

Laser의 의학적 이용에 대한 고찰

경희의료원 한방병원 물리요법과

박 흥 기

A Study for Medical Application of Laser.

I. 서 론

최 첨단 의 과학 시대에 살고 있는 우리는, 빠른 속도로 발전되어 가고 있는 의학 장비의 물결 속에 지금은 Computer 와 Laser 를 이용한 의료기기가 점차 증대하여 가고 있는 실정이다.

따라서 물리치료의 영역에서도 점차 이러한 최첨단의 기술을 이용한 기기들이 등장하게 되고, 우리는 그러한 기기들을 접하게 되고 나아가, 그러한 기기들을 이용한 치료를 하게 될 것이다. 그때를 위하여 본인은 Laser 의 의학적 이용에 대한 이론과 임상사례의 고찰을 통하여 임상에 도움이 되고자 이 논문을 발표한다.

II. 본 론

1. Laser 의 이론적 고찰

1) Laser 의 의미

Laser란 Light wave Amplification Stimulated Emission of Radiation 으로 각 머리 글자를 따서 만든 글자이다. Laser란 즉 복사의 유도 방출로 인한 광의 증폭 작용을 의미한다.

2) Laser 의 역사

1917년 Einstein의 빛과 원자의 상호 작용에 대한 이론 고찰.

1940년 μ Wave.

1950년 Semiconductor.

1960년 미국의 T. H. Maiman이 인조 루비에 의한 Laser의 응용 시작. 이때부터 의학적 연구 시작.

3) 전자파의 Spectrum

즉 Table 1, 2, 에서 보는 바와 같이 Laser는 Visible Ray 와 Infra Red 의 영역에서 발생하는 일종의 전자파 성질을 갖는 빛이다.

이는 다음에 기술한 바와 같은 빛의 성질에 의한다.

4) Einstein의 빛의 이중성

① 빛의 파동성 ; Proton 하나 하나의 연속적인 면으로 파장은 1μ 정도로 간섭이나 회절을 한다.

② 빛의 입자성 ; Photon의 에너지의 불연속적인 면으로 Photon 에너지는 10^{-20} Cal 에 불과하다.

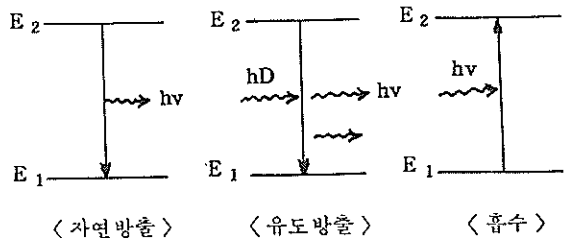
5) Laser의 발생 원리

어떤 원자(혹은 분자)를 높은 에너지로 자극을 주어 그 원자가 에너지를 얻어 높은 에너지 상태(여기 상태라 함)로 올라가고, 이 상태의 원자(혹은 분자)가 기저 상태로 다시 떨어지면서 옆의 다른 원자(혹은 분자)를 자극시켜 여기 상태를 만들어 주며 자신은 빛을 발하게 되는데 이것을 발진이라 하고, 이 발진된 빛이 광 공진기 내의 두 개의 거울(한 면은 평면 거울 다른 한면은 오목거울을 보통 사용한다.) 사이를 왕복 운동 하면서 증폭을 하게 되며 같은 주파수의 빛끼리 공진을 하게 되어 더욱 강한 빛을 만들어, 아주 작은 구멍을 통하여 출력될때 이를 Laser 광이라 한다.

이때 최초의 자극을 주는 에너지는 빛, 전기방전, 전자충돌, 화학 반응 등을 들 수가 있다.

① 발진

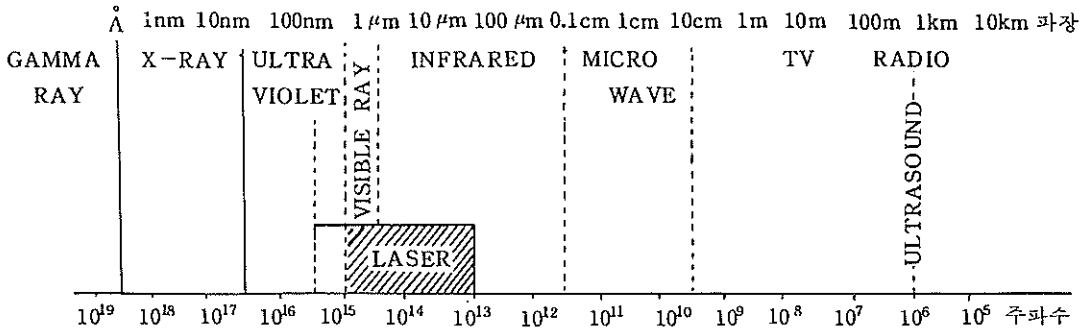
발진은 위에서 설명한 것처럼 유도방출 및 유도 흡수에 의해 빛을 발하게 된다.



E_1 : 기저 상태
 E_2 : 여기 상태
 \rightsquigarrow : 빛
 \uparrow : 전자의 변화

Fig 1.

< Table 1 >



< Table 2 > Laser 영역

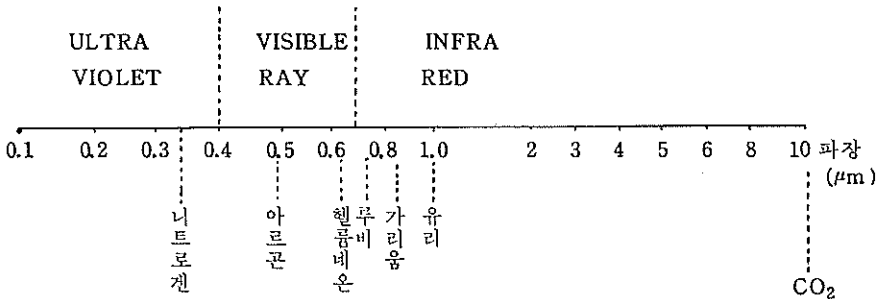


그림 1에서 각 상태를 수식으로 표시하면 다음과 같다.

자연 방출; $E_2 \rightarrow E_1 + h\nu$

유도 방출; $E_2 + h\nu \rightarrow E_1 + 2h\nu$

즉 자연 방출 진동수 ν 와 상등한 전자파가 반대로 E_2 레벨의 여기된 원자에 상당 한다고 한다. 그러면 자연방출을 기다리지 않고 여기 원자는 같은 진동수 ν 의 전자파를 방출해서 E_1 레벨로 천이 된다. (연쇄 반응과 유사)

흡수; $E_1 + h\nu \rightarrow E_2$

② 증폭

광 공진기는 가능한 많은 반복 반사를 필요로 한다. 광로에서 벗어 나면 커다란 광 손실이 발생한다.

루비 Laser 는 증폭도가 높고, He-Ne Laser 는 증폭도가 낮다.

여기서 광 공진기의 구조의 예를 보기로 하자. (He-Ne Laser 공진기)

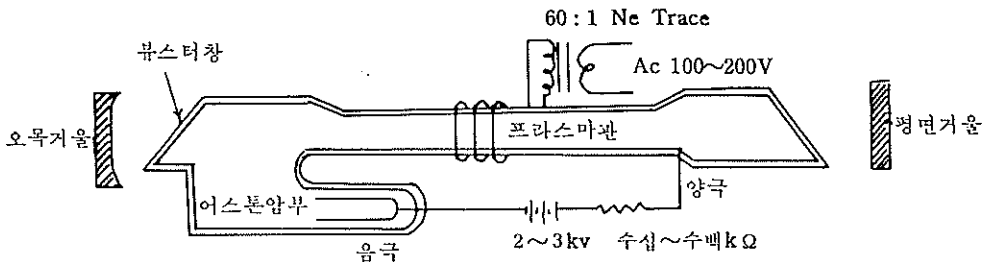


Fig 2. He-Ne 공진기

6) Laser 광의 특성

① Coherence (응집성) ; Interference (간섭)의 특성으로 holography 를 만든다.

② 단색성 ; single mode 를 가지고 있는 단일 주파수.

③ 지향성이 양호 ; 기체 Laser 의 경우 $10^{-3} \sim 10^{-5}$ Radian

④ 에너지의 집중도 및 휘도 (Luminescent) 가 양호

7) Laser 의 매질에 의한 분류

① Gas Laser

Natural Gas ; He-Ne Laser

Ionized Gas ; Ar⁺ Kr⁺, Xe

Molecular Gas ; CO₂

② Chemical Laser ; HF Laser

③ Solid state Laser

Ruby, Glass, YAG.

④ Semiconductor Laser ; GaAs

⑤ 액체 Laser ; 색소 Laser

상기한 Laser 중 의료에 잘 쓰이는 Laser 몇 가지를 기술하여 보자.

① He-Ne Laser

He 과 Ne 을 6 : 1 의 비율로 섞은 기체로 He 은 가볍고 활발한 원자 이므로 입자간의 충돌 확률이 높고 energy 의 전달을 용이하게 한다. 다음으로 원자의 구조가 단순하므로 energy level 의 계단수가 적어서 소망하는 energy level 의 밀도를 높이는 데 효과가 있다.

이 Laser 는 He 이 먼저 여기 상태로 된 후 Ne 을 자극시켜, Ne 에서 Laser 가 발생하게 된다.

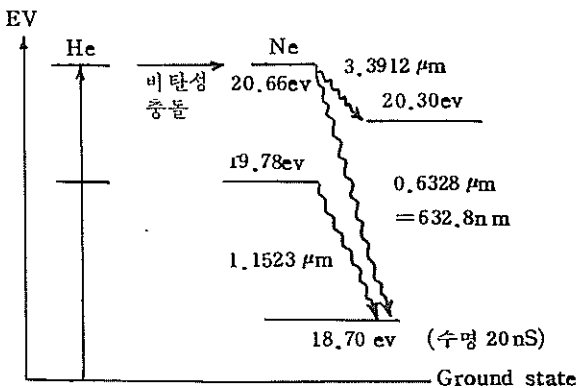
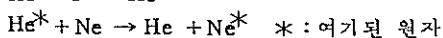
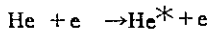


Fig 3. He-Ne Laser 의 energy level



② CO₂ Laser

He 에서 N₂ 를 여기시켜 N₂ 가 다시 CO₂ 를 여기시켜서 Laser 발생 시키며 CO₂ : N₂ : He 가 1 : 1.5 : 0.4 의 비율로 섞여 있다.

2. Laser 의 의학적 고찰

1) Laser 의 세 가지 생물학적 효과

① 일반적인 가열효과

개개의 세포가 광속의 에너지를 흡수함으로써 이득된다. 이것은 우리가 일광욕을 해서 피부가 타는 것 같은 Laser 에 의한 발적 현상이 일어난다. 물론 정도의 차이는 Laser 의 세기 및 펄스의 지속 시간과 관계 된다.

피부는 그렇지만 주위의 조직이나 혈관들이 집중된 Laser 광의 에너지를 맞은 세포들에서 그 에너지를 분산시키는 작용을 한다.

그러나 동물체의 안구나 생식기에서는 주위 조직과의 연결이 가장 작으며, 따라서 레이저 광속이 이러한 한 점에 입사 하였을 때 깊숙히 상해가 이루어져서 실명이 된다는가 생식기능을 잃어버릴 위험성이 있다.

색소가 들어있는 조직은 색소가 없는 다른 일반적인 조직 보다도 레이저 에너지를 많이 흡수하므로, 안구 안에 있는 감광 부위는 고 출력 에너지 광으로 말미암아 1 초 내에 상해를 입게 된다. 고로 직접적으로 Laser 를 보는 일은 없어야 한다.

② 전기적 효과

hemoglobin 즉 적혈구가 Laser 광을 받음으로써 전기 전도도에 변화를 일으키는 점에서 쉽게 이해할 수 있다.

Hemoglobin 은 철 원자의 킬레이트 분자이며 따라서, 이 적혈구 세포는 레이저 에너지를 넓은 spectrum에서 잘 흡수 할 것을 예측 할 수 있다.

③ 특수한 가열 효과

② 응고 작용 : 수축, 탈수, 탄화

③ 절단 작용 : 조직에서 급속히 수분 증발.

④ 압력 효과 : 충격파

⑤ 광화학적 효과

생화학적 변화, 세포 변형

2) Laser 의 흡수 깊이

< Table 3 >

Laser 명	파 장	물 (mm)	피부 (mm)
CO ₂	(10. 6 μm)	0.013	0, 05
YAG	(1.06 μm)	34	0, 8
ALGON	(0. 5 μm)	10 ⁴	0, 2

3) 의료용으로 사용되고 있는 Laser

① CO₂ Laser; 저혈과 동시 수술을 할 수 있다.

파장 10.6 μm

PS; 피부병, 종양, 미용수술, 영구 문신 제거 등.

OS; 뼈 절단

흉곽외과; 심장, 혈관 수술.

NS; 뇌막, 청신경, 뇌 종양 등의 수술.

ENT; 고막, 혀 수술.

안과; 수정체 추출

부인과; 자궁, 후두암, 질 성형.

비뇨기과; 종양, 직장 종양, 굳은 살.

소화기; 탈장 집합.

GS; 육창

② He-Cd Laser; 파장 4,416 Å

③ Ar Laser; 파장 4,885 Å ~ 5,154 Å

안과; 안구 기저 치료, 망막분리, 당뇨병 안저. 고혈압에 의한 안질환.

PS; 피부병.

내과; 위 궤양

피부과; 모반, 문신 제거.

ENT; 연골 구멍 뚫기

④ Kr Laser; 파장 6,471 Å. 선택적인 세포 응결

⑤ He-Ne Laser; 한방의 침술, 온열 자극 효과, 물리치료. 파장 6,328 Å

⑥ YAG; 혈우병, 혈소판 감소증, 내신경 같은 출혈이 많은 곳의 수술. 파장 1.06 μm

⑦ 루비 Laser; 치과의 충치, 치석제거, 구강 종양.

⑧ N₂ Laser; 생화학 거초 연구

⑨ 색소 Laser; 안과 영역, 내과의 내시경 사용 선택적 응결.

3. Laser 의 임상적 고찰

1) 光 鍼

이 치료는 Laser 로 침을 놓는 것을 말한다. 1970년 전후, 소련의 니크오프 및 Mester 씨 등이 실험 연구를 하여. He-Ne Laser 를 써서 인체에 조사후 국부의 혈관확장, 진통, 소염작용이 있음이 발견 되었다.

적응증으로는 고혈압증, 기관지 천식, 급만성 기관지염, 만성 인후염, 알레르기성 비염, 과민성 대장 증후군, 부정맥, 노이로제. 두부외상 후유증, 특발성 3차 신경통, 환청, Tennis Elbow, Frozen Shoulder, 만성 류마치스 관절염, Sheehan 증후군 및 부인과의 생리통, 태위부정 등 20~30종 정도의 질환에서 일정한 효과가 있다. 고혈압증의 치료례 121례 중에서 1기 환자는 91%, 2기 환자는 84%, 3기 환자는 85%의 효과를 거두었다 한다.

갑상선 절제 환자 18례 중에서 16례가 성공을 거두었다고 보고 되고 있다.

대부분의 He-Ne Laser 는 1mW 전후이고 큰 것도 30~40mW정도이다.

본 경희의료원에서 임상 치료 결과 동통의원인 질환으로서 만족한 만한 효과를 인정한 것은 간염으로 인한 협통, Frozen shoulder, 추간판 탈출증, 골절에 의한 요통, finger Rheumatoid Arthritis, 등의 만성 동통 이었다. 10회 이내의 치료로 기능적 회복 및 동통의 소실이 현저 한것은 24례 (58.53%)였고 10회 이내의 치료로 기능적 회복과 동시 동통의 감소를 보인 경우는 10례 (24.39%) 였으며 일시적 효과를 얻었으나, 재발하거나 치료 중단을 한 경우는 6례 (14.63%) 였고 실패는 1례 였다.

< Table 4 >

Evaluation	Male	Female	Total	%
Marked				
Improvement	19	5	24	58.53
Improvement				
Improvement	5	5	10	24.39
Transient				
Improvement	2	4	6	14.63
Fail				
Fail	1	0	1	
	27	14	41	

2) 안과 수술

레이저는 안과에서 시력을 회복케 하는 눈 수술에서 이용 될 수 있다.

즉 Laser 는 망막이 유리 되었을때 망막위의 구멍을 내면서 동시에 이것을 유착케 한다.

레이저 광은 눈에 생기는 일종의 혈관암을 태워서 암 세포를 죽게 하는데 쓰일 수 있다. 또 Laser 는 눈에 있는 빛, 조리개의 구경을 새로이 만들어 주는 데에도 이용 될 수 있다.

즉, 흔히 백내장 수술이 부분적으로 실패한 결과로 색소가 들어 있는 빛조리개는 한쪽으로 밀려 나가든지 또는 눈 lens를 덮어 버릴수 있는데 이때에 바로 Laser 를 쓸 수 있는 것이다.

또 Laser 는 눈 표면에 생기는 암세포를 죽이는데에도 이용 될 수 있다. 또한 망막 유리 환자에서 일찌기 발견 되면 유리된 망막은 Laser 광으로서 뒷조적에다 용접 시킬 수 있다.

즉 망막뒤 조직 위에 Laser 광으로 작은 상처를 만들어 줌으로써 앞에 있는 망막과 유착 하면서 망막은 제 자리를 잡게 된다.

Laser 광의 수술 시간은 1/1000 초의 노출 시간이 필요하다. 이는 눈이 깜박거리는 시간보다도 훨씬 빠르고 적절한 장소에 필요한 상처를 만드는데 단란만에 끝난다. 치료 과정은 대단히 빠르기 때문에 통증도 느낄 수 없고 마취제도 쓸 필요가 없다.

3) Laser 를 이용한 물리치료

본인은 서독 MBB 사가 제작한 bioLasD 를 가지고 본 치료실에 래원한 입원 및 외래 환자 20 명을 가지고 물리적인 자극 치료를 실시 했다.

치료시간은 한 부위당 2분~5분 정도이고 길어도 10분을 초과 하지 않았다. 치료기간은 5일부터 1개월 정도 까지였으며 퇴원 후 재발하여 다시 치료 받는 경우도 있었다.

결과는 아래의 도표와 같이 나타나 있다. 전체 환자의 치료에 대한 효과면에서 불매 상당히 호진 됐다고 느끼는 사람이 16 명으로 80%의 좋은 성적을 거두었다.

< Table 5 > 병명별 분류

Evaluation	Male	Female	Total
Rheumatoid Arthritis	2	6	8
피부질환	2	3	5
Strain and sprain	1	1	2
Bed sore	2	0	2
Frozen shoulder	1	1	2
Sportic injury	1	0	1
Total	9	11	20

< Table 6-1 > 병명별 효과

Evaluation	R A			피부질환			염좌		
	Male	Female	Total	Male	Female	Total	Male	Female	Total
Marked Improvement		2	2	1	2	3			
Improvement	1	3	4	1	1	2	1		1
Transient Improvement	1	1	2					1	1
Fail	0	0	0						
Total	2	6	8	2	3	5	1	1	2

< Table 6-2 > 병명별 치료효과

Evaluation	Bed sore			Frozen shoulder			Sportic injury		
	Male	Female	Total	Male	Female	Total	Male	Female	Total
Marked Improvement	1		1						
Improvement	1		1	1		1	1		1
Transient Improvement					1	1			
Fail									
Total	2		2	1	1	2	1		1

〈 Table 7 〉 Summary of Evaluation

	Male	Female	Total
Marked Improvement	2	4	6
Improvement	6	4	10
Transient Improvement	1	3	4
Fail	0	0	0
Total	9	11	20

4) Laser Therapy 의 전망

머지 않은 미래에 이 분야의 치료는 각광을 받게 될 것이다. 이 치료의 이점은 이상적 합성과 전통적 생체 치유 방법 사이를 가깝게 하고 있다. 그리고 치료 기술이 쉽다.

짧은 시간에 진단과 치료에 폭넓게 작용하고 있으며 현대 의학의 단순화에 이바지 하고 있다.

Ⅷ. 결 론

앞에서 Laser 의 이론적인 고찰과 아울러 의학적, 임상적 고찰을 했고 본인의 치료 결과를 서술 하였다.

그 결과 Laser 는 사용이 용이하고 치료시간이 짧으며 담기증이 별로 없다는 것이다.

몇 가지 주의할 요하는 데

① 직접 Laser 광을 눈으로 보지 말 것.

② Light guide 를 너무 직각으로 꺾지 말 것.

③ 치료부위에 가능한 수직으로 조사할 것.

④ Laser 기기는 습한곳에 놓지 말 것 등이다.

치료 결과 확장성 질환, 예로 피부질환의 습진, 욕창, Rheumatoid Arthritis 등에서 현저한 통증 감소 효과를 볼 수 있었다.

일반적인 인식에 의하면 He-Ne Laser 에 있어서 피부 투과력은 10~15 mm 정도로 알려져 있다.

차후로 좀 더 많은 임상 증례를 가지고 더 광범한 질환에 적용 시키려 노력하고 있다.

우리 물리치료 분야에서도 모두가 첨단 의학 기술에 좀더 눈을 돌려 적극적인 연구와 이용이 있었으면 한다.

REFERENCES

1. John F. Ready : Industrial Applications of Lasers, Academic Press, 1978.
2. J. M. Keller : 이상수 역 Laser 이야기, 현대과학신서
3. 任華軼 : 광침, 동양의학 제 7 권 제 3 호, 1981 년 10 호
4. Laser 응용의 기초와 실용에 : 전자과학사, 전자과학 81 년 11~12 호, 82 년 2~5 월호, 7, 9, 11 월호.
5. H. Stemplinger : Laser Therapy in Neurological Practise, MBB-Angewandte Jechnologie GmbH, Germany.
6. Dr. med. dent. Alwin Mayer : Laser Therapy in Dentistry, MBB-Angewandte Technologie GmbH, Germany.
7. 최익선, 김병운 : Laser 침의 진통효과, 경희대학교 부속 한방병원의 논문