이에 가장 잘 흡수되는 파장을 이용하여 선택적으로 대상을 파괴하는 레이저로서 주로 붉은 색을 지니는 혈관종이나 혈관확장증, 주사 등의 치료에 사용되는 파장(577 nm, 585 nm)과 멜라닌을 지니는 주근깨, 흑자, 검버

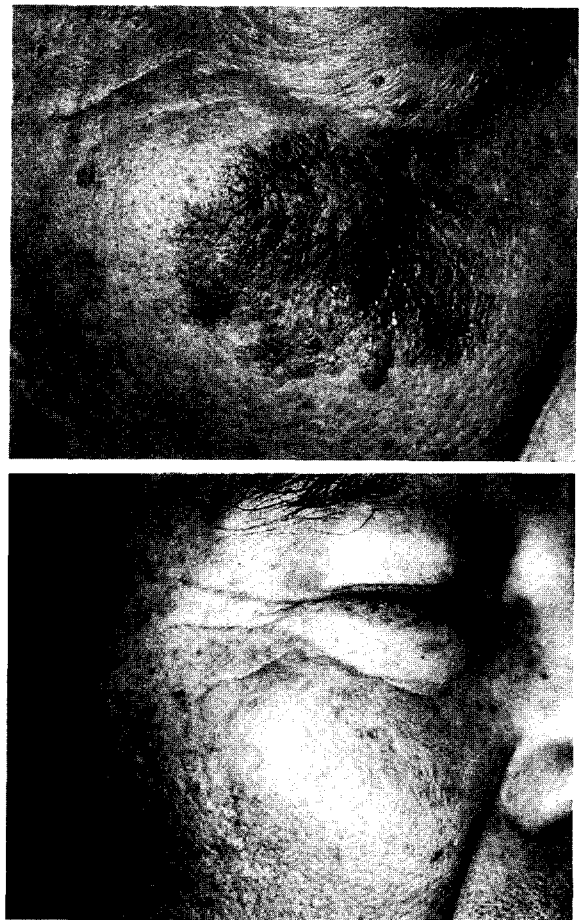


그림 2. 안면에 발생한 검버섯의 치료 전, 후 임상사진.

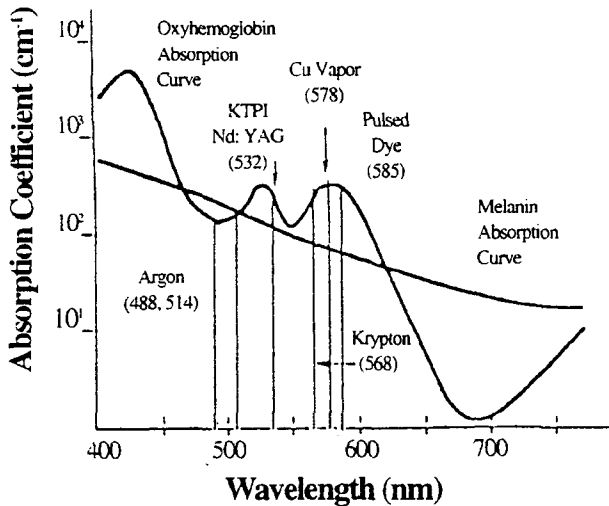


그림 3. 혈관성 피부병변의 치료에 사용되는 레이저의 종류 및 파장.

셋 등과 오타씨 모반, 베커모반, 문신 등의 치료에 사용되는 파장(511 nm, 514 nm, 532 nm, 1064 nm)으로 크게 나눌 수 있다.

혈관종의 치료에는 주로 577 nm나 585 nm의 dye laser를 pulsed mode로 사용하는 것이 가장 효과적이거나 일부 성인환자에서, 또는 짙은 적자색을 띤 환자에서는 Argon, Copper vapor, Krypton, Diode 등의 레이저를 쓰기도 하며 치료시 continuous mode를 사용하기도 한다(그림 3, 4, 표 2).

근자에는 소아환자에서 치료효과를 최대화하기 위한 조기치료의 중요성이 강조되어 전신 마취하에 안전하게 시행하는 방

표 2. 혈관성 피부병변의 치료에 사용되는 레이저의 특성

Laser	Lasers for Vascular Lesions		
	Wavelength (nm)	Color	Type
Argon	488~514	Blue-green	CW
Argon dye	577~630	Yellow-red	CW
KTP	532	Green	Pulse train
Krypton	568	Yellow	CW
Copper vapor	578	Yellow	Pulse train
Pulsed dye	577, 585	Yellow	450 $\mu$ sec pulse
Q-switched Nd:YAG	595, 600	Yellow	1.50 nsec
(frequency doubled)	532	Green	20 nsec pulse

표 3. 혈관종에서의 레이저 치료 적응증

1. 기능성 장애가 초래될 위험이 있는 경우
2. 궤양을 형성할 때: 급속도로 성장할 때나 자주 다치거나 습한 부위인 경우(예, 사타구니, 항문주위)
3. 미용적으로 보기에 안 좋은 경우: 쉽게 눈에 띄는 부위나 넓은 부위

법들이 시행되고 있다. 또한 일부 혈관종 환자에서도 저절로 없어질 때까지 기다리지 않고 미리 치료하자는 주장도 제기되고 있다(표 3).

색소성 피부병변의 치료에는 색소의 위치에 따라 표피성 색소와 진피성 색소로 나눌 수 있는데, 표피성 색소로는 주근깨, 검버섯, 노인성 흑자 등이 대표적이며, 진피성 색소로는 오타씨 모반과 문신이 대표적이라고 할 수 있다. 표피성 피부병변에는 주로 511~514 nm인 pigment dye laser나 532 nm의 fre-

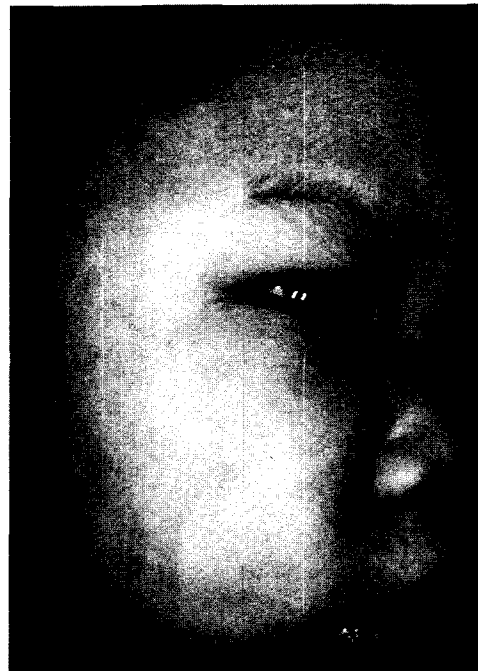


그림 4. 혈관종의 하나인 화염상 모반의 치료 전, 후의 임상사진.

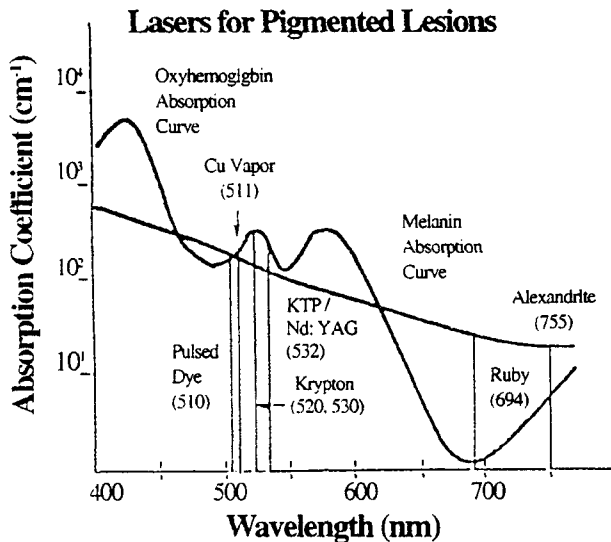


그림 5. 색소성 피부병변의 치료에 사용되는 레이저 종류 및 파장.

quency-doubled, Q-switched Nd:YAG laser, 694 nm Ruby laser가 효과적이며, 진피병변에는 1064 nm Q-switched Nd:YAG laser, Ruby laser, 755 nm Alexandrite laser가 효과적으로 사용된다(그림 5, 6, 표 4).

### 3.3 레이저를 이용한 주름 제거 및 흉터제거술(Skin Resurfacing)

인간의 영원한 욕구인 늙지 않는 피부를 위하여 수많은 노력들이 행하여져 왔는데 과학의 발달에 따른 의학의 놀라운만한 발전으로 여러 가지 치료방법들이 개발되었으며 레이저를 이용한 미용성형술도 그 중의 대표주자격으로 이미 인정받고 있다. Face lift, 안검성형술 등의 수술을 통한 치료방법은 기술적으로 어렵고, 부작용이 많으며, 일광손상을 입은 피부까지 제거할 수 없는 단점이 있다. 요즘 널리 쓰이는 화학박피술은 임상 및 조직학적으로까지 상당한 효과를 나타내고 있으나 이 또한 많은 문제점과 위험성을 지니고 있다. 반면에 최근 널리 쓰

표 4. 색소성 피부병변의 치료에 사용되는 레이저의 특성

Laser	Lasers for Pigmented Lesions		
	Wavelength (nm)	Color	Type
Alexandrite	755	Red	100 nsec pulse
Argon	488	Green	CW
Argon-dye	577-585	Yellow	CW
Copper vapor	511	Green	Pulse train
Pulsed dye	510	Green	300 μsec pulse
Krypton	520	Green	CW
Q-switched ruby	694	Red	25~40 nsec pulse
Q-switched Nd:YAG	1,064	Infrared	20 nsec pulse

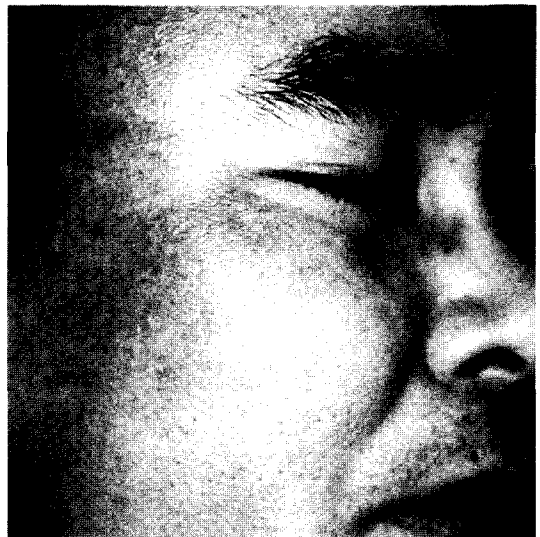


그림 6. 오타씨 모반의 치료전, 후 임상사진.

이고 있는 레이저를 이용한 주름제거술은 주름제거 뿐만 아니라 여드름흉터, 수술이나 외상에 의한 흉터, 수두, 마마자국까지도 상당히 효과적으로 치료할 수 있게 되었다. 현재 주로 많이 사용되는 레이저로는 CO<sub>2</sub> laser with scanner(Sharplan Silk-Touch or Feather-Touch; Coherent Ultra-pulse; Tru-pulse), Erbium(Eb):YAG laser 등이 있다.

David 등에 의하여 1989년 이후 시작된 레이저를 이용한 안면 성형술은 처음에는 일광 각화증의 치료에서 시작하여 많은 레이저 장비가 새로 개발되었다. 이 새로운 장비들은 최소한의 열손상을 주면서 정확하게 원하는 깊이만큼 출혈없이 깎아내게 되어 기존의 치료방법과 비교하여 놀라운 치료효과를 보이게 되었다(그림 7).

#### 3.3.1 레이저를 이용한 주름제거 치료기전

널리 쓰이는 레이저로 CO<sub>2</sub> Laser와 Eb:YAG Laser가 있는데

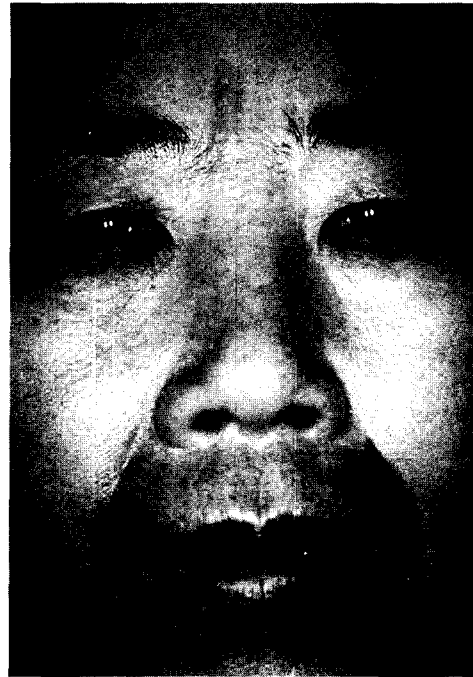


그림 7. 주름제거를 위한 레이저 치료 전, 후의 임상사진.

모두 H<sub>2</sub>O에 대하여 가장 높은 흡수도를 보이는 파장을 지닌 광선들이다. 하지만 이 광선들은 비선택적 흡수를 보이기 때문에 피부에 오는 손상을 최소화하기 위해서는 TR인 1 msec보다 짧은 시간내에 레이저를 피부에 조사하여야 한다. 이러한 목적을 위하여 각종 스캐너를 부착하거나 초단시간내에 레이저를 노출시키는 장비들이 개발되었다. 레이저가 주름진 피부에 미치는 영향은 콜라겐 섬유의 VCR, 즉 증발(Vaporization), 수축(Contraction), 재생(Remodelling)의 세 가지로 요약할 수 있다. 레이저에 의하여 표피층이 증발되며 계속되는 펄스시그널의 진피조직이 열손상을 받으면서 그 내부의 콜라겐 섬유가 수축한다. 이 콜라겐 수축이 레이저 박피술의 초기효과에 관여한다고 생각되어진다. 이후 수 개월에 걸쳐서 진피내에서 제거된 노화 콜라겐 섬유대신 새로운 콜라겐 섬유합성이 지속되어 피부는 노화 이전의 단계로 상당부분 회복되는 것으로 생각된다.

### 3.3.2 레이저 박피술시 주의사항 및 문제점

이미 다른 연구에서 제시된 바와 같이 레이저 박피는 화학 박피나 기계적 박피보다 수술 후 저색소 침착증의 빈도가 낮다고 한다. 반면에 피부색이 더 짙은 환자는 과색소 침착이나 저색소 침착의 가능성이 높으므로 주의하여 치료하여야 한다. 따라서 레이저 치료 후에는 과색소 침착의 위험이 높으므로 햇빛 노출을 금하도록 하여야 한다. 또한 레이저박피는 잠재성 헤르페스 감염을 유발시켜 비후성 반흔을 초래할 수 있으며 세균감

염도 드물게 일어날 수 있다. 이를 개선하기 위하여 새로운 장비들이 계속 개발되었으며 적절하게 치료를 받은 경우 합병증의 위험이 많이 감소되었으며 대개는 일시적인 경우로서 이제는 크게 문제가 되지 않는다고 생각된다.

## 3.4 레이저를 이용한 제모술(Laser Hair Removal)

우리 몸의 불필요한 보기 싫은 털을 없애고 싶어하는 것은 모든 여성, 그리고 일부 남성들까지도 원하는 바람이라고 할 수 있다. 이를 이루기 위하여 기존에 사용되었던 면도나 크림, 초단파 전류 등을 이용한 제모술 대신에 1997년부터 미국 FDA 승인을 얻은 제모용 레이저들이 개발되어 구미 지역에서는 이미 선풍적인 인기를 얻고 있다. 하지만, 이는 피부가 흰 서구인들을 대상으로 개발된 레이저이므로 우리같은 갈색 피부의 동양인에게의 안전성이 확실하게 입증된 상태이므로 표피 손상이나 색소침착 등의 문제점들이 있어 아직까지는 주의가 요망되는 수준이므로 조심스럽게 사용되는 정도이다.

### 3.4.1 레이저를 이용한 영구 제모술의 원리

이미 언급한 것처럼 selective photothermolysis를 이용하여 선택된 파장의 레이저를 충분한 에너지로 적절한 펄스만큼 조사하면 모낭에 충분히 흡수된 에너지가 모낭을 영구적으로 파괴시켜 영구탈모를 일으킬 수 있다. 레이저 제모의 주요 인자는 모발의 색, 모발의 굵기, 진피내의 깊이가 관여하며 검은

**표 5. 제모용 레이저의 종류**

1. High energy Ruby laser with cold handpiece: Palomar Epilaser (Spectrum)
2. Ruby without cooling device using cooling gel: Chromos 694 Ruby laser, Sharplan Epitouch Ruby laser
3. High energy, long pulse Alexandrite laser: Cynosure Photogenica LPIR, Sharplan Epitouch Alex, Candela Gentlase
4. Filtered flashlamp: ESC Epilight
5. Diode laser: 800 nm, Palomar-Star Lightsheer(Coherent)
6. QSND:YAG with C-cream: Thermolase Softlight

모발에 흰 피부를 지닌 사람이 가장 효과적인 대상이 될 수 있다. 최근에 많이 사용되기 시작한 제모용 레이저는 기존 레이저의 pulse duration보다 수십배 긴 조사시간을 지닌 루비레이저(694 nm)를 위시하여 알렉산드라이트 레이저(755 nm), 장파장 레이저, 다이오드 레이저(800 nm) 등 많은 종류가 이미 시판되고 있다(표 5).

**3.4.2 레이저 제모술의 미래**

현재까지 개발된 레이저가 피부색이 희지 않은 유색인종에

게 만족한 결과를 주지 못함에 따라 새로 개발되는 레이저는 보다 더 표피를 보호할 수 있는 기종으로 개발되어야 하기 때문에 표피를 보호하기 위한 여러 가지 종류의 냉각장치나 더 강력한 파워를 지니면서도 높은 피부 투과력을 지닌 제품들이 개발될 것으로 기대된다.

---

**저자약력**

성명 : 박기범  
현 근무처 : 성균관대학교 의과대학 피부과학교실 부교수/삼성서울병원 피부과  
최종 학력 : 94년 서울대학교 의과대학 피부과학 의학박사  
주요 경력 : 전 경상대학교 병원 피부과장/경상대 의대 피부과 주임교수  
미국 UCLA Medical center 연수(92. 7.-93. 6.)  
미국 Harvard 의대 Massachusetts General Hospital 연수(97. 1.-97. 12.)  
e-mail: kbpark@smc.samsung.co.kr