

LASER에 관한 문헌 고찰

대전시 중구 보건소 물리치료실
강 홍 순

ABSTRACT

A study on physiotherapy of a study on laser therapy
Kang hong soon R.P.T.
DEPT of Physical therapy
Jung Gu public health center Dae Jeon

The relief of pain by laser therapy is useful in the treatment of ulcers burn, tenosynovitis, tendinitis, bursitis, neuritis, rheumatism, chilblains, herpes, zoster.

The degenerative cells proliferate to be replaced by the active vigorous cells by laser rays and suppressed the growth of cells in pathological lesions or conditions. Laser rays promote healing by stimulating growth of cells or tissues.

The purpose of this study was to introduce about the principles of therapeutic laser rays, characteristics, indications, contraindications, techniques, therapeutic effects or clinical effects throughout reference books.

The author believes that therapeutic laser rays will contribute greatly toward overcoming the difficulties of physical therapy.

Kang hong soon, Department of physical therapy, Jung gu public health center, Dae Jeon.

I. 서 언

LASER는 영국 소설가 웰즈의 "세계대전"이란 소설에서 "화성인은 절대적 비전도(非傳導)상태에 있는 작은 구멍을 통해

강렬한 빛을 발생시켜 가연성 물체를 순식간에 화염에 휩싸이게 하며 쇠를 죽처럼 녹이며 그 빛이 물에 닿으면 폭발하듯이 증기로 변한다"라고 예언함으로써 어떤 제3의 에너지가 있음을 예언했다.

현대의 *Laser*는 “세계대전”에서 그려진 대로 가공할만한 위력을 지닌 무기로서뿐만 아니라 슈퍼마켓의 계산기로 부터, 장거리 전화, 컴퓨터, 콤팩트 디스크에 이르기까지 *Laser*의 응용분야는 실로 엄청나게 다양하다.

*Laser*는 처음 실험과학분야에서 원자와 분자의 구조를 밝히고 물질의 기본 특성을 찾아내고 측정하는데 활용되었다. 그 후 두꺼운 강판이든 얇은 천이든간에 *Laser*를 이용한 절단면은 조그만 흔적이나 변화를 주지않아 금속공학에 획기적인 공헌을 했다. 통신분야에서의 파장이 긴 안정된 상태의 *Laser*가 개발되고 이것을 전달할 수 있는 광섬유의 개발은 통신분야의 혁명을 일으켰다. 한편, 빠르고 정확하게 기록할 수 있는 장점을 이용하여 신문 잡지등의 출판에도 *Laser*는 널리 사용되고 있다.

*Laser*는 과학, 통신, 의학 국방, 컴퓨터 등 거의 모든 분야에서 활용으로 첨단 기술개발에 보다 큰 역할을 하고 있다. 그 가운데서도 *Laser*의 중요성이 가장 두드러진 분야는 의학분야이다. 체내의 특성 세포를 선택적으로 파괴함으로써 건강한 세포는 해를 입히지 않으며, 어느 신체 부위든 칼을 이용하지 않기 때문에 상처 없는 수술을 해준다. 또한 *Laser*는 노쇠한 세포를 정상기능으로 변화시켜 세포의 기능이 활성화되면서 통증치료 및 원인치료를 해준다.

이러한 의료용 *Laser*는 외과용 *Laser* (*power laser*)와 치료용 *Laser* (*mid laser*)가 있는데 전자의 이론을 이용한 것이 외과용 *Laser*이며, 후자의 이론을 바탕으로 한 것이 치료용 *Laser*이다. 술자는 주로 치

료용 *Laser*에 관하여 문헌을 통해 소개코자 한다.

II. LASER의 정의

*Laser*란 용어는 *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*(유도방출에 의한 광증폭 장치)의 첫머리글자를 딴것이다. 그러므로 *Laser*는 광선 혹은 전형적인 물리적 성질을 가지고 있는 확대된 빛이다. 그런데 이 빛은 주어진 파장의 전자기 방사선에 의해 충전될 때 원자들이 차례로 방사선을 방출하는 특별한 활동원소에 의해 나오는 것이다. 그러나 *Laser*는 엄밀한 의미에서 빛을 증폭하는 것이 아니다. 즉 *Laser*는 특이한 성격을 가진 빛을 발생시키는 것으로서 모든 분야의 과학자가 유익하게 쓸 수 있을 따름이다. 많은 *Laser*가 가시광선이 아닌 눈에 보이지 않는 적외선을 발생한다.

III. LASER의 역사

1917년 아인슈타인(*Einstein*)에 의해 흡수, 자연복사, 유도복사의 개념과 수학적 원리가 결정되었으며, 1951년 타운즈의 착상에 의해 타운즈(*Charles, Townes*)와 슐로우(*Arthur I. Schawlow*)의 광학 레이저를 이루는데 충족하여야 할 조건들을 제시하였다.

한편 소련의 파브리 칸트(*V. A. Fabrikant*)는 1951년 레이저의 원리를 설명하여 미국과 학자들에게 충격을 주어 *Laser*개발에 박차를 가하게 하였다.

1960년 휴우즈 항공사의 마이던(*Theodor*

e H, Mainan)이 루비 결정체에다 크세논 섬광방전관에서 나오는 빛을 쪼여줌으로써 루비 Laser가 만들어 졌다.

Laser의학분야의 도입은 1975년부터 시도 되었다. 외과용 Laser에 의한 임상실험이 미국에서부터 시작되었으며, 그후 1~3년 사이에 구라파 각국에서 치료용 Laser의 임상실험이 시작되었다. 1984년 LA올림픽에 구미각국 선수단이 Sports치료에 사용함으로써 각 언론의 보도에 의해 비상한 관심을 가지게 했다.

IV. LASER의 종류

루비 Laser 이후 현재까지 개발된 Laser의 종류는 수없이 많으며, 현재 조작성 간편하며 성능이 우수한 Laser들이 속속 개발되고 있다. Laser는 사용하는 매질에 따라 크게는 고체 Laser, 액체 Laser, 기체 Laser로 나눌 수 있으며, 출력광의 파장에 따라 자외선, 가시광선, 적외선 Laser등으로 나눌 수 있다.

또한 Laser를 발전 시키기위해 외부에서 공급해주는 에너지의 종류에 따라 광펌핑(pumping), 전기펌핑, 화학펌핑 Laser로 구분할 수도 있다. 현재 치료용 Laser로 개발된 것은 Infrared Laser와 He-Ne Laser, Asga Laser, Rubin Laser 등이 있는데, Infrared Laser와 He-Ne Laser등의 의료용 Laser는 반도체 다이오드에 Infrared와 He-Ne를 쏘아 IR Laser와 HeNe Laser을 만든다.

한편 일반적으로 의료용 Laser는 용도별로 3종류로 나눌 수 있다.

1. Power Laser (외과용 Laser)

① CO₂ surgical Laser

② Medium power Laser

2. Soft Laser (피부용 Laser)

① Low power He-Ne Laser

② Minimum power Infrared Laser

3. Mid Laser (치료용 Laser)

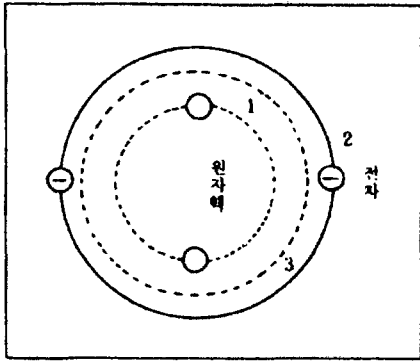
① Infrared Laser

② He-Ne Laser

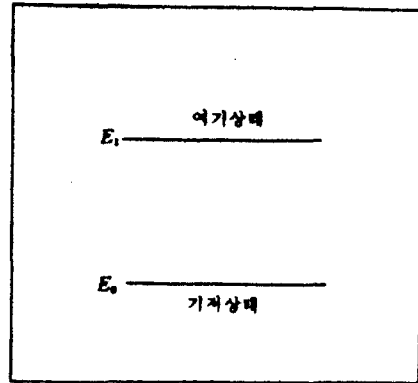
Power Laser는 인체의 어떤 목표물에 도달 했을때 순식간에 높은 열효과를 나타내므로 외과적 수술용 Laser로 사용되며, soft Laser와 mid Laser의 중요한 차이는 서로 다른 광선들이 서로 다른 투과성을 가진다는 것이다. mid Laser는 35mm 이상의 조직에 투과하여 효과를 발휘하며, soft Laser는 10mm 미만의 피부 상층부에서 효과가 일어난다. 그러나 soft Laser와 mid Laser를 서구 유럽에서는 통털어 치료용 Laser (mid Laser)로 통용되고 있다.

V. LASER의 원리

원자는 마치 작은 태양계와 같아 중심부에는 양전기를 가진 원자핵이 있고 주위는 음전기를 가진 전자가 돌고 있다(그림 1-1). 원자의 에너지 준위(准位)는 이들 전자의 상황에 따라 결정되는데, 전자가 정상 궤도를 돌고 있을때 ground state(기저상태)에 있다고 하고 외부에서 에너지를 얻어 더 바깥쪽 궤도에서 돌면 Excited state(여기상태)에 있다고 한다(그림 1-2)



<그림 1-1> 원자의 모형도



<그림 1-2> 여기상태 기저상태

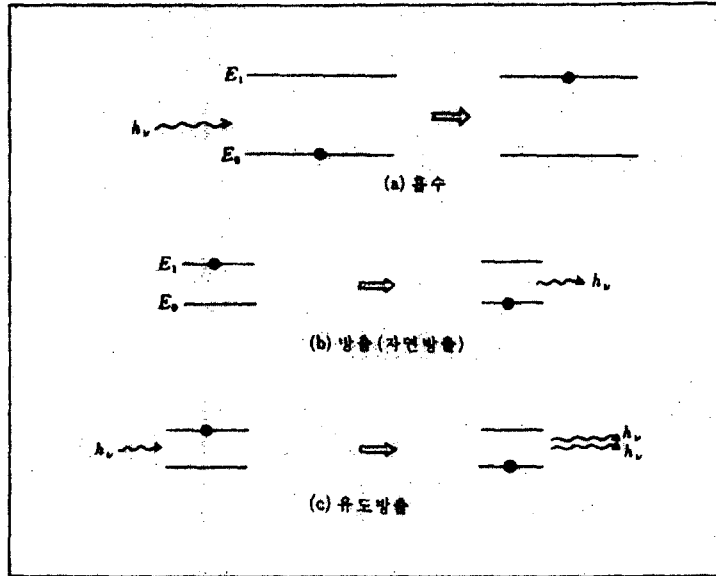
원자가 높은 에너지 준위로 부터 낮은 에너지 준위로 옮길때 그 차에 해당하는 에너지를 빛으로 방출하게 된다. 일반 백열등의 경우는 원자가 높은 에너지 준위에서 낮은 에너지 준위로 자연스럽게 떨어지면서 각기 다른 파장의 빛을 자연 방출하지만 *Laser*의 경우는 높은 에너지 준위에서 많은 원자가 머물러 있다가 외부자극에 의해 강력한 상호작용을 하면서 동시에 낮은 에너지 준위로 떨어지는 *stimulated emission* (유도방출)을 하게된다(그림 1-3).

높은 에너지 준위에 있는 원자의 수 보다 많은 경우를 *population inversion* (반전반포)이 되었다고 한다(그림 1-4). 외부에서 에너지를 공급하여 반전반포를 만드는 것을 *pumping*이라고 한다. *Laser*는 *Pumping*된 원자가 약간의 에너지를 자연 방출하면서 중간 에너지준위인 *Metastatic state* (준안전상태)에 모여 반전반포를 이루었다가 적당한 자극에 의해 유도방출을 하게된다.

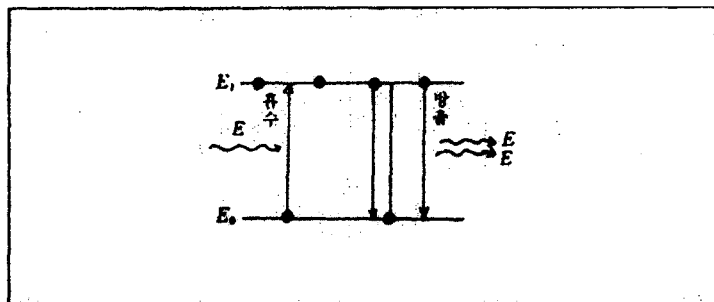
*Laser*는 준안전 준위로 부터 낮은 준위로 떨어질때 그 에너지차에 해당되는 빛이 방출되는 원리를 이용하는 것이다. 발진을 일으키기위해 양끝에 반사거울을 설치하여 빛이 사이를 무수히 왕복하면서 증폭되는데 이때 한쪽 거울을 100% 반사하도록하고 반대쪽 거울에는 일부분의 빛이 투과되도록 하면 발진된 빛의 일부가 밖으로 나오므로 *Laser*광을 얻을 수 있다. *Laser*광을 발생과정에서 축 방향의 빛만 나오므로 흩어지지 않고 한 줄기로 멀리까지 갈 수 있다.

VI. LASER의 일반적 특성

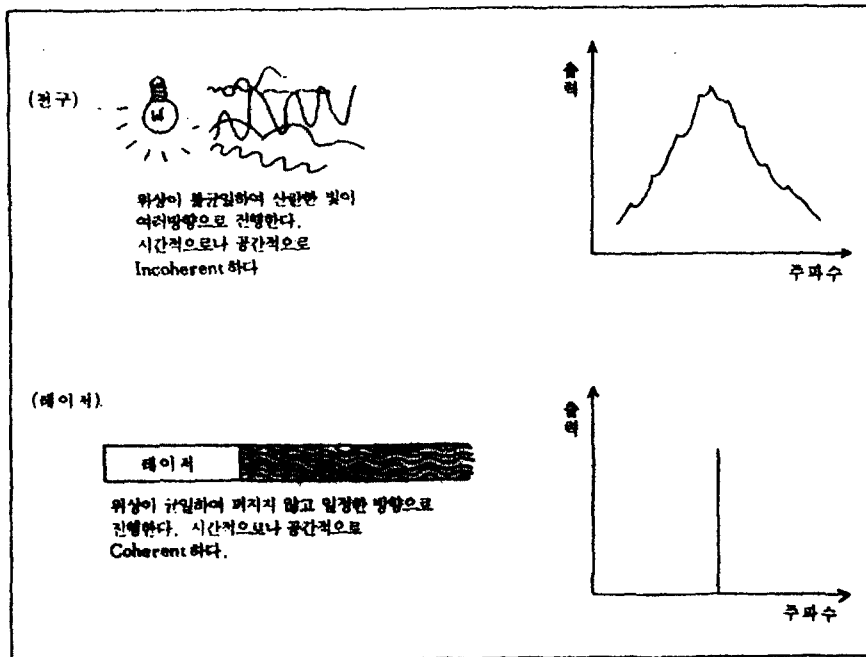
다른 모든 광원과 비교한 레이저광의 특성을 *coherence*라는 한마디로 설명할 수 있다. *coherence*란 대단히 높은 규칙성 즉 시간적이나 공간적으로 예측할 수 있는 성질을 말한다(그림 1-5). 레이저빔은 이러한 코히런스가 다른 광선에 비해서 대단히 높으므로 다음과 같은 특성을 가지고 있다.



<그림 1-3> (a) 흡수와 (b) 방출과 (c) 유도방출



<그림 1-4> 유도방출과 방출 분포



〈그림 1-5〉 레이저의 coherence

1. 단색광(Mono chromatiety)

단색광이란 단일 주파수 단일색으로 구성된 빛을 말한다. 레이저광이 단색성이 높은 이유는 유도방출에 의하여 선택적으로 방출된 특정 파장의 빛이 두개의 반사 거울로 이루어진 optic에 resonator(광, 공진기)에서 더욱더 여과되기 때문이다(그림 1-6).

2. 지향성(Direction ality)

레이저의 광이 레이저의 창 밖으로 나오기전에 반사율이 높고 면적이 작은 두개의 평면 거울 사이를 수백회 왕복하므로 빛이 일직선으로 먼거리 진행한 것과 같은 효과

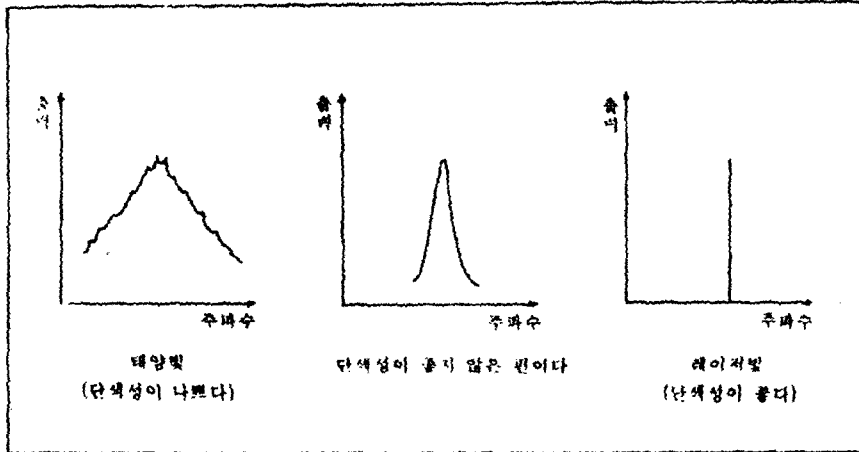
를 준다. 레이저의 출력광은 레이저 공진기의 길이 간격으로 등거리에 위치한 수백개의 렌즈에 의하여 평행광선을 만든다고 생각할 수 있으므로 지향성이 높아진다(그림 1-7).

3. 고휘도(Brightness)

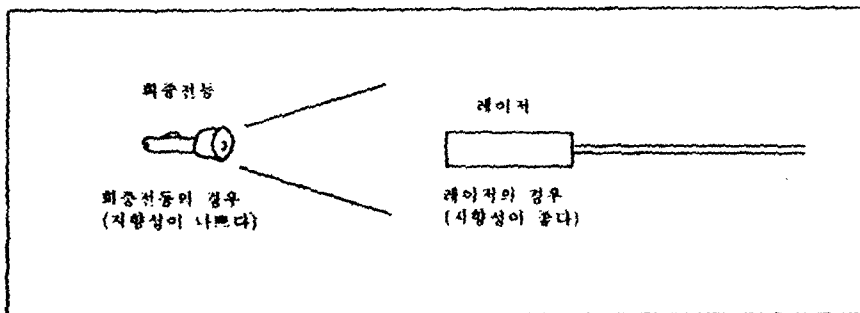
휘도란 단위 인체각에서 나오는 빛의 출력밀도를 말하는데, 레이저광은 단색성이 대단히 높으므로 같은 선폭의 태양광보다 훨씬높다(그림 1-8).

4. 결함력

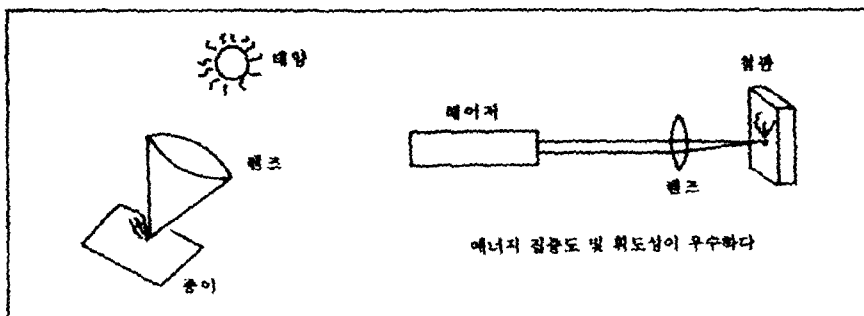
복사된 빛은 넓은 스펙트럼폭을 가지고



<그림 1-6>레이저의 단색성



<그림 1-7> 레이저의 지향성



<그림 1-8> 레이저의 에너지 집중도 및 고휘도성

있다. 형광이 임의로 방출되기 때문에 어떠한 파동들은 서로 보태지고 또 다른 파동들은 반대로 서로 꺼진다. 그러므로 이 전자기들은 매우 *collimated* (조준)되어 있으므로 많은 양의 전자가 광선을 전달한다.

VII. LASER가 인체에 미치는 효과

*Laser*는 집중된 에너지를 지니고 있기 때문에 *Laser*가 생물체에 대해서 어떠한 확고한 효과를 초래할 것이라는 것을 이해할 수 있다. *Laser*는 세가지 생물학적 효과를 가지고 있다.

즉 1) 일반적 가열효과 : *Laser*의 일반적 가열효과는 개개의 세포가 *Laser*광속의 에너지를 흡수함으로써 이룩된다. 이것은 우리가 일광욕을 해서 피부가 타는것과 똑같다. 레이저광을 맞으면 피부가 빨갛게 되고 수포가 생기는 것이다.

그러나 이들 효과는 단지 피부위에서 일어나는 효과이며 주위에 있는 조직이나 혈관들이 집중된 레이저광의 에너지를 맞은 세포들에서 그 에너지를 분산시키는 작용을 한다.

2) 특수한 가열효과 : 특수한 가열효과는 *Laser*총을 비롯 강관을 절단하거나 구멍을 뚫거나 대륙간 탄도 미사일을 파괴하고 인체의 비정상적인 세포만을 파괴하는 *Laser*만이 지니고 있는 파괴적인 효과를 말한다.

3) 전기적 효과 : *Laser*펄스의 집중된 전자기에너지에 기인되는 전기적효과는 헤모그로빈 즉 적혈구가 레이저광을 받음으로써 전기전도에 변화를 일으키는 점에서 쉽

게 이해할 수 있다. 사실인즉 헤모그로빈을 철원자의 킬로이드 분자이며 따라서 이 적혈구 세포는 레이저 에너지를 넓은 스펙트럼에서 잘 흡수할 것을 예측할 수 있다.

VIII. MID Laser의 치료법

치료용 *Laser*중 *Infrared Laser*는 피부표면을 투과하여 피부조직 깊은곳 약 30mm ~ 45mm의 병리적 현상들을 잘 치료되는 것이 특징으로 통증치료의 영역에 이용되며 *He-Ne Laser*는 피부상층 즉 피부표면을 투과하여 5mm ~ 10mm피부 상층에서 왕성한 활동을 한다. 결국 *I, R Laser*가 표면 깊숙히 자리잡고 있는 생물학적 효과를 위해 사용될 수 있는 반면 *He-Ne Laser*는 피부과사 화상 같은 피부표면상의 치료를 요할때 사용된다.

*Laser*의 성질을 결정하는 것은 출력이나 강도가 아니라 *Laser*의 휘도이다. 따라서 치료효과를 높이기 위해서는 동력을 증가시키기 보다는 *Laser*광선의 휘도를 높여야 한다.

치료기술은 일반적으로 임상실험 결과를 통해 가장 나은것을 택한다. 치료시간은 미세한 부위를 집중치료시 즉 *Laser*침으로 사용할 때는 1-2분을 여러번 반복하고 치료 거리는 치료핵 (*point*) 표면에 밀착 시킴이 바람직하다.

그러나 욕창, 괴양, 화상 적용시 감염을 방지하기 위해서 표면위에 소수의 거리(25mm)를 띄워 광선을 수직되게 유지해야 한다. 한편 최대의 발광범위는 75cm x 15cm 이하에서 환부와의 거리는 50cm를 넘지 않아야 하며 발광범위가 좁을수록 효과적이

다. 치료에 있어 급성기일 때는 1일 1회로 3일부터 2일 1회가 바람직 하지만 15회를 넘어서 효과가 없으면 치료방법의 잘못이거나 Laser치료로서 효과를 얻을 수 없는 경우이다.

특히 Laser치료는 육창등 피부괴사와 tennis elbow에 가장 효과적이지만 환자의 회복은 통증징후가 피부를 포함하여 perios-tium, muscle, tendon, joint를 포함할 때 가장 빠르다.

IX. LASER의 치료적 효과

Laser는 미토콘드리아 막의 흥분과 핵산의 자극 증대로 단백질의 합성증가 교원섬유의 생성 세포분열의 증대로 상흔조직이나 손상조직의 치유기간이 단축되고 인체의 직접적인 세포차원의 자극으로 원인 치료를 가능하게 해주며, 세포나 조직 차원의 세포 호흡증대나 혈관 확대 등으로 신진대사를 촉진해 준다.

Laser의 pain point적용, trigger point적용은 Laser침으로 사용하며, 심한 만성 염증이나 퇴행성 조직에는 항염증성, 항 퇴행성 능력을 가진 Laser빔을 조사하여 염증을 제거하고 변성된 세포를 재생 시킨다.

X. 적응증 및 금기증

1. 적응증

중추 신경계 질환이나 말초 신경계 질환으로 인한 장애나 손상은 Laser빔을 지속

적으로 조사함으로써 최소화시키고 신경재생을 촉진시킨다.

골절부위나 퇴행성 질환에 Laser빔을 조사 함으로서 소염작용과 진통작용 그리고 재생작용을 할 수 있는 자극이 된다. 화상이나 상처부위에는 교원섬유의 합성과 혈액순환을 원활히 해주며, 세포 대사의 증대와 세포분열의 증대로 피부 재생을 촉진시켜 상처가 최소화되기도 하며, 구체적인 Laser적응증은 다음과 같다.

- ㉠ 뇌혈관 질환
- ㉡ 요경추 추간관 탈출증
- ㉢ 좌골 신경통
- ㉣ 상완 신경통
- ㉤ 삼차 신경통
- ㉥ 관절염
- ㉦ 활액낭염
- ㉧ 건초염, 신경염
- ㉨ 골절 및 골절 후유증
- ㉩ 골연골증
- ㉪ 근육통, 건염
- ㉫ 류마티스성 질환
- ㉬ 견배통, 염좌
- ㉭ 목창, 궤양
- ㉮ 습진
- ㉯ 대상포진
- ㊱ 화상
- ㊲ 기타질환

2. 금기증 및 주의사항

(1) 금기증

① 치료용 Laser의 사용에 있어 특별한 부작용이나 내재된 위험은 없으나 Laser빔

을 눈에 직접 노출 시키는 것은 안저 및 결막장애를 초래할 수 있기 때문에 환자나 치료사는 특수 보안경을 착용해야 한다.

② 감상선 기능 항진증 환자는 *Laser* 조사로 호르몬 분비가 증가되므로 피해야 한다.

③ 남성의 생식기는 *Laser* 조사로 성선 및 고환의 내분비는 장애하므로 태아의 성장이 우려되므로 피해야 한다.

④ 임신부의 복부는 *Laser* 조사로 태아의 성장이 우려되므로 피해야 한다.

⑤ 소아의 성장 연골부 조사는 골성장 세포의 억제 초래하므로 피해야 한다.

(2) 주의사항

① 심장 조율기를 착용한 환자는 *Laser* 전류가 심박 조율기의 방해할 수 있으므로 주의가 요망된다.

② 좌심실 부전증 환자중 말초 혈관 장애로 치료 받는자는 지속적인 관찰이 요망된다.

③ 최근 심장 장애를 초래하는 환자는 동맥과 정맥의 혈액순환 불균형을 일으켜 심장에 압박을 줄 우려가 있어 주의가 요망된다.

결 론

문헌을 통하여 *Laser*를 물리치료적 측면에서 고찰해 보았다. 안과, 피부과, 성형외과, 일반외과는 물론 이거니와 산부인과, 치과 전문의들은 *Laser*를 자신들이 소화해 내기 위해 많은 연구를 하고 있다. 실제로 임상에서도 상당한 성과를 거두고 있으며, 물리치료사들의 성과도 예외는 아니다.

치료용 *Laser*는 역학적인 힘(*Laser* 힘)을 이용하여 통증을 감소 시켜주고 신경재생을 촉진 시켜주며, 손상된 뼈나 관절의 회복을 촉진시켜준다. 또한 적혈구 세포는 *Laser*를 잘 흡수하고 전도하므로 혈관의 탄력성에 기여한다.

따라서 치료용 *Laser*의 정확한 원리를 이해하고 치료기술을 더욱더 축적하는 노력이 있어야 하겠다.

참 고 문 헌

1. 김 용천외 5인 : 물리치료학 개론, 대학서림, PP.179-180, 1989
2. 노 영철 : "치료 레이저의 물리치료에 관한 고찰", 물리치료사 협회지, PP. 39-45, 1989
3. 오 명 : 레이저, 청문각, 1978
4. 오 명의 1인 : 레이저 응용, 청문각, PP.150-173, 1987
5. 이 상수 역 : 레이저 이야기, 현대과학신서, PP.1-170, 1976
6. 전자 자료사 역 : 레이저 사용과 유의점, 전자자료사, PP.226-237, 1989
7. G. Galletti : *Proceedings the International congress Laser in medicine and surgery*, Monduzzi Editore, PP. 165-268, 1986
8. Josep colles : *Laser therapy today*, Xavier arcus villacampa, PP.95-130
9. E. Mester : *Effect of Laser rays on wound healing*, *The American Journal of Surgery* Vol.122, PP. 532-535, 1972
10. Monduzzi Editore : *MID Laser therapy manual*, 1989