

레이저 치료법 신비의 베일을 벗긴다

서 언

공상과학 영화나 소설 속에서 죽음의 광선으로 그려지고 전쟁에서는 최첨단 무기로 사용되어온 레이저, 그러나 의학계에서는 이와 정반대로 사람을 살리고 치료하는 용법으로 사용되고 있다. 레이저의 발명이후 구미 및 유럽, 동구권, 일본 지역 등에서는 레이저를 이용한 수술 및 치료가 상당히 보편화되어있는 실정이다.

이제 우리나라도 치과 뿐만 아니라 외과, 산부인과, 안과, 한방 및 물리치료실 등에 그 사용이 점차 확산되어 가고 있으며 레이저 치료 효과에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으므로 이제 레이저 치료가 선진국만의 독점이 아닌 만큼 우리에게 닥아온 현실로서 앞으로 보편화될 치과 분야의 레이저 치료에 대한 올바른 이해를 돕고자 레이저광의 원리와 레이저 효과, 레이저의 올바른 사용법, 레이저 치료기의 선택 방법 등을 알아보도록 한다. 그러나 레이저의 원리나 응용분야 등을 설명 하기에는 너무나 광범위 하기 때문에 우선 여기에서는 의학분야 특히 치과 의사분들의 이해를 돕고자 관련 부분만 기술 하고자 한다.

1. 레이저란 무엇인가

LASER란 용어는 LIGHT AMPLICATION BY STIMULATED EMISSION OF RADIATION 즉, "유도방출에 의한 빛의 증폭"이란 첫머리 글자로 일종의 광파 혹은 전자파로서 보통 우리가 일상적으

로 접할 수 있는 빛과 매우 다른 특성을 가지고 있다. 바꾸어 말하면 레이저는 광원 혹은 전형적인 물리적 성질을 가지고 있는 확대된 빛이다.

1917년 아인슈타인이 광입자론을 통해 이론을 발표한 이후로 1960년 미국 휴즈 항공 연구소의 바이만(T.H.BAIMAN)에 의해 인조 루비 LASER를 응용한 의학적 연구가 처음으로 시작 되었으며 그후 1970년대에는 군사, 산업, 항공, 의학 분야 등에 LASER의 이용 범위가 확대되고 He-Ne가스를 이용한 저출력 레이저가 치과 분야에서 이용되기 시작했으며 1980년대에는 반도체 레이저가 등장하여 레이저가 인체에 침투하여 생체자극 효과를 주므로서 치과 및 한방, 정형외과 등에 사용이 확산되었다.

현재는 반도체 레이저의 발달로 저출력 레이저(SOFT LASER)에서 MID-LASER(MEDIUM POWER LASER)로 향상되어 치료 효과가 더욱 빨라졌다. 사실 반도체 레이저가 나오기 전에는 헬륨네온(He-Ne)가스를 이용한 저출력 레이저 치료법이 오랫동안 존재해 왔다.

그러나 헬륨네온 레이저는 약 5mm정도의 침투 효과를 가지며 피부 상층에서 왕성한 활동을 하여 상처 부위 화상 같은 피부 표면상의 치료를 하여야 하는 피부과 분야에 적절히 사용될 수 있으나 피부 표면으로 상처의 깊이는 부위 즉, 내부 깊숙히 자리잡고 있는 생물학적 효과를 내는데는 최근 35mm~40mm까지 침투(Penetration)가능한 반도체 레이저 만이 효과를 볼수가 있다.

2. 레이저의 원리 및 레이저 광의 특성

1) 레이저의 원리

어떤 특정 원자나 분자들은 무수히 많은 불연속적 에너지 준위 들을 가지고 있다. 이들 에너지 준위들 가운데에서 원자나 분자 들이 어떤 에너지 준위 E_1 과 다른 에너지 준위 E_2 사이에서 전이 할때 광을 흡수 하거나($E_2 > E_1$), 방출하게 되는데($E_2 < E_1$) 이때 광파의 진동수 ν 와 에너지 준위 사이의 관계식은 다음과 같다.

$$h\nu = |E_2 - E_1|$$

여기에서 h 는 플랑크 상수로서 6.63×10^{-34} Joule/sec이다. 이때 주의할 점은 진동수를 가진 광 파만이 E_2 와 E_1 사이의 천이에 있어서 흡수되거나 방출된다는 것이다.

EINSTEIN(1917년)의 유도방출 이론에 의하면 외부에서 입사시킨 광과 여기된 에너지 준위와의 상호 작용은 유도방출(STIMULATED EMISSION)이 가능하다는 것이다. 이때 유도방출된 광파는 진행 방향, 진동수 및 위상이 입사광과 똑같게 된다. 이 3가지 양들이 같게되기 때문에 유도방출에 의해

서 생긴 광들은 레이저 광선의 특성인 단색성, 집속성(저항성),가간섭성, 광휘도성을 가질 수 있게 된다.

2) 레이저 광의 특성

A) 단색성 : 레이저 광은 프리즘을 통과 하여도 일 반광선 처럼 여러가지 빛으로 나타나는 것이 아니라 들어갈때와 같은 색의 빛만이 나타난다. 이것은 두 에너지 E_1, E_2 준위 차이에 의해 빛의 파장이 항상 일정하기 때문이다.

B) 집속성(응집성) : 레이저 광은 동일한 위상을 가지므로 유도방출에 의해 증폭된다. 따라서 집속된 광선을 이루게 된다.

C) 직진성(가간섭성) : 유도방출에 의한 순수하고 강력한 빛으로 직진하게 된다. 그러나 반도체 레이저의 경우 다소 확산된다.

D) 광휘도성 : 광휘도는 단위 면적당 방출 에너지의 양을 말함으로 좁은 면적에서 발산되나 직진되므로 그 밝기는 매우 높아 태양빛의 1천배 이상 되기도 한다.

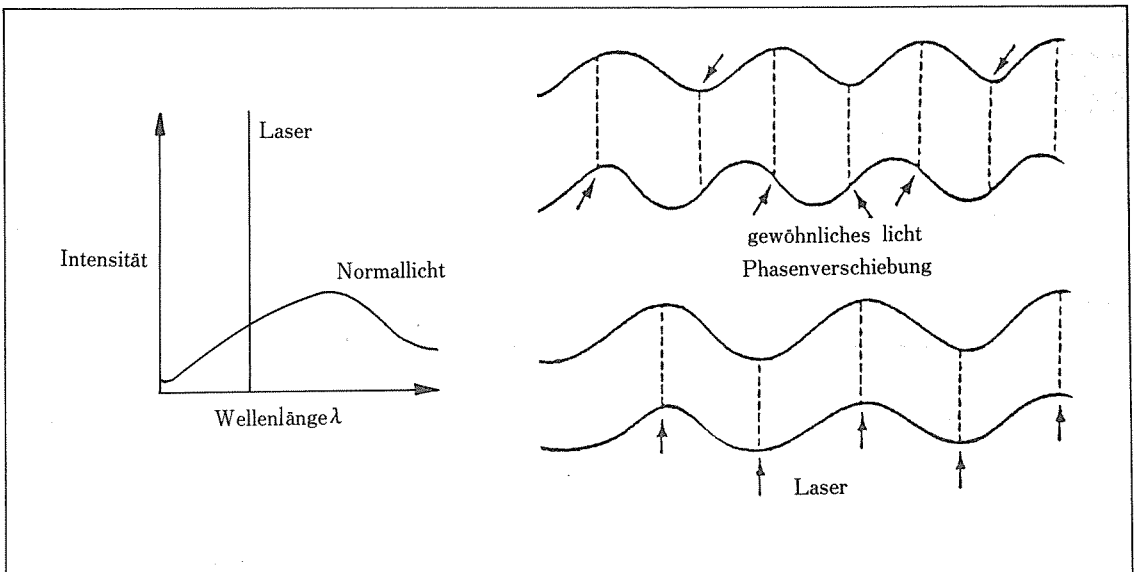


그림 1. 보통의 빛과 비교한 레이저의 스펙트럼 밴드 폭



· DENS-BIO LASER로 지각과민을 치료하는 모습(90%이상 완치된 임상결과가 나타났다).

3. 어떻게 레이저로 치료가 가능한가?

이러한 레이저 광으로 유럽, 구미 지역에서는 오래전 부터 레이저에 의한 생체학적 자극(Biostimulation)요법으로 통증이나 지각과민, 상처 증기치료 등을 실시해 왔다. 그렇지만 그동안 어떤 작용으로 레이저로 통증 및 지각과민, 상처 치료가 가능한지에 대해서는 구체적으로 밝혀지지 않았는데 치근에야 소련과학 아카데미 레이저 기술 센터의 티나 카루 박사에 의해 그 신비의 베일이 벗겨지게 되었다.

소련 과학 아카데미에서 레이저 치료의 신비를 벗기다

티나 카루 박사는 개별 세포에 대한 빛의 영양에 관한 연구를 통해 레이저 빛이 세포의 기능을 활성화 시키기도 하고 억제 시키기도 한다는 사실을 밝혀냈다. 흥미로운 점은 치료 효과가 레이저 빛을 일반 빛과 구분 지어주는 속성인 응집 및 편광에서 비롯되는 것이 아니라 빛의 파장과 밀도에 의한 것이라는 사실이다. 카루 박사는 세포에 미치는 영향이 레이저 자체에 의한 것인지를 알아보기 위해 일반 광, 레이저 광 백색 형광의 세포에의 영향에 대한 연구를 실시했

다. 세포는 주로 면역 기능을 지닌 임파구 세포, 식균세포를 이용했다.

시험 결과는 저밀도 레이저를 단기간 쬐면 세포를 자극 활성화 시키는데 반해 고밀도로 장기간 쬐면 기능을 억제 시키거나 아예 무력화시켜 버린다.

즉, 자극 또는 억제에 필요한 빛의 양은 빛의 종류에 의한다가 보다 파장에 따라 다르다는 사실을 발견한 것이다. 카루 박사는 빛의 밀도나 파장이 세포의 호흡 작용이나 신진 대사에 영향을 주어 치료가 이루어지는 것이라고 설명하면서 빛은 세포의 호흡기계와 관련된 화학물질을 활성화 시키는데 만일 적은 용량(SOFT LASER or MID LASER)을 투여하면 분자를 통해 세포 활동을 촉진 시키지만 많은(HARD LASER)용량을 투여하면 세포 자체를 파손시킨다고 한다.

또, 치료효과가 세포의 상태에 따라 다르게 나타난다. 세포는 여름 보다는 겨울에, 영양 상태가 좋은 경우보다는 부실한 경우에 더 빛에 민감한 반응을 보인다. 왜냐하면 빛을 받아들이는 정도가 겨울과 영양결핍 상태 일때 더 민감하기 때문이다. 이러한 점을 감안, 레이저 관으로 치료할 경우 다른 방법으로 치유가 불가능한 상처 특히, 과민성 통증 까지도 손쉽게 고칠 수 있는 것이다.

카루박사의 새로운 연구는 레이저 치료법의 획기

적인 진전을 가져올 것이 틀림없다.

4. 레이저의 생체에 대한 반응

생체에 대한 작용은 크게 광열 반응(Photothermal reaction)과 비광열 반응(Non Photothermal reaction)으로 나눌 수 있다.

골절이나 발치창 치유촉진 등의 목적으로 사용되는 것은 저출력 레이저로서 이것이 골화의 촉진에 영향을 미치는 것은 광자극 효과(Photostimulation effect)와 생물자극 효과(Biostimulation effect)로서 혈관 증식과 조골세포 활성화에 의한 것으로 연구되고 있다¹⁾. 연구에 의하면 LASER조사에 의하여 모세혈관의 신생이 증가하며 칼슘 축적이 빨리되고 섬유질세포 및 연골세포의 기능이 증가되며 파골세포의 조기 출현을 유발하며 세포소 기관중 Mitochondria의 기능이 향진 된다고 보고하였다. 이러한 조직 변화는 교정적 치아 이동시에도 LASER조사가 효과적으로 사용될 수 있다는 가능성을 시사하는 것이다. 또한 LASER에 의한 신생혈관 증식과 조골 세포의 생물학적 활성 증가에 대해서는 Tani⁴⁾ 등의 연구가 있었으며 shinoki⁵⁾, Taguchi⁶⁾, Nashiko⁷⁾ 등은 LASER의 광작용에 의해 Glycogen과 효소 단백질 합성이 촉진된다고 보고한바 있다.

국내에서도 LASER조사촉과 대조측을 동물 시험한 결과 혈관 증식과 신생골 조직 형성이 촉진되는 것으로 보고되었으며⁸⁾, 또한 레이저 치료가 교합상 치료나 레이저 침술보다도 단기치로서 더욱 효과적이었음이 악관절 장애자의 임상결과 확인되었다¹⁰⁾.

LASER조사촉과 대조 측의 시험결과⁸⁾

1. 과도한 교정력에 의한 조직 변화인 혈액 유출, 광범위한 무세포대 형성 치조골 파괴(Undermining bone resorption) 및 치근막 파열이 LASER조사촉에서 적게 관찰 되었다.

2. LASER조사촉에서 혈관 확장과 신생혈관 증가

가 현저히 증가되는 것을 관찰할 수 있었다.

3. LASER조사촉에서 파골세포와 조골세포의 출현 시기가 빨라졌고 출현세포수가 많아졌다.

4. LASER조사촉에서 신생골 형성이 촉진되었다. 이상의 시험 결과와 소련 과학 아카데미의 카루 박사의 연구결과는 한결같이 LASER가 인체에 유해한 세포를 활성화시켜 치료를 촉진 시키므로 통증과 염증을 해소 시키는 물리적 치료에 대한 현대 의학의 개가임이 틀림없다고 하겠다.

5. 반도체 저출력 레이저 광의 치과적 응용

그러면 이러한 레이저 광을 치과 진료에 어떻게 이용하여야 할까?

앞서 기술했듯이 LASER에는 SOFT LASER, MID LASER, HARD LASER등 크게 3가지로 대별 된다. 그러나 지금까지의 각종 임상 시험에서 볼 수 있듯이 치과진료에는 외과적 수술을 제외한 일반 진료 분야에서는 SOFT LASER 또는 MID LASER의 사용이 효과적이라 하겠다.

저출력 레이저광의 생체조직에 대한 작용과 효과로서 LASER의 생체자극효과로 인하여 혈관이 확장되어 혈액 순환이 증가하고 조직내 수분의 압력을 조절하여 주름으로서 항부종 효과를 나타내며 또한 엔돌핀과 같은 신경 전달물질을 분비하여 진통 효과를 나타낸다는 것을 실험적으로 밝혀내고 있다⁹⁾.

이러한 생체자극 효과에 영향을 미치는 요소 중에서 가장 영향을 미치는 것 중 하나는 파장 이라고 할 수 있다.

대개 750nm의 파장 아래서는 혈액소에 레이저광의 흡수가 증가하고 반대로 904nm의 파장 이상에서는 물에 대하여 흡수가 증가한다. 따라서 500nm전후에 해당되는 아르곤 레이저와 660nm 정도의 헬륨 네온 레이저는 혈액소에 많이 흡수 되므로 응혈 효과가 있으며 반면에 10600nm인 CO₂ 레이저 광은 물에 주로 흡수되므로 세포내 수분에 흡수되어 증발하므로 조직의 파괴를 야기한다. 그러나 갈륨비소(GaAs)반도체 레이저 광은 파장이 790nm에서 904

nm의 범위에 해당 되므로 혈액소나 수분에 거의 흡수되지 않는다(그림 2).

따라서 어느 레이저 광 보다도 가장 심부 조직에 도달(출력 파장에 따라 차이가 5mm-40mm까지 침투 가능)하여 생체 자극 효과를 낼 수 있다.

이러한 기본 원리를 바탕으로 반도체 레이저 광의 효과와 교합 안전장치의 효과와 비교 분석한 결과 장기 조사가 아니라 한달간의 단기 조사라 단적으로 설명 할수는 없으나 증상적인 불편감 및 통증의 완화에는 뚜렷한 효과가 있다는 연구 결과를 관찰할 필요가 있다.

지금까지의 보고된 연구결과 치과 분야의 저출력 레이저 광의 적응증은 대체로 다음과 같다.

1. 과민치아
2. 구내염
3. 포진성 구내염
4. 지혈 효과를 요구하는 부위, 발치와 치근단 절제 부위 치두수술 부위.
5. 발치후 통증
6. 치관 주위염
7. 손상 부위의 치유 촉진
8. 악관절 및 안면 통증

9. 삼차 신경통

6. 반도체 레이저 광의 안전성

이렇게 치료에 도움을 주는 반도체 레이저가 인체에 위협하지는 않은가? 하는 의구심도 가질 수가 있다. 일반적으로 CO₂레이저(HARD LASER)의 경우 세포를 파괴하는 외과적 수술 용법으로 많이 사용되기 때문에 자칫 잘못 사용하면 인체에 치명적인 해를 줄 우려도 있다.

그러나 반도체 레이저의 경우 Class 1-4의 등급 중 Class 3B를 사용하고 있는데 이는 미국 보건 후생성의 건강 및 안전에 관한 규정에 의거 생산되어지고 있어 레이저 광을 직접 눈으로만 보지 않으면 인체에는 아무런 해가 없다. 따라서 13Cm 이내에서 8초 이상 직접 눈에 조사하지 않도록 해야 하며 수술 시에는 올바른 보안경을 반드시 환자에게 착용토록 해야한다.

7. 어떤 레이저를 선택해야 하는가?

지금까지 상술한 바와같이 레이저에는 다양한 기종이 있다.

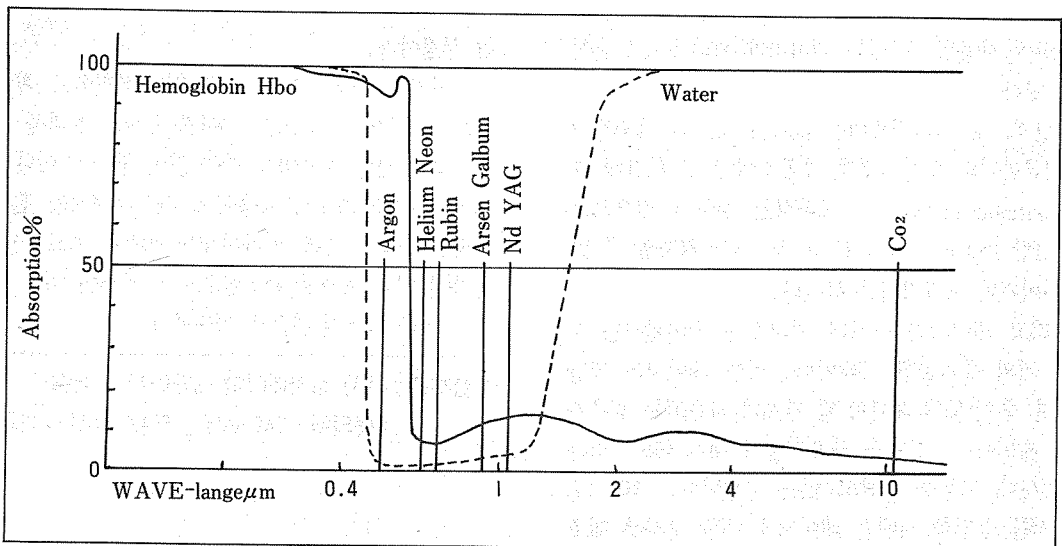


그림 2. 몇가지 파장의 물과 헤모글로빈에 의한 흡수율

강력한 POWER의 탄산가스 레이저, 저출력의 헬륨네온 가스 레이저, 갈륨비소의 반도체 레이저 등 그러나 치과 분야에서는 CO₂레이저는 위험 부담이 많고 고가이며 수술 등 특별한 경우가 아니면 사용이 곤란하며 헬륨네온 레이저 역시 투과력이 약하기 때문에 깊은 부위의 상처나 통증 치료에는 사용이 어렵다. 그러므로 치과에서는 반도체 레이저(GaAs)가 가장 사용하기 적합하다. 반도체 레이저는 침투력이 우수하여 웬만한 깊이의 상처 치료나 통증에는 위험성이 없이 다양하게 사용할 수 있다.

더욱이 생체 자극 효과로 염증은 물론 지각과민 및 통증의 치료에도 우수함이 임상학적으로 입증되었다.

그러나 반도체 레이저도 종류가 다양하기 때문에 가능한한 생체 자극 효과를 충분히 얻을 수 있는 중간 POWER의 레이저 즉, MID LASER를 선택하는 것이 현명한 것이다.

레이저의 최고 출력이 25W이상 정도면 MID LASER에 분류된다고 보여진다. 또한 주파수 변조(Frequency-range)가 다양한 것이 좋다. 이는 각 부위별 질환의 종류에 따라 주파수 변조를 달리해 주어야 치료효과가 더욱 좋기 때문이다. 최근에는 레이저 기술의 발달로 두가지 Type의 레이저, 즉 펄스변조(pulsed wave)와 연속방출(continoused wave)을 병행하여 사용할 수 있는 레이저가 치과용으로 출현되고 있다.

일반적으로 치과진료에는 pulsed wave가 효과적이거나 지금까지의 임상연구를 종합하여 보면 환자에 따라 continoused wave가 효과적인 경우도 있으므로 가능한한 Pulse wave와 C.W.Wave를 겸용할 수 있는 레이저가 효과적이라 하겠다.

그리고 레이저의 애프터 써비스는 국내에서는 사실상 거의 불가능한 상태이다. 이는 레이저의 고장 발생을 중 반도체 레이저 광 자체가 파손되는 경우가 많기 때문이다. 상당수 사용자들이 레이저를 구입하여 A/S에 고통을 당하고 있는 실정이다. 그러므로 레이저를 구입할 시에는 레이저에 대한 보사부 제조 및 품목 허가권을 취득한 레이저 전문업체의 것을 구

입하는 것이 향후 사후 관리에도 많은 도움이 될 것이다.

또한 레이저를 사용하여 효과를 보지 못했다는 경우도 상당히 있을 것이다. 이는 레이저의 사용을 잘 못 하였든지 치과용 전문 레이저가 아닌 것을 구입하였든지 임상 시험도 거치지 않은 레이저를 확인 없이 구입하는 경우다. 일부 레이저는 사양(Specification)과 기계의 제작이(Production) 일치하지 않는 경우가 종종 있음을 볼 수 있다. 모든 레이저는 공인기관의 기준 및 시험 방법을 거치도록 되어 있으나 상당수가 그렇지 못한 실정으로 구입시 반드시 확인하여 올바른 레이저를 사용한다면 레이저 치료가 상당한 효과가 있음을 느끼게 될 것이다.

8. 글을 맺으면서

레이저 치료기는 이제 제3세대 첨단 의료기로서 앞으로 그 사용이 더욱 확산될 추세이다. 이렇듯 레이저에 대한 올바른 상식을 가지고 올바른 기계를 선택하는데 작은 도움이라도 될까하여 이 글을 기고하게 되었다. 일본만 하여도 의료보험에 적용하여 널리 사용하고 있지만 우리나라에서는 현재까지는 의료보험에 적용되고 있지 않은 실정으로 각 병, 의원에서는 일반 숫가를 적용하여 치료에 사용하고 있는 실정이다.

레이저 치료의 숫가는 지역별, 병원별로 차이가 있으나 환자에게 반드시 레이저 치료의 효과를 인지시키고 적정한 치료비를 받는 것이 좋을 것이다. 최고의 장비를 최대로 활용하여 시술자에게는 진료에 상당한 도움을 주고 환자에게는 새로운 치료법을 적용하여 치료 효과를 확실히 함으로서 의사에 대한 신뢰감이 더욱 깊어질 것으로 기대한다.

자료제공 : (주) 동양메디칼 대표이사 박경량
(문의처 : 540-0097, FAX : 511-7332)

REFERENCES

1. 한응렬 : 레이저 조사가 구강 연조직 창상 치유에 미치는 영향에 관한 실험적 연구. 조선대학교 박사학위(1985)
2. Tang, X.M., and CHAI. B.P : Effect of CO₂ laser irradiation on experimental fracture healing : A transmission electron microscope study, laser surg MPD., 6, 346(1986)
3. Zubkova, S.M : Mechanism of biologic effect He-Ne laser irradiation biol. nauki(rus)., 30(1978)
4. Tanii, M. : Clinical application of stomalaser dental products news 36(1985)
5. Shinoki, K. et al : Application of low output laser to the adhesion of skin, Japan society for laser medicine 4, 185(1984)
6. Taguchi, Y., et al : Clinical application of argon laser irradiation for the patients, Japan society for laser medicine 4, 189(1984)
7. Nashiko, S., et al : Effect of near infrared light irradiation on wound healing using high power emitting diodes, Japan society for laser medicine 4, 187(1984)
8. 허택, 이병태 : laser 조사가 과도한 교정력에 의한 백서 치아 이동에 미치는 영향에 관한 조직학적 연구. 대한 치과의사 협회지 : Vol 26. No. 7(1988)
9. Palmieri, B. : Midlaser action mechanisms facts and hypothesis medical laser report 2 : 3(1985)
10. Kim, K.S : Comprative study on the clinical effects of splint laser acupuncture and laser therapy for temporomandibular disorders theses, snude(1988).

君子之心事는 天靑日白하여 不可使人不知요 君子之才華는 玉韞珠藏하여 不可使人易知니라.

군자의 마음가짐은 하늘처럼 푸르고 대낮 같이 밝아야 하니, 어느 누구에게도 알지 못하게 해서는 안 되고, 군자의 재능은 주옥(珠玉)이 바위 속에 박히고 바다 깊이 잠긴 듯이 하여 남이 쉽게 알게 해서는 안된다.

[註] *心事——心中에 있는 생각, 즉 마음가짐. *天靑日白——靑天白日을 바꾸어 쓴 말, 公明正大의 뜻. *才華——才能의 美를 말함. *玉韞珠藏——珠玉이 깊이 박혀 있듯 소중히 하여 함부로 남에게 보이지 않음의 比喩.

<채근담 全集 三>