

## Laser가 정상인의 혈장내 $\beta$ -endorphin 농도에 미치는 영향

대구대학교 재활과학대학원  
서 연 순  
대구대학교 재활과학대학 물리치료과  
박 래 준  
청주전문대학 물리치료과  
박 영 한

### The Effects of Laser Irradiation on Human Plasma $\beta$ -endorphin Levels

Seo, Yeon-Soon., P.T., M.S.

Graduate School of Rehabilitation Science Taegu University

Park, Rae-Joon., P.T., Ph.D.

Dept. of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Taegu University

Park, Young-Han P.T., M.S.

Dept. of Physical Therapy in Chong Ju National Junior College

#### <Abstract>

The purpose of this study was to determine the effects of laser irradiation on human plasma  $\beta$ -endorphin levels, by treating with low level helium-neon(He-Ne) and infrared(IR) laser. The laser was fixed frequency of 2400Hz by continuous scanning and irradiating time was 8 minutes each point.

Blood samples were taken at before, after, after 15min's treatment and plasma  $\beta$ -endorphin was measured by radioimmunoassay. The samples for this study were 6 normal subjects(3male, 3female). The data were analyzed by paired t-test, one-way ANOVA and simple regression.

The results of this study were as follows:

1. The human plasma  $\beta$ -endorphin levels were noted as significant increase in after-treatment ( $22.84 \pm 10.63$  pg/ml) as compared with before-treatment ( $16.96 \pm 9.23$  pg/ml) and significant increase in after 15min's ( $27.27 \pm 8.81$  pg/ml) as compared with after-treatment ( $p < 0.05$ ).
2. There were no significant changes in plasma  $\beta$ -endorphin levels between male and female.
3. The human plasma  $\beta$ -endorphin levels were high associated in between session reliability ( $p < 0.05$ ).

#### I. 서 론

통증에 대하여 Merskey는 통증은 불쾌한 감각이며 실제로 혹은 잠재적으로 조직손상과 관련이 있는, 정서적 경험인 동시에 주관적인 경험이라 하였고,

Mountcastle은 조직의 손상 혹은 파괴를 일으키는 자극으로 인하여 나타나는 불유쾌한 감각적인 경험이라 하였다(이충휘, 1987). 또한 Michel은 통증을 신체조직의 구조나 기능에 어떤 결함이 있을 때 나타나는 경고 신호라 하였고, 정진우와 김근조는 질병에

걸렸을 때 최초의 증후로 나타나며 인간 생존에 필수 불가결한 하나의 방어 기전으로 설명하고 있다(권혁철, 이충휘, 1993).

그러나 과거 수세기동안 많은 의학자들이 통증에 대한 기전을 밝히고자 노력하여 왔으나 아직도 정확한 통증기전에 대한 결론을 내리지 못하고 있다.

이러한 통증의 치료는 질환과 증상에 따라 그 치료방법이 다양하나 단계별로 통증을 유발하는 원인을 제거하는 것, 통증의 전달경로를 차단하는 것, 그리고 통증의 역치를 상승시키거나 통증에 대한 반응을 변화시키는 것 등의 크게 세가지 방법을 이용한 여러 가지 치료법이 개발되어 있다(김해규 등, 1991).

그 중 laser는 Maiman이 루비를 이용하여 laser의 발전에 처음으로 성공한 후, 과학의 눈부신 발전과 더불어 1982년부터 저출력 laser와 그리고 중출력 laser를 합한 연 laser(soft laser) 등의 치료용 laser로 발전되어 임상 각 과별 영역을 초월하여 통증 완화에 큰 역할을 하고 있다(김영추 등, 1991).

Mester등에 의해 저출력 laser가 인체 조직에 자극효과가 있음이 밝혀진 이후 여러 연구가들에 의해 창상치유와 통증치료 분야에서 많은 임상경험과 연구가 이루어 졌다(채기영, 1991).

Mester가 He-Ne laser와 Argon laser를 사용하여 창상의 치료가 촉진됨과 난치성 궤양이 개선 또는 치료됨을 처음으로 보고하였고, Basford는 경부와 배부통증을 호소하는 환자들에게 laser를 사용하여 약 70~80%의 통증 완화를 보았다고 보고하였다(김영추 등, 1991). 또 Walker와 Brunner는 대상 포진성 신경통 환자에 대한 저출력 laser의 치료효과를 보고하였다(문원배 등, 1990).

이미 국내에서도 광선에 의한 laser 조사법은 1983년 서울대학교 병원에서 Argon laser가 처음 도입된후 1988년 서울 올림픽 이후, 근래에 현저히 발전, 보급되었으며 채기영 등(1989)이 통증치료실에서 치료용 laser를 척추부, 관절부, 인대부, 수상부 및 술후병변 등을 가진 환자들에게 사용하여 좋은 성과를 얻었다는 임상적 보고가 있었으며 홍남주 등(1990)은 대상 포진성 신경통 환자에게 저출력 laser 치료를, 배성동(1990)은 대상포진 환자에게 치료용 laser(He-Ne laser와 Infra Red laser)를 시행하여 우수한 효과를 보았다고 보고하였다.

또 김영추 등(1991)은 척추추간관탈출증 환자에게

저출력 laser치료를 실시하여 현저한 통증완화를 얻었다고 보고하였고 이태현 등(1994)은 저출력 laser(He-Ne laser와 IR laser)를 급만성 피부창상에 조사한 결과 통증 완화뿐만 아니라 창상 치유에 좋은 성과가 있었다고 보고하였다.

그러나 이러한 임상경험과 연구에도 불구하고 laser의 진통효과에 대한 작용기전은 여러 가지 학설이 있으나 확실하게 해명된 것은 아직 없으며 Kamikawa와 Tawa는 laser를 통증부위에 조사하면 자율 신경을 자극함으로써 혈관을 확장하여 혈류를 개선하여 근육의 긴장을 완화시킨다고 보고하였고 Coll과 Goldman, Rockwell은 laser beam의 에너지를 말초 신경에 조사하면 과자극 효과(hyperstimulation effect) 즉, 신경세포막을 과분극화(hyperpolarization)시켜 그 활성역치(activation threshold)를 증가시키고 laser의 광자전하(photonic charge)가 신경 세포막의 전위차에 영향을 주어 탈분극 현상을 억제하여 신경전도를 억제하고 이로 인해 A섬유로부터 교양질의 자극 전도를 약 12~24시간 정도 차단할 수 있다고 하며, 또한 조사된 부위의 bradykinin을 감소시키고, 최수후각으로부터 endogenous peptides(endorphin)의 분비를 촉진시킨다고 보고하였다(김영추 등, 1991; 문원배 등, 1990).

1970년대 이후 생체내의 아편수용체와 이러한 endogenous opioid peptides인 endorphin의 규명은 통증 전달 기전에 획기적인 전환점을 가져왔다. 이는 Martin이 모르핀과 이와 유사한 약물 및 길항제 등의 상호작용을 보아 아편체계의 약물도 수용체가 존재할 것이라고 가정한 이후 Goldstein이 뇌조직에서 아편수용체의 존재를 규명하였고 그후 Pert, Synder 등(1973), Simon, Hiller, Edelman 등(1973)과 Terenius 등(1973)이 Radioactive Ligand binding method를 사용하여 아편수용체를 규명하였고 Pert, Kuhl, Synder 등(1976)은 자가 방사기록법(autoradiography)에 의하여 수용체의 존재와 그 분포위치 및 밀도를 정확하게 규명하였다.

이러한 아편수용체의 규명에 따라 생체내에서 이에 작용할 물질이 분비될 것이라는 가정하에서 Hughes등은 돼지 뇌에서 methionin-enkephalin과 leucine-enkephalin의 구조식을 밝혔고 이후 Terenius와 Wahlsform은 인체의 뇌척수액에서 이와 유사한 물질을 발견하였는데 그 중  $\beta$ -endorphin의 작용이 제일 강하

다고 보고하였다(길호영 등, 1989).

이와 같이 많은 연구에서 최근 임상현장에서 널리 이용되고 있는 물리치료 양식중의 하나로 주목받고 있는 laser의 임상적 효과를 보고한 예가 많으나, 그 효과의 유무나 작용기전에 관해 논란이 많고 전반적으로 볼 때 laser의 임상적 적용은 아직 초기 단계라고 할수 있어서 laser가 임상적으로 통증에 효과가 크다는 경험적인 결과에 기초하여 사용되고 있으나 그에 따른 통증 진단방법은 grade를 정해놓은 문진, 또는 주관적 평가방법인 시각척도(VAS: visual analogue scale)나 언어비율척도(VRS: verbal rating scale)등을 이용하는 수준에 머무르고 있다(문원배 등, 1990; 채기영, 1991; 김영주 등, 1991; 정진우 등, 1992).

이에 본 연구는 Nakao와 Nakai 등과 Wardlow와 Frantz 등에 의하여 인간의 말초 혈액내에서  $\beta$ -endorphin의 측정이 가능하게 되었는데(진영수 등, 1991) 다른 치료법에 비해 그 적용이 비침습적이므로 환자에게도 상당한 편의성을 주게되어 그 활용도가 높아지고 있는 laser 치료전, 치료후, 치료후 15분 경과시 정상인의 혈장내에서, 내인성 아편제로 알려져 있는  $\beta$ -endorphin이 어떻게 변화되는지 관찰하기 위하여 정상인의 혈장내에서 치료단계에 따라  $\beta$ -endorphin의 농도를 측정, 관찰하여 그에 따른 laser의 임상적 효용성을 예측해 보는데 그 목적이 있으며 여러 문헌을 바탕으로 laser가 내인성 아편제 통증억제 체계를 통하여 통증치료에 효과가 있다면 첫째, laser 조사시  $\beta$ -endorphin이 분비되고, 둘째,  $\beta$ -endorphin의 성격상 치료전보다는 치료직후에, 치료직후 보다는 치료후 15분 경과시 더 높은 분비양상을 보이며, 셋째, 남성보다는 여성이 더 민감하게 높은 분비양상을 보일 것이라는 전제하에 실험을 실시하였다.

## II. 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

대구대학교 재활과학대학 재학생 중에서 본 연구에 자원한 20세 이상의 정상 성인들 중 다음과 같은 연구조건에 합당한 6명(남3명, 여3명)을 대상으로 하였으며 대상자들은 연구절차의 예견된 효과나 자극점의 위치에 관해서는 알지 못하게 하였으며 본 연

구대상의 조건은 다음의 기준에 따라 선정하였다.

첫째, 감각이상, 운동장애 등 신경근육계의 이상이 없는 자.

둘째, 실험전 48시간 이전부터 실험이 끝날때까지 실험에 영향을 줄 수 있는 술을 비롯하여 진통제, 항울제, 정온제 등의 약물을 복용하지 않은 자.

셋째, 심한 운동등으로 인하여 근육이 피로하지 않은 상태에 있는 자.

넷째, 심리적인 스트레스 등으로 인하여 각종 통증을 호소하지 아니하는 자.

다섯째, 검사부위에 개방성 상처가 없는 자 등으로 하였으며 1996년 3월 24일 위의 사항을 만족하는 남,녀 대상자 각각 1명씩 2명을 대상으로 예비실험을 실시한 후 그 문제점을 수정, 보완한 다음 1996년 7월 21일부터 8월 22일까지 연구대상자 전원에 대하여 본 실험을 시행 하였다.

### 2. 연구방법

#### 1) 치료전 검사

대상자는 치료부위를 노출시킨 뒤 상지 근육들의 통발점(trigger point)중 무작위로 3점을 선별하여 우측 머리뉘판근(splenius capitis), 가시아래근(infraspinatus), 상완요골근(brachioradialis)의 통발점에 수성펜으로 표시한 후(Fig 1), 시각을 비롯한 외부 자극에 의한 영향을 배제하고자 조용한 치료실에서 눈을 감고 침대에 누워 20분간 안정을 취하도록 하였다. 안정을 취한 후 각 대상자의 우측 전박 주정맥을 통해 5cc를 채혈하여 EDTA(ethylenediaminetetra acetic acid) 시험관에 넣고 잘 섞은 후 3000~3500 rpm으로 20분간 원심분리하여 혈장을 분리해 동결 보관하였다가 방사면 역측정법(RIA: Radio Immuno Assay)을 사용하여 혈장으로부터  $\beta$ -endorphin을 용출시킨 후 그 농도를 산출하였다.

#### 2) 치료후 검사

대상자는 laser에 눈을 직접 노출시킬 경우 안저 및 결막에 장애를 초래할 수 있으므로 보안용 안경을 씌운 후 파장 632.8nm, 출력 30mW의 Helium-Neon laser와 파장 904nm, 출력 14mW의 Infrared laser를 병용하여 각 통발점마다 8분씩 총 24분간 laser 치료를 받은 뒤 즉시 채혈하여 치료전 검사시와 동일한 과정을

### III. 결 과

#### 1. 혈장내 $\beta$ -endorphin 농도의 변화

laser 치료전, 치료후, 치료후 15분 경과시에 측정 한 혈장내  $\beta$ -endorphin 농도는 남자의 경우 치료전 농도가  $16.98 \pm 14.05 \text{pg/ml}$ 로 가장 낮았고 치료후 15분 경과시  $27.24 \pm 12.78 \text{pg/ml}$ 로 가장 높았고 여자의 경우에도 치료전 농도가  $16.94 \pm 3.90 \text{pg/ml}$ 로 가장 낮았고 치료후 15분 경과시에  $27.29 \pm 5.52 \text{pg/ml}$ 로 가장 높았으며 전체적인 변화도  $16.96 \pm 9.23 \text{pg/ml}$ 로 치료전 농도가 가장 낮았고  $27.27 \pm 8.81 \text{pg/ml}$ 로 치료후 15분 경과시에 가장 높았다.

치료전과 치료후 혈장내  $\beta$ -endorphin 농도는 남자가 여자보다 약간 높았으나 치료후 15분 경과시에는 여자가 남자보다 오히려 약간 더 높았다.

또 남자의 경우 laser 치료후, 치료전보다 혈장내  $\beta$ -endorphin 농도가  $8 \text{pg/ml}$  증가하였고 치료후 15분 경과시에는 치료후보다  $2.26 \text{pg/ml}$ 가 더 증가하여 혈장내  $\beta$ -endorphin 농도가 치료후에 급속하게 증가하는 경향을 보이며 치료후 15분 경과시, 치료전보다  $10.26 \text{pg/ml}$ 가 증가하였고 여자는 laser 치료후, 치료전보다 혈장내  $\beta$ -endorphin 농도가  $3.85 \text{pg/ml}$  증가하였고 치료후 15분 경과시에는 치료후보다  $6.5 \text{pg/ml}$  더 증가하여 혈장내  $\beta$ -endorphin 농도가 치료후 서서히 완만하게 증가하는 경향을 보이며 치료후 15분 경과시, 치료전보다  $10.35 \text{pg/ml}$ 가 더 증가하는 변화 양상을 보였다 (Table 1., Fig 2.).

이들 측정치를 t-검정한 결과 Laser 치료후, 치료전보다  $\beta$ -endorphin 농도가 유의하게 증가하였으며 치료후보다 치료후 15분 경과시  $\beta$ -endorphin 농도가 유의하게 증가하였다 (Table 2.,  $p < 0.05$ ).

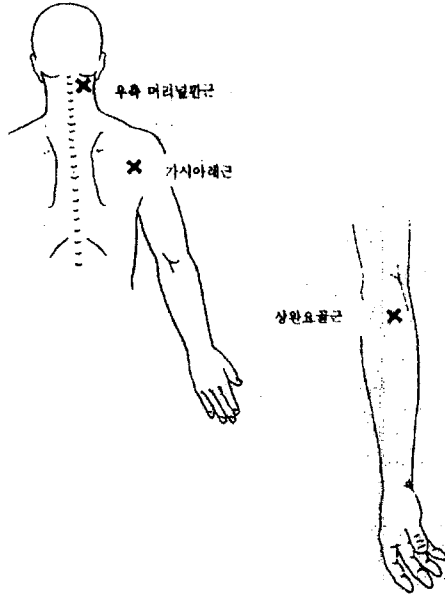


Fig 1. Location of laser treatment

시행하였다. 주파수는  $2400 \text{Hz}$ 로 고정하였고 laser 치료기와 통발점과의 치료 거리는  $10 \sim 15 \text{cm}$ 로 고정하여 전례에서 연속파로 주사 하였다.

#### 3) 치료후 15분 경과시 검사

대상자를 치료후 검사가 끝난 뒤 침대에 눕혀 15분간 안정을 취한 후 채혈하여 치료전 검사시와 동일한 과정으로 시행하였다.

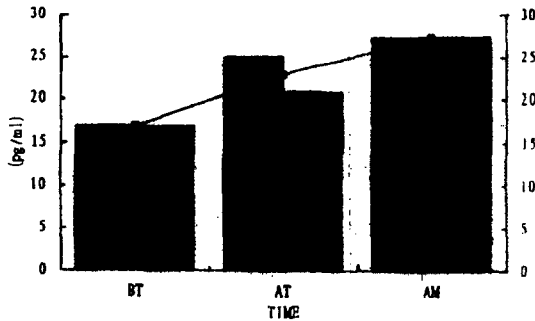
#### 3. 자료분석

각 결과치는 SPSS/PC+를 이용하여 통계처리 하였다. 치료전, 치료후, 치료후 15분 경과시  $\beta$ -endorphin 변화량에 대한 유의성 검증을 위해 t-검증을 하였다. 성별에 따른 변화량에 대한 유의성 검증을 위해 일원변량 분산분석을 실시하였으며 각 치료 단계별 상관성을 알아보기 위해 단순 회귀분석으로 검토하였으며 통계학적인 유의성을 검증하기 위하여 유의수준은  $0.05$ 로 하였다.

**Table 1. Plasma  $\beta$ -endorphin levels at BT, AT, AM by sex and total levels.**

|              | unit : pg/ml              |                   |                   |  |             |  |
|--------------|---------------------------|-------------------|-------------------|--|-------------|--|
|              | Plasma $\beta$ -endorphin |                   |                   |  |             |  |
|              | BT $\pm$ SD               |                   | AT $\pm$ SD       |  | AM $\pm$ SD |  |
| Male (n=3)   | 16.98 $\pm$ 14.05         | 24.98 $\pm$ 13.66 | 27.24 $\pm$ 12.78 |  |             |  |
| Female (n=3) | 16.94 $\pm$ 3.90          | 20.79 $\pm$ 9.11  | 27.29 $\pm$ 5.52  |  |             |  |
| Total (n=6)  | 16.96 $\pm$ 9.23          | 22.84 $\pm$ 10.63 | 27.27 $\pm$ 8.81  |  |             |  |

SD : Standard Deviation  
 BT : Before Treatment  
 AT : After Treatment  
 AM : After 15 Min's



BT : Before Treatment  
 AT : After Treatment  
 AM : After 15 Min's



Fig 2. Change of plasma  $\beta$ -endorphin levels

**Table 2. Plasma t-test of plasma  $\beta$ -endorphin levels at BT, AT, AM by sex and total levels.**

|       | DF | DM       | SD    | t-value | p       |
|-------|----|----------|-------|---------|---------|
| BT/AT | 5  | -5.8800  | 5.052 | -2.85   | .036*   |
| BT/AM | 5  | -10.3033 | 2.626 | -9.62   | .000*** |
| AT/AM | 5  | -4.4233  | 3.452 | -3.14   | .026*   |

\* : p<0.05    \*\*\* : p<0.001

DF : Degrees of Freedom  
 DM : Difference Mean  
 SD : Standard Deviation  
 AT : After Treatment  
 AM : After 15 Min's

**2. 성별에 따른 혈장내  $\beta$ -endorphin 분비량의 변화**

성별에 따른 Laser 치료전, 치료후, 치료후 15분

경과시 각 조건별 혈장내  $\beta$ -endorphin 농도 변화량에 대한 유의성을 알아보기 위해 일원변량 분산분석을 실시한 결과 남자의 경우 혈장내  $\beta$ -endorphin 농도가 치료후에 급속히 증가하는 경향이 있었고 여자의 경우에는 혈장내  $\beta$ -endorphin 농도가 치료후 서서히 완만하게 증가하는 경향이 있었지만 치료후 15분 경과시에는 남자의 경우 치료전보다 10.26pg/ml가 증가하였고 여자의 경우에도 치료전보다 치료후 15분 경과시에 10.35pg/ml가 더 증가하여 남, 녀 성별에 따른 변화량의 차이는 없었다(Table 3).

**Table 3. One-way ANOVA of plasma  $\beta$ -endorphin levels at BT, AT, AM by sex.**

|    | unit : pg/ml |       |       |              |       |       | p     |
|----|--------------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|    | male (n=3)   |       |       | female (n=3) |       |       |       |
|    | min          | max   | mean  | min          | max   | mean  |       |
| BT | 6.54         | 32.96 | 16.98 | 14.26        | 21.41 | 16.94 | .9961 |
| AT | 12.11        | 39.29 | 24.98 | 11.86        | 30.07 | 20.79 | .6875 |
| AM | 15.32        | 40.74 | 27.24 | 22.89        | 33.49 | 27.29 | .9947 |

p>0.05

BT : Before Treatment  
 AT : After Treatment  
 AM : After 15 Min's

**3. 치료 단계별 상관관계**

각 치료 단계 간의 상관성을 알아보기 위해 단순 회귀분석으로 검토한 결과 각 치료 단계간에 혈장내  $\beta$ -endorphin 농도가 높아질 가능성이 통계학적으로 유의한, 높은 상관관계가 있었다(Table 4).

**Table 4. Simple regression of plasma  $\beta$ -endorphin levels at BT, AT, AM.**

|       | r     | p     |
|-------|-------|-------|
| BT/AT | .8798 | .0208 |
| AT/AM | .9540 | .0031 |
| AM/BT | .9586 | .0025 |

\* : p<0.05    \*\* : p<0.01

BT : Before Treatment  
 AT : After Treatment  
 AM : After 15Min's

**IV. 고 찰**

유도방출에 의한 빛의 증폭(Light Amplification by

Stimulated Emission of Radiation)이라는 어원을 가진 laser는 수술용으로 많이 사용되는 고출력 laser와 치료용으로 많이 사용되는 저출력 laser로 나뉘어 지는데 이러한 구분은 Optical Energies의 차이이며 이러한 이유로 고출력 laser는 열효과로 조직을 자르거나 파괴하도록 구성 되어져 있는 반면 저출력 laser(=냉 laser)는 조직을 자극하도록 구성되어져 있다(King 등, 1990).

Boussignac에 의하면 저출력 laser도 10~70mw를 사용한 경우 0.3°C~0.62°C 정도의 아주 소량의 조직 가열현상이 발생되지만 이러한 변화는 수부나 족부의 근육과 관절부를 수치료, 파라핀, 건열을 적용했을 때 9°C 정도의 온도변화가 일어나는 것과 비교되어질수 있고 저출력 laser의 경우 통상적으로 0.001~0.1watts의 매우 낮은 출력이 적용되어지는 것을 고려해 볼 때 laser치료법은 열효과는 없고 오직 광화학적 효과만이 발생되는 것을 알 수 있다(King 등, 1990). 따라서 laser beam을 생체조직에 조사했을 때 그 에너지는 조직에 선택적으로 흡수된다고 하는데 그 흡수되는 정도는 레이저의 파장에 의해 좌우된다고 한다(Ohshiro 와 Calderhead, 1988).

즉 400nm~700nm사이의 파장을 갖는 laser는 주로 멜라닌, 카로틴, 헤모글로빈, 마이오글로빈에 흡수되며 10,600nm의 파장을 갖는 laser는 물분자에 흡수되고 700nm~1,600nm의 파장을 갖는 laser beam은 생체 단백질에 흡수된다고 한다(Goldman, 1981; Koebner, 1980; Warnke, 1985).

Warnke등에 의하면 600nm~1,000nm사이의 laser beam을 인체조직에 조사하면 그 빛 에너지가 세포내 미토콘드리아와 세포막 내에서 시토크롬과 포르피린에 흡수되어 산화적 인산화반응에 관여하고 단백질과 콜라겐 합성증가, 세포증식 및 성장의 증가, 세포의 이동도, 막전위 증가를 통하여 생전기적, 생화학적으로 에너지로 변화하며 또한 세포사이에서 beam이 반사, 반향하여 주위조직에까지 생자극효과를 발휘하게 되고 이로인해 기능이 저하된 세포의 활동성을 높이게 된다고 한다(문원배 등, 1990).

또한 Mester등에 의하면 laser의 생체내 작용효과로는 교원섬유와 소포의 생산증가, 혈관신생의 향상, 효소활성도의 증가, 세포분열의 증가, 단백질 합성의 자극, 세포호흡의 향상, 그리고 상처치유의 증진 등의 효과를 보인다고 한다(김영주 등, 1991).

이러한 생체내 자극효과를 극대화 시키기 위해, 통증치료시에는 피부침투력이 약한 He-Ne laser(5mm~7mm)와 침투력이 좋은 IR laser(30mm~45mm)를 병행하여 두 파장간의 간섭효과를 통해 에너지를 증폭시키는 것이 효과적이다.

laser 조사로 발생된 자극은 피부감각 수용기인 자유신경종말을 통해 감지되어 일차구심성 신경섬유인 Aδ섬유와 C 섬유에 의해 척수 후각의 Rexed 층판 I, II, III로 주로 전달되는데 Aδ섬유는 유수섬유로서 예민한, 국소성 통증을 전달하며 척수 후각 입구구역의 외측부분으로 들어와서 Lissauer 구역을 지나 주로 층판 I, V에서 연결을 이루고 C 섬유는 척수 후각의 내측부분으로 들어오는 무수섬유로서 둔탁한 통증을 전달하는데 직접 층판 II로 들어가거나 여러 연결을 거쳐 층판 V로 전달된다(Carpenter, 1985; Bishop, 1980).

층판 II는 약간 작은 세포들로 이루어진 좁은 바깥구역과 넓은 속구역으로 구성되어 있으며 바깥구역은 주로 C 섬유와 약간의 A $\alpha$ 섬유를 받으며 속구역은 주로 비통각성 C 섬유를 받는 것으로 알려져 있으며 층판 V는 WDR(Wide Dynamic Range) cell로 만성 통증의 기전과 밀접한 관계가 있다(이은옥, 최명애, 1993; 장일 등, 1993; Carpenter, 1985).

이러한 자극은 이차구심성 신경인 외측척수상사로 또는 척수망상체시상로를 거쳐 대뇌피질로 자극이 전달된다.

통증조절은 대뇌피질과 시상하부로부터 구심성 흥분을 받은 중뇌의 수도주위 회백질(Periaqueductal gray : PAG)은 전측 연수, 위복내측 연수(rostral ventromedial medulla : RVM), 수뇌그물 구성체(medullary reticular formation), 거대 솔기핵(nucleus raphe magnus : NRM) 과 내측 신경속(dorsolateral funiculus : DLF)를 통해 내림연결을 가지며 원심성 흥분을 척수후각으로 보내고 이때 연수척수로 통해 거대세포성 핵과 비아드레날린 동작성 세포들도 원심성 흥분을 DLF를 통해서 척수후각으로 보낸다(Bowsher, 1978; Melzack and Wall, 1984; Carpenter, 1985; Bonica, 1990).

이러한 통증조절계가 활성화되면 PAG와 솔기핵에서는 각각 내인성 아편제제인  $\beta$ -endorphin과 serotonin을 척수후각의 교양질에 분비하게되고 교양질에서는 endorphin 및 serotonin을 함유한 중개뉴런들이

자극되어 통증을 억제하고 또 한가지 기전은 복측 신경속을 따라서 망상체를 거쳐 시상하부와 뇌하수체로 전달되어 여기서 lipotrophin이 분비되어 ACTH와  $\beta$ -endorphin이 유리되어 뇌척수액과 혈류로 들어가 통증의 억제를 가져온다고 한다. 이상으로 볼 때 자극에 의한 진통효과는 신경계통과 신경전달 물질 및 hormone 등과 같은 체액요소가 관여한다 하겠다(Bishop, 1980; Bonica, 1990).

endorphin은 endogenous와 morphine을 촉약하는 말로서 1975년, 1970년대 중반까지 부분적으로 특징지어지던 서로 다른 36종류의 뇌내 아편체를 승인하기 위해 사용되어진 용어이다. 모든 endorphin은 peptide hormone인 것으로 밝혀졌으며 뇌에서 확인된 endorphin 중 아미노산 5개로 이루어진 methionin-enkephalin과 leucine-enkephalin으로 구성된 enkephalin과 아미노산 31개로 이루어진  $\beta$ -endorphin은 가장 대표적인 내인성 진통유발물질이다(Bishop, 1980).

enkephalin은 뇌내 여러부위와 척수후각 등에 분포되어 있고 아편제 수용체인  $\mu$ 수용체와도 결합하지만 특히  $\delta$ 수용체와 결합하여 진통작용을 유발하며 이러한 아편제 수용체는 특히 꼬리핵, 전시상하부, 중양회백질, 교양질에 다량 분포되어있고 아편제 수용체가 발견되는 중추신경계 부위에도 고밀도를 나타낸다(Bonica, 1990; Melzack and Wall, 1984; Mackler and Robinson, 1989).

$\beta$ -endorphin은 ACTH와 공동전구체인 POMC (proopiomelanocortin)에서 생성되는  $\beta$ -lipotropin( $\beta$ -LPH)의 C말단부위( $\beta$ -LPH61-69)에서 유래하는, 아미노산 31개로 구성된 peptide로 사람에서는 주로 뇌하수체 전엽에서 생산되고 혈중으로 분비된다. 따라서 일반적으로 혈중 B-LPH 농도 변화와 평행하며 아편제 수용체와 결합하여 진통작용을 유발하는 enkephalins과 마찬가지로 아편제 수용체인 E수용체와 견고하게 결합하지만 enkephalins과는 달리 조직효소에 의해 쉽게 활성화 되지는 않는다(이귀녕과 이종순, 1996; Bishop, 1980; Bonica, 1990).

$\beta$ -endorphin은 생산되어 15~20분간 지속적으로 활동하고 반감기(half life)는 4, 6~8시간인 반면 enkephalins의 반감기는 2분에 불과하여 이러한 활성화의 차이가  $\beta$ -endorphin이 enkephalin에 비해 내인성 아편제로 효능을 더 인정받는 원인이라 생각되어진다(Bishop, 1980).

$\beta$ -endorphin은 긴 지속효과에 비해 상대적으로 광범위한 잔여효과를 생산한다. 이러한점으로 미뤄보아  $\beta$ -endorphin은 신경전달물질이라기 보다는 호르몬의 성격이 더 강한 것으로 여겨지며  $\beta$ -endorphin은 진통작용외에도 긴장증(catatonia)과 행동 및 감정의 조절등에도 관계가 있는 것으로 알려져 있다. 또한 이 호르몬이 스트레스 반응과 관련있다는 것도 이미 알려져 있지만  $\beta$ -endorphin의 기능과 표적기관에 대하여는 아직 확실히 규명되어, 알려진 바 없다(Daniels and Martin, 1991; Hadley, 1984).

이러한 opioid peptide 호르몬은 표적기관에 도달하기까지 15~20분이 소요되며 신경말단 전달, 혈액, 림프액 분비와 연관되어진 뇌척수액의 흐름을 매개로 하여 전달되어진다(유경자, 1988; Bishop, 1980).

그러나 혈액에 의해 최종 표적조직의 세포 표면까지 이동하였다 하여도 수용성인 peptide hormone은 이중지방층인 세포막을 통과하지 못하고 세포막에 있는 수용체에 결합하게 된다. peptide hormone은 수용체와 결합하여 효과기 효소(adenylate cyclase)를 활성화시키거나 세포막의 구성성분인 인지질(phospholipid)을 분해하기도 하고 이온유입(ion flux)이나 막전이(membrane transport)에 영향을 줌으로써 표적세포의 기능을 조절한다(유경자, 1988).

호르몬은 정상상태에서는 혈액중에 micromolar( $10^{-6}$  M)로 부터 picomolar( $10^{-12}$  M)의 범위에 매우 낮은 농도로 존재한다. 이런 이유로 인해 호르몬을 분리, 확인하고 정확하게 측정하기란 매우 어렵다(채범석, 1989). 따라서 본 연구자는 혈장내  $\beta$ -endorphin 농도가 이른 아침에 고농도를 보이고 오후에서 야간에 감소하는 생리적 특성을 감안하여 모든 실험을 오전중, 같은 시간대에 실시 하였다(이귀녕과 이종순, 1996).

또 혈장내  $\beta$ -endorphin 농도는 채혈과정 및 원심 분리 과정에 의해서도 영향을 받으며 측정기기의 다른 단백질질과의 교차반응정도와의 상관관계가 있다. 따라서 본 연구에서는 동일부위에서 동일한 검사자에 의해 채혈을 하였고 채혈후 즉시, 또는 적어도 15분 이내에 원심분리가 이루어지도록하여 이로 인한 오차를 줄이고자 했으며 측정기기 역시 다른 단백질과의 교차반응이 적은 방사면역검사 기기를 사용하였다(정진상 등, 1993).

Yalow와 Berson이 처음 소개한 방사면역측정법

(RIA)은 좋은 예민도와 정확도, 정밀도를 갖고 있으며 거의 모든 미량성분 측정에 적용할수 있는 장점 때문에 1970년대에 이르러 상용화된 이후 현재까지 널리 이용되고 있는 임상진단 검사법이다(채법석, 1989).

근래에는 tracer인 radio-isotope의 짧은 반감기와 안전관리의 문제점, 폐기물의 환경오염 등의 문제점을 극복하기위해 비방사성 동위원소인 효소(EIA : enzyme immunoassay), 형광물질(FIA : fluorescence immunoassay), 화학발광(CLA : chemiluminescence immunoassay) 등을 이용한 면역분석법 개발에 관한 많은 연구가 이루어지고 있다고 보고되어 진다(한지홍 등, 1994).

laser의 진통작용에 관하여 King 등(1990)은 He-Ne laser로 외의를 자극하여 실험적 동통역치를 측정한 결과 laser 자극군이 대조군에 비하여 동통역치가 유의하게 증가하였으며 이러한 결과는 비침습적인 통증조절기법 때문일것이라 제안하고 laser자극은 최소한의 촉각만을 야기할뿐 매우 편안하여 TENS와 교체 되어도 좋다고 보고하였다. 이러한 주장은 어떤 환자들의 경우 전기자극에 아주 예민한, 과민성을 나타내는 경우가 있으므로 물리치료사에게 중요하게 고려되어야 할 점이다.

laser의 진통작용과 내재성 아편물질과의 관련성에 관한 연구로는 이재형, 송인영, 최은영(1996) 등을 들 수 있는데 이재형 등은 저출력 레이저 자극이 진통효과가 있는지의 여부와 레이저 자극으로 유발된 진통작용에 내재성 아편물질이 관여하고 있는지 규명하고자 흰쥐를 무작위로 대조군, He-Ne laser를 사용한 laser군, naloxone군으로 배치하여 표면 온도를  $55 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 설정한 열판위에 흰쥐의 꼬리를 올려놓은 다음 뜨거움을 느끼고 꼬리를 치우는 시간을 초시계로 측정하여 꼬리도피 잠복시를 측정한후 진통작용을 비교한결과 laser 군의 꼬리도피 잠복시가 유의하게 증가하여 He-Ne 레이저 자극이 진통작용을 유발시켰으며 레이저 자극으로 유발된 진통작용은 naloxone 투여로 반전되어 He-Ne 레이저 자극에 의한 진통작용에 내재성 아편물질이 관여하고 있음을 보고하였다.

그러나 신경손상과 관련된 laser의 효과에 관하여 정진우 등(1992)은 신경손상에 미치는 저출력 적외선 레이저의 효과를 백서의 좌골신경을 이용하여 조직학적으로 살펴본 결과 동일 개체에서 레이저 치료군과

비치료군 사이에 뚜렷한 조직학적 차이는 발견할 수 없었으나 주위 간질의 혈관증식은 레이저 치료군이 더 풍부하였다고 보고하였고 방문석 등(1996) 또한 압박 손상을 입은 백서의 좌골신경을 이용한 동물실험을 통하여 저출력 에너지 레이저가 손상된 말초신경의 신경전도 회복에 영향을 주는지에 관해 신경전도 검사를 시행하여 기록된 복합근육활동 전위의 잠시 및 진폭을 통계분석하여 시간에 따른 변화와 대조군과 치료군간에 차이가 있는지 연구한 결과 신경전도 회복촉진 효과를 입증할수 없었다고 보고 하였다.

또 Goats 등(1996)은 류마티스성 관절염에 관한 저밀도 레이저와 광치료의 효과를 초기 치료후 한달, 세달, 여섯달 경과후에 조사한 결과 적극적 치료군에서 약간의 무릎 관절의 가동범위 증가만 관찰될 뿐 대조군과의 유의한 차이는 없었다고 보고하였다.

혈중  $\beta$ -endorphin 농도는 정상인 경우  $126\text{pg/ml} \sim 130\text{pg/ml}$  이하로 나타나며 본 실험대상자 6명 모두에서 정상소견을 보였고 본 연구에서 실험대상으로 한 건강인의 혈장내  $\beta$ -endorphin 농도는 남자  $16.98 \pm 14.05\text{pg/ml}$ , 여자  $16.94 \pm 3.90\text{pg/ml}$ , 평균  $16.96 \pm 9.23\text{pg/ml}$ 로 정진상 등(1993)이 보고한 정상인 남,녀의 혈장내  $\beta$ -endorphin 농도  $14.67 \pm 11.96\text{pg/ml}$ , 이호섭 등(1986)이 보고한 건강인의 혈장내  $\beta$ -endorphin 농도  $19.74 \pm 10.56\text{pg/ml}$ 에 근사한 값을 보여주었으나 Wardlaw와 Frantz(1979)가 보고한 정상인의 혈장내  $\beta$ -endorphin 농도  $21.0 \pm 7.3\text{pg/ml}$ 에는 약간의 차이를 보였다.

운동이 혈장내  $\beta$ -endorphin 농도와 통증 역치에 미치는 효과에 대하여 정진상 등(1993)이 보고한 바에 의하면 혈장내  $\beta$ -endorphin 농도는 안정시에는  $14.67 \pm 11.96\text{pg/ml}$ 이었으나 단시간내에 강도높은 운동을 실시한 직후에는  $27.03 \pm 20.60\text{pg/ml}$ 로 안정시에 비하여 운동후에 유의있는 증가를 보여 laser치료전, 치료후 혈장내  $\beta$ -endorphin 농도 변화와 근사한 값을 보여주었으나 통증 역치는 안정시에는  $20.84 \pm 7.07$  초였고 운동후에는  $23.00 \pm 7.93$  초로 안정시에 비하여 운동후에 다소 증가하는 양상을 보였으나 통계학적인 의의는 없어서 이러한 혈장내  $\beta$ -endorphin 농도 상승이 통증 역치와 유의있는 상관관계는 보이지 않았다고 한다. 이호섭 등(1986)이 중후별로 주치결과 수기법을 달리하는 한의학의 증치이론에 따라 통증의 일반 치료형로 임상에서 널리 쓰이는 합곡, 족삼리와 요통치료에 많이 쓰



이는 신유혈을 선택하여 자침에 따른  $\beta$ -endorphin의 혈장내 변화를 시간경과에 따라 혈위별로 측정된 결과 함곡의 경우에는 자침전  $16.73 \pm 3.08 \text{pg/ml}$ , 자침후 1시간 경과후에는  $27.41 \pm 12.08 \text{pg/ml}$ , 2시간 경과후에는  $31.97 \pm 4.18 \text{pg/ml}$ 로 지속적인 증가 양상을 나타내었고 신유혈도 자침전  $22.77 \pm 4.77 \text{pg/ml}$ , 1시간 경과후에는  $21.25 \pm 5.21 \text{pg/ml}$ , 2시간 경과후에는  $25.97 \pm 6.12 \text{pg/ml}$ 로 증가되었으나 족삼리의 경우에는 자침전  $21.85 \pm 3.22 \text{pg/ml}$ , 자침후 1시간 경과후에는  $14.78 \pm 5.88 \text{pg/ml}$ , 2시간 경과후에는  $16.28 \pm 5.17 \text{pg/ml}$ 로 오히려 감소되어 각 혈 위마다 시간경과에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 있었음이 보고되었음을 볼 때 통발점에 laser를 적용할 경우에도 증상에 따른 적절한 치료부위의 선택이 매우 중요하리라 생각되어지며 이에 대한 지속적인 연구와 적절한 대조군의 비교 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것으로 생각되어진다.

## V. 결 론

laser가 정상인의 혈장내에서, 내인성 아편제로 알려져 있는  $\beta$ -endorphin의 농도변화에 미치는 영향과 그에 따른 laser의 통증에 대한 임상적 효용성에 대하여 관찰하기 위해 본 연구에 자원한 22세에서 27세 사이의 자원자들 중 연구조건에 합당한 남자 3명, 여자 3명으로 구성된 정상인 6명을 대상으로 상지근육의 통발 점증 무작위로 선별한 우측 머리넙판근, 가시아래근, 상완요골근 3점에 laser 치료를 실시한 후 laser 치료전, 치료후, 치료후 15분 경과시 혈장내  $\beta$ -endorphin 농도의 변화를 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. laser 치료전, 치료후, 치료후 15분 경과시 혈장내  $\beta$ -endorphin 농도변화는 시간경과에 따라 유의 있는 변화를 보였다. 이상의 실험결과로 보아 laser 치료법은 내인성 아편계통에 의한 진통작용기전에 의해 통증치료에 효과가 있음을 알 수 있다.

2. laser 치료전, 치료후, 치료후 15분 경과시 각 조건별 혈장내  $\beta$ -endorphin 농도 변화량에 남, 녀 성별에 따른 변화량의 차이는 없었다.

3. laser 치료전, 치료후, 치료후 15분 경과시 치료 단계간에는 정적 상관관계를 보이며 통계학적으로

유의한, 높은 상관관계가 있었다.

## 참 고 문 헌

- 권혁철, 이충휘(1993). 정상성인의 압통점 역치수준. 대한물리치료학회지. 제14권 제2호 11-21.
- 길호영, 이두익, 김철호, 김진식, 최영규, 신광일(1989). 경피신경자극이 통증역치와 혈장 Beta-endorphin치에 미치는 영향. 대한통증학회지. 제2권 제2호 145-154.
- 김영추, 김해규, 백승완, 김인세, 정규섭(1991). 척추 추간판 탈출증의 저출력 레이저에 의한 치료 2예. 대한통증학회지. 제4권 제1호 51-55.
- 김해규, 백승완, 김인세, 정규섭(1991). 저출력 레이저의 임상적 응용. 대한통증학회지. 제4권 제2호 106-110.
- 문원배, 김해규, 백승완, 김인세, 정규섭(1990). 대상포진성 신경통에 대한 저출력 레이저 치료. 대한통증학회지. 제3권 제2호 139-143.
- 방문석, 한태륜, 이성재, 윤기성(1996). 저출력 에너지 레이저가 손상된 말초신경의 신경전도 회복에 미치는 효과. 대한재활의학회지. 제20권 제1호 28-32.
- 배성동(1990). 치료용 레이저를 이용한 대상포진 치료 19례에 대한 보고. 대한물리치료학회지. 제2권 제1호 123-125.
- 이은옥, 최명애(1993). 통증: 이론 및 증재. 서울: 신탐출판사.
- 이재형, 송인영, 최은영(1996). 헬륨-네온 레이저 자극으로 유발된 흰쥐 진통작용의 날록손 반전. 대한물리치료학회지. 제8권 제1호 15-20.
- 이충휘(1987). 경피적 전기신경자극이 동통역치에 미치는 영향. 대한물리치료학회지. 제8권 제1호 29-38.
- 유경자(1988). 흡몬의 작용기전. 대한내분비학회지. 제3권 제1호 1-13.
- 이태현, 손덕희, 김봉일, 조성경, 이상화(1994). 저출력 레이저 조사에 의한 창상의 통증완화 및 치유조장. 대한통증학회지. 제7권 제1호 74-77.
- 이귀녕, 이종순(1996). 임상병리파일. 서울: 의학문화사.
- 이호섭, 조경우, 임종국(1986). 침자가 건강인의 혈장내 B-endorphin 함량에 미치는 영향. 대한침구학회지. 제3권 1-9.
- 장일, 강봉구, 유근식, 이양균(1993). 만성통증 환자의 비동통성 증상에 대한 주사침에 의한 Electroacupuncture의 치료효과. 대한재활의학회지. 제7권 제3호 384-391.
- 정진우, 권재영, 김해규, 백승완, 김인세, 정규섭(1992). 백서의 좌골신경손상에 미치는 저출력 레이저의 효과. 대한통증학회지. 제5권 제1호 44-51.

- 정진상, 정순열, 명정신, 최현주(1993). 운동이 혈중  $\beta$ -endorphin치와 통증역치에 미치는 효과. 대한재활의학회지. 제17권 제3호 368-373.
- 진영수, 전태원, 김의수, 정성태(1991). 운동강도에 따른  $\beta$ -endorphin과 ACTH의 분비양상. 대한스포츠의학지. 제9권 제1호 56-63.
- 채기영, 김해규, 김인세(1989). 치료용 레이저를 이용한 통증치료경험. 대한통증학회지. 제2권 제1호 30-35.
- 채기영(1991). 치료용 레이저를 이용한 통증치료경험(II). 대한통증학회지. 제4권 제2호 142-146.
- 채범석(1989). 생화학. 서울: 서울의국서적.
- 한지홍, 위승철, 김소영, 민형식, 이주섭(1994). 방사면역측정법과 화학발광면역측정법간 T3, T4, TSH 비교분석. 대한임상병리사회지. 제26권 제1호 190-195.
- 홍남주, 김태홍, 임수혁(1990). 포진후 신경통에 대한 저출력 레이저의 임상 시험. 대한피부과학회지. 제28권 제1호 54-61.
- Bishop, B.(1980). Pain: Its Physiology and Rationale for Management. *Phys Ther.* 60: 13-23.
- Bonica, J.J.(1990). *The management of pain*. Vol. 1. Lea&Febiger. Philadelphia.
- Bowsher, D.(1978). Pain pathways and mechanisms. *Anaesthesia*. Vol. 1, 33: 935-944.
- Carpenter, M.B.(1985). *Core text of neuroanatomy*. Williams&Wilkins Daniels, G.H., Martin, J.B. (1991). *Harrison's principles of internal medicine*. 12th ed, McGraw-Hill Co, New York, pp 1668-1669.
- Goats, G.C., Flett, E., Hunter, J.A. and Stirling, A. (1996). Low Intensity Laser and Phototherapy for Rheumatoid Arthritis. *Physiotherapy*. 82: 311-320.
- Goldman, L.(1981). *The biomedical laser: Technology & clinical applications*. 1st ed, New York, Springer Verlag, pp 26-29.
- Hadley, M.E.(1984). *Endocrinology*. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs.
- King, C.E., Clelland, J.A., Knowles, C.J. and Jackson, J.R.(1990). Effect of Helium-Neon Auriculotherapy on Experimental Pain Threshold. *Phy Ther.* 70: 24-30.
- Koebner, H.K.(1980). *Laser in medicine*. 1st ed, Chichester, John-Willy & Sons, p19.
- Mackler, L.S. and Robinson, A.J.(1989). *Clinical Electrophysiology*. Williams & Walkins.
- Melzack, R., Wall, P.D.(1984). *Textbook of pain*. Churchill Livingstone.
- Ohshiro, T., and Calderhead R.G.(1988). *Low level laser therapy: A practical introduction*. 1st ed, Chichester, John Wiley & Sons, pp 13-16.
- Pert, C.B., and Synder, S.H.(1973). Opiate receptor: Demonstration In nervous tissue. *Science*. 179: 1011.
- Pert, C.B., Kuhal, M.J., and Synder, S.H.(1976). Opiate receptor: Autoradiographic localization in rat brain. *Proc Natl Acad Sci USA*. 73: 3729.
- Simon, E.J., Hiller, J.M., and Edelman, I.(1973). Stereospecific binding of the potent narcotic analgesic etorphine to rat brain homogenate. *Proc Natl Acad Sci USA*. 70: 1947.
- Terenius, L.(1973). Characteristics of the receptor for narcotic analgesic and a synaptic plasma membrane fraction from rat brain. *Acta Pharmacol Toxicol.* 33: 377.
- Wardlaw, S.L., and Frantz, A.G.(1979). Measurement of beta-endorphin in human plasma. *J. Clin Endo Metab.* 48: 176.
- Warnke, D.(1985). An elemental working mechanism of a semiconductor laser effect on catalytic & redoxprocesses. *Int cong Laser med Sur.* p59.