

레이저의 자극 강도가 정상인의 혈장 내 β -endorphin 변화에 미치는 영향

김연중

대구대학교 대학원 재활학과 물리치료 전공

권혁철

대구대학교 재활과학대학 재활과학과

김종만

서남대학교 물리치료학과

Abstract

The Effects of Laser Photobiostimulation on Plasma β -Endorphin Concentration in Human

Kim Yeon-jung, M.S., R.P.T.

Dept. of Rehabilitation Science, The Graduate School, Taegu University

Kwon Hyuk-cheol, Ph.D., R.P.T., O.T.R.

Dept. of Rehabilitation Technology, College of Rehabilitation Science, Taegu University

Kim Jong-man, M.P.H., R.P.T., O.T.R.

Dept. of Physical Therapy, Seonam University

The purpose of this study was to determine the effect of varying levels of photobiostimulation treatment dosage on plasma β -endorphin concentration in humans. The subjects of this study were 21 healthy men and women, who were students of the Department of Physical Therapy, College of Health Science, Seonam University. This study was performed from October 26, 1998 to November 5, 1998. All subjects were assigned to one of three groups: a 2.0 J/cm² laser group, a 4.0 J/cm² laser group, an 6.0 J/cm² laser group. He-Ne laser (632.8 nm wave length) and infrared laser (820 nm wave length) of three different energy densities (2.0, 4.0, and 6.0 J/cm²) were applied on the Su-Sam-Ri (L I 10) and Hab-Gog (L I 4) of acupuncture points. Blood samples were taken at pre-treatment, 30 min's post-treatment and 60 min's post-treatment. The level of β -endorphin was measured by radio immuno assay. The data were analyzed by descriptive statistics and repeated measure two-way ANOVA. The results of this study were as follows: 1) The human plasma β -endorphin concentrations were noted to significantly increase due to the energy densities of laser photobiostimulation ($p < 0.05$). 2) The human plasma β -endorphin concentrations were noted to significantly increase

during the period after laser photobiostimulation ($p < 0.05$).

Key Words: β -endorphin; Laser photobiostimulation; Su-Sam-Ri and Hab-Gog (acupuncture points).

I. 서론

β -endorphin 세포체는 뇌하수체의 궁상핵에 위치해 있고, 그 신경은 뇌 전반에 퍼져 있지만 주 신경섬유 다발이 뇌실을 따라 뇌수도관주위 회백질(periaqueductal gray matter) 안에 종지한다. 또한 β -endorphin 세포체는 유해 자극이 있을 때마다 β -endorphin을 분비하여 동통과는 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다(Bach, 1997).

동통이란 조직의 손상 혹은 조직의 파괴를 일으키는 자극으로 인하여 나타나는 불유쾌한 감각적 경험이다(Mountcastle, 1980). 또한 Michel (1985)은 동통이 불쾌한 감각이며 실제로 혹은 잠재적으로 조직손상과 관련이 있는 정서적 경험인 동시에 주관적인 경험이라 하였고, 동통을 신체 조직의 구조나 기능에 어떤 결함이 있을 때 나타나는 경고 신호라고 하였다. 이러한 동통은 주관적이며 신경학적, 생리학적 현상 그리고 감각 경험 등에 따라 복합적으로 일어나기도 하며, 개인에 따라 그 양상 및 정도가 각각 달라 나타날 수 있다(권혁철과 이충희, 1993; Sternbach, 1977). 또한 조직손상이나 상처 발생을 알려주는 역할을 하며(Sherrington, 1906), 근육경축(muscle spasm), 근육약화, 감소된 관절 가동범위, 피로, 불안, 불면증, 우울증, 성적장애 그리고 정서장애 등과 같은 증상의 결과로 발생될 수 있다(김종만과 안덕현, 1998; Bonica, 1990). 동통 경험의 감각요소는 말초 수용기의 흥분에 의존하는데, 조직손상이나 피사에 의한

반응은 구심성 자극을 통해 척수로 전달되며 중추신경계에서 이러한 정보들을 처리한다(김종만과 안덕현, 1998).

지난 수 년 동안 동통의 관리에 대한 접근방법은 새롭게 발달되어 왔으나 아직도 완벽한 치료방법은 개발되어 있지 않다(고현철 등, 1997). 최근에 사용되는 동통 치료법으로는 약물치료, 심리치료, 수술적 치료 및 물리치료 등의 다양한 형태의 치료방법이 있으나 이들 중 몇몇 방법은 건강한 조직을 손상시키거나 중독시키는 등 바람직하지 못하거나 유해한 경우도 있다(고현철 등, 1997; 김유진 등, 1995; Longgardi 등, 1989).

그 중에서 레이저는 Maiman(1978)이 루비 레이저를 처음 소개한 이래 과학의 눈부신 발전과 더불어 1982년부터 저출력 레이저와 중출력 레이저를 합한 소프트 레이저 등 치료용 레이저로 발전되어 임상 각 과별 영역을 초월하여 동통완화에 큰 역할을 하고 있다(김영추 등, 1991; 서연순 등, 1997).

레이저의 기본적인 물리적 특성은 단색성(monochromatic), 응축성(coherence), 저산탄력성(low divergence)이다. 레이저는 출력, 파장, 레이저 발생장치(medium)에 변화를 주어 많은 분야에서 이용할 수 있다(문원배, 1990). 의료용 레이저에서 CO₂를 발생장치로 한 레이저는 그 파장이 10,600 nm로 조직을 순식간에 미세하게 절단할 수 있어 주로 수술용으로 사용되고 있다. 아르곤 레이저는 혈관 응축작용이 뛰어나 안과 영역의 수술이나 모세혈관 제거술에

이용되며, 루비와 네오다임(neodyme) 레이저는 비교적 높은 출력을 발생시킬 수 있어 내시경을 이용하여 심부의 동맥성 출혈을 막는데 사용한다. 또한 헬륨-네온과 반도체를 이용한 레이저는 비교적 낮은 출력을 방출하므로 피부 치료에 사용된다(Coll, 1986; Ohsiro와 Calderhead, 1988).

Mester(1973)가 헬륨-네온 레이저와 아르곤 레이저를 사용하여 창상의 치료가 촉진되는 난치성 레이저 치료를 처음으로 보고했고, Basford(1987)는 경부와 배부 동통을 호소하는 환자들에게 레이저를 사용하여 약 70~80%의 동통완화를 가져왔다고 보고하였다. 이태현 등(1994)은 소프트 레이저를 급만성 피부창상에 조사한 결과 동통완화 뿐만 아니라 창상 치유에 좋은 효과가 있었다고 보고하였다. Coll(1986), Goldman과 Rockwell(1971)은 레이저빔 에너지를 말초신경에 조사하면 과자극 효과(hyperstimulation effect) 즉, 신경세포막을 과분극(hyperpolarization)시켜 그 활성화 역치(activation threshold)를 증가시키고 레이저의 광전하(photo-charge)가 신경세포막의 전위차에 영향을 주어 탈분극 현상을 억제하여, 신경 전도를 억제하고 이로 인해 A δ 섬유로부터 교양질로의 브래디키닌(bradykinin)을 감소시키고, 척수 후각으로부터 내인성 펩티드인 자극전도를 약 12~24시간 정도 차단할 수 있었다고 하였다. 또한 조사된 부위에 엔돌핀의 분비를 촉진시킨다고 보고하였다.

β -endorphin은 신체 중 뇌하수체 전엽에 가장 많이 분포하고 있으며, 이 뇌하수체는 기억, 학습, 감정 등과 관련있는 대뇌 변연계 등 다른 대뇌부위와 연결되어 있다. β -endorphin의 생리학적 기능을 요약해 보면 몰핀 효과(morphin-like effect), 행동 효과(behavioral effect), 신

경전달자(neurotransmitter)와 신경조절자(neuro-modulator) 기능 등으로 앞서 언급한 기억력, 학습, 스트레스에 대한 반응 및 통증전달 외에도 체온, 식욕, 호흡조절에 있어 상당한 역할을 하고 있다. 과거 초기의 연구결과에 의하면 혈중 β -endorphin은 통증역치와 직접 관련이 없으며 Nelson 증후군을 한 예로 들고 있다. 즉 이 질환은 혈중 부신피질자극호르몬 뿐만 아니라 혈중 β -endorphin 치도 400~700 pg/ml로 상당히 증가되어 있으나 통증역치는 정상에서와 같은 것으로 나타나고 있다(정진상, 1993).

선천성 통각 감퇴증(congenital hypoalgesia)의 경우는 혈중 β -endorphin 치가 정상이며(Willer, 1984), 이것은 β -endorphin을 정맥주사 혹은 뇌하수체액에 주사하여도 진통효과가 나타나지 않는다(Farrell 등, 1983). 이것은 β -endorphin이 말초가 아닌 중추성으로 작용하고 있음을 시사해 준다. β -endorphin은 거대분자로 뇌혈관 장벽(blood-brain barrier)을 통과하지 못하여 뇌하수체에서의 β -endorphin 분비와 중추신경 내 β -endorphin 농도는 상관관계가 없다는 주장도 있다(Buono 등, 1987).

Kert와 Rose(1993)에 의하면 레이저를 조사할 경우 세포성장을 자극하는데 그 중에서도 결합조직, 건조직, 골조직은 성장을 자극하지만 암성조직과 세균의 성장에는 영향을 미치지 않는다고 하였다. 그리고 신경세포의 재생에도 향상을 보이며 조직 내에서는 프로스타글란딘 함량의 변화와 특정 효소의 함량증가 등의 조직 활성도 증가 소견을 나타낸다고 한다. 또한 항염증 작용, 부종감소, 혈관재생, 섬유조직의 형성감소와 신경기능 자극에도 관여한다고 보고하였다.

이러한 임상경험과 연구에도 불구하고 레이저의 진통효과에 대한 작용기전은 여러 학설이 있으나 확실하게 규명된 것은 아직 없다. 많은 치

료용 레이저 기구들이 동통을 감소시키기 위해 사용되어지고 있으나 아직 저강도 레이저 치료의 진통효과에 대하여 확실하게 밝혀진 것이 없고, 임상에서는 레이저의 사용에 대한 회의마저 나타내고 있다(곽현호 등, 1998; Basford, 1987; Baxter, 1994; Seibert와 Gould, 1984). 그 효과의 유·무나 작용기전에 관해 논란이 많고 전반적으로 볼 때 레이저의 임상적용은 아직 초기 단계라고 할 수 있어서 레이저가 임상적으로 동통에 효과가 있다는 경험적인 결과에 기초하여 사용되고 있으나 그에 따른 동통진단 방법은 등급을 정해 놓은 문진, 또는 주관적 평가 방법인 시각척도(visual analogue scale)나 언어비율척도(verbal rating scale) 등을 이용하는 수준에 머무르고 있다(김영추 등, 1991; 문원배 등, 1990; 서연순 등, 1997; 정진우 등, 1992; 채기영, 1991).

레이저의 생리적 효과는 과장과 에너지 밀도(energy density)에 영향을 받고, 에너지 밀도는 출력, 시간, 면적에 의해 결정되며(함용운, 1991; Beckerman 등, 1992), 맥동빈도에 따라 진통 효과 및 기전이 다른 것으로 알려져 있다(Ponnudurai 등, 1987). 상완골 상과염의 동통 감소에 904 nm, 0.36 J/cm²의 강도가 효과가 있었다는 Haker와 Lundeberg(1990)의 연구와 같은 과장에서 7.0 J/cm²가 동통의 감소에 가장 효과적이라는 McKibben(1990)의 보고가 있었다. 현재 치료사들은 임상에서 2.35 J/cm²에서 4.7 J/cm² 범위의 에너지 밀도를 사용하고 있다(곽현호 등, 1998; Baxter, 1994).

그러므로 레이저 자극의 동통억치 감소 기전이 내인성 아편제의 분비 촉진에 있다면 레이저 자극 시 β -endorphin이 분비될 것이다. 따라서 본 연구는 정상인의 혈장 내에서 레이저를

세 종류의 에너지 밀도(2.0 J/cm², 4.0 J/cm², 6.0 J/cm²)로 자극함에 따라 β -endorphin의 변화를 측정, 관찰하여 그에 따른 레이저의 임상적 효용성을 예측해 보는데 그 목적이 있다.

본 연구의 목적을 위해 설정한 가설은 다음과 같다.

1. 레이저의 자극 강도에 따른 β -endorphin은 유의한 변화가 없을 것이다.
2. 레이저 자극 후 시간에 따른 β -endorphin 변화는 유의한 차이가 없을 것이다.

II. 연구방법

1. 연구대상

서남대학교 물리치료학과 재학생 중에서 본 연구에 자원한 19세 이상 건강한 학생들 중 다음의 연구 조건에 적합한 21명을 대상으로 하였으며, 본 연구대상의 조건은 다음의 기준에 따라 선정하였다.

- 가. 감각이상이나 운동장애 등 신경근육계에 이상이 없는 자
- 나. 실험전 48시간 이전부터 실험이 끝날 때까지 실험에 영향을 줄 수 있는 약물을 복용하지 않은 자
- 다. 심한 운동으로 인하여 근육이 피로하지 않은 자
- 라. 심리적인 스트레스로 인한 각종 통증을 호소하지 않는 자
- 마. 검사부위에 개방성 상처가 없는 자

본 연구는 1998년 10월 25일 위의 조건을 만족하는 5명을 대상으로 예비 실험을 실시한 후 그 문제점을 수정 보완한 다음 1998년 10월 26일부터 동년 11월 5일까지 연구 대상자 전원에게 대하여 본 실험을 실시하였다.

2. 실험기구

본 연구에서는 레이저 치료기로 파장 632.8 nm, 출력 10 mW의 헬륨-네온 레이저와 파장 820 nm, 출력 50 mW의 적외선 레이저를 병용한 소프트 레이저¹⁾를 사용하였고, 채혈을 위한 주사기와 EDTA (ethylenediaminetetra acetic acid) 시험관, 그리고 혈장 분리를 위한 원심분리기, 동결을 위한 냉동고를 사용하였다.

3. 실험방법

실험은 전라북도 소재 연세병원에서 실시하였으며, 채혈과 혈장분리는 동 병원 검사실의 도움을 받았다. 실내 온도는 25°C를 유지하도록 했다. 실험 대상자는 21명을 대상으로 7명씩 무작위로 선출하여 실험군 1($n_1=7$), 실험군 2($n_2=7$), 실험군 3($n_3=7$)의 세 집단으로 나누고, 세 집단 모두 실험 대상자들은 침대에 바로 누운 편안한 자세로 자극부위를 노출시키고 휴식을 취하고 있는 상태에서 좌측 팔의 수삼리(手三里: LI 10)와 좌측 손의 합곡(合谷: LI 4)을 찾아 알콜솜으로 깨끗이 닦고, 수성펜으로 표시를 한 뒤 안정을 취하도록 하였다(그림 1). 안정을 취한 후 레이저 자극 적용 전에 각 대상자의 우측 주관절 부위의 척측피정맥에서 3 cc씩 채혈하였다.

실험군 1, 실험군 2, 실험군 3은 각각 2.0 J/cm², 4.0 J/cm², 6.0 J/cm²의 에너지 밀도로 파장 632.8 nm, 출력 10 mW의 헬륨-네온 레이저와 파장 820 nm, 출력 50 mW의 적외선 레이저를 병용한 소프트 레이저 자극을 탐침을 이용하여 적용하였다. 세 집단 모두 레이저 자극 적용 후 각각 30분과 60분 후에 동일 부위에서 각각 3 cc씩 채혈하였다.

각각 채혈한 혈액은 EDTA 시험관에 넣고 완전히 용해될 때까지 잘 흔들어 섞은 후 3000-3500rpm으로 10분간 원심 분리하여 혈장을 분리해 동결 보관하였다가 Allegro β -endorphin RIA (Radio Immuno Assay, 방사면역측정) Kit 시약을 사용하여 시험관 standard (reagents C-H)와 control(reagents J, K)에 혈장 sample 200 μ l씩 첨가한 후 125 I-antibody solution 100 μ l씩 첨가하여 혼합하였다. 그리고 나서 rabbit anti beta-endorphin이 입혀진 구슬을 첨가하여 20 \pm 4시간 동안 실온에 두었다. 그 후 wash solution을 각각 2.5 ml씩 첨가하여 2번 씻어낸 후 상등액(isotonic solution)을 버리고 gamma-counter (Model Cobra III: A5010, Packard 사, 미국)로 1분간 측정하여 표준 곡선에서 β -endorphin의 변화를 산출하였다.

1) Model Travelscan, biophoton사, France

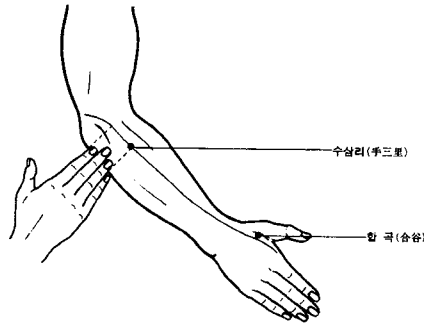


그림 1. 수삼리와 합곡의 위치(兵頭正議와 北出利勝, 1991)

4. 분석방법

수집된 자료는 부호화 하여 SAS로 통계 처리하였으며, 연구 대상자의 일반적인 특성은 기술 통계(descriptive statistics)로 알아보았으며, 레이저의 자극 강도와 시간에 따른 세 집단 간의 차이는 반복 측정된 2요인 분산분석(repeated measures two-way ANOVA)을 이용하여 분석하였다. 분석시 유의수준 α 는 0.05로 하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

연구대상자의 일반적인 특성으로 연령과 체중, 신장을 조사하였으며 결과는 표 1과 같다. 연구 대상자의 연령 분포는 최저 19세, 최고 28세이며 대부분의 대상자가 19~20세(76.2%) 범위였고, 평균 연령은 20.5세였다.

표 1. 연구대상자의 일반적인 특성

(N=21)

강도	대상자 수(명)	나이(년)	몸무게(kg)	신장(cm)
2.0 J/cm ²	7	20.1±2.61 [*]	62.9±8.67	166.1±7.69
4.0 J/cm ²	7	20.1±2.02	64.0±7.54	170.9±8.47
6.0 J/cm ²	7	21.3±2.48	60.1±8.31	168.0±8.85

^{*} 평균±표준편차

2. 레이저의 자극강도와 자극 후 시간에 따른 β -endorphin 변화

레이저의 자극강도와 자극 후 시간에 따른 β -endorphin은 2.0 J/cm²에서는 치료 전 13.09 pg/ml, 치료 후 30분 15.04 pg/ml, 치료 후 60

분 17.88 pg/ml이었고, 4.0 J/cm²은 치료 전 11.89 pg/ml, 치료 후 30분 10.78 pg/ml, 치료 후 60분 12.25 pg/ml이고, 6.0 J/cm²은 치료 전 11.07 pg/ml, 치료 후 30분 12.30 pg/ml, 치료 후 60분 13.50 pg/ml이었다(표 2, 그림 2).

표 2. 레이저의 자극 강도와 시간에 따른 β -endorphin 변화 (N=21)

강도	치료 전	치료 후 30분	치료 후 60분
2.0 J/cm ²	13.09 ± 3.29*	15.04 ± 4.12	17.88 ± 5.49
4.0 J/cm ²	11.89 ± 2.77	10.78 ± 3.48	12.83 ± 4.12
6.0 J/cm ²	11.07 ± 2.47	12.30 ± 2.26	13.50 ± 2.62

* 평균 ± 표준편차

(단위: pg/ml)

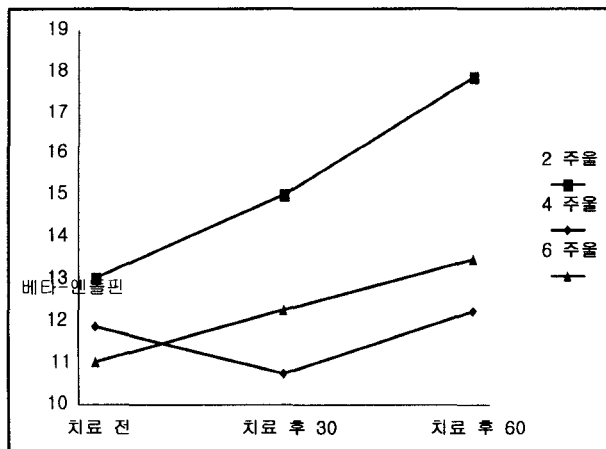


그림 2. 레이저 강도 및 시간에 따른 β -endorphin 변화에 관한 그래프

3. 각 집단별 자극 강도 및 시간에 따른 β -endorphin 변화에 관한 차이 검증

레이저의 자극강도와 자극 후 시간에 따른 β -endorphin 변화를 알아보기 위하여 반복 측정된 2요인 분산분석을 실시하였다(표 3). 그 결과 레이저의 자극 강도에 따라서 β -endorphin이

유의하게 변화하였으며($p < 0.05$), 레이저 자극 후 시간에 따라서도 β -endorphin은 유의하게 변화하였다($p < 0.05$). 레이저의 자극강도와 자극 후 시간에 따른 β -endorphin의 변화 사이에 상호작용은 없었다($p > 0.05$).

표 3. 레이저의 자극강도와 자극 후 시간에 따른 β -endorphin 변화에 대한 반복 측정된 2요인 분산분석표

변인	평방합	자유도	평방평균	F-값	p
강도	219.1732	2	109.5866	50.38	0.0001*
시간	40.5126	2	20.2563	9.31	0.0006*
상호작용	16.7690	4	4.1922	1.93	0.1270

* $p < 0.05$

IV. 고찰

본 연구에서 β -endorphin을 레이저 자극 후 측정시간에 따라 비교한 결과, 파장 632.8 nm, 출력 10 mW의 헬륨-네온 레이저와 파장 820 nm, 출력 50 mW의 적외선 레이저를 병용한 소프트 레이저로 자극강도 2.0 J/cm²의 치료변수를 적용하였을 때 자극 후 60분에서 다른 자극강도에 비해 β -endorphin 변화가 유의하게 증가하였다.

치료용 레이저의 진통작용의 기전은 그 동안 관문조절이론과 super oxide dismutase (SOD)가 증가하여 프로스타글란딘 E가 유해수용체 막전위를 변화시킨다는 SOD이론, Na-K ATPase의 증가로 유해수용체의 충격전달이 감소됨에 따라 통증이 감소된다는 이론, 신경세포막의 탈분극을 방해하여 통증 운동이 자극되어 조직의 대사가 증진되고 이에 따라 염증 및 염

증산물의 흡수가 촉진되어 통증이 완화된다는 혈관운동자극설 등으로 설명되어 왔다. Dupont와 Earle(1965)는 동물을 실험대상으로 하여 50~200 J/cm²사이의 비교적 높은 에너지 밀도 범위에서 레이저 자극이 중추신경계에 미치는 영향을 연구한 이래 세로토닌, 아세틸콜린과 같은 신경전달물질의 분비와 대사의 증가도 진통작용의 한 기전으로 이해되고 있다(Baxter, 1994; Synder-Mackler 등, 1989; Walker, 1983).

문원배 등(1990)의 연구에서는 파장 600 nm ~ 1,000 nm사이의 레이저빔을 인체조직에 조사하면 빛 에너지가 세포내 미토콘드리아와 세포막 내에서 시토크롬과 포르피린에 흡수되어 산화적 인산화 반응에 관여하고 단백질과 콜라겐 합성증가, 세포증식 및 성장의 증가를 통하여 생전기적, 생화학적 에너지로 변화하며 또한 세포

사이에서 빔이 반사, 반향하여 주위 조직에까지 생자극 효과를 발휘하게 되고 이로 인해 기능이 저하된 세포의 활동성을 높이게 된다고 한다.

본 연구에 사용되어진 레이저 치료기는 파장 632.8 nm, 출력 10 mW의 헬륨-네온 레이저와 파장 820 nm, 출력 50 mW의 적외선 레이저를 병용한 소프트 레이저 자극을 사용하였다. 일반적으로 에너지 밀도(J/cm^2)는 레이저의 평균 출력(W)에 조사한 시간(초)을 곱하여 얻어진 값을 조사 면적(cm^2)으로 나누어서 구하였다. 본 연구에서는 지름이 0.8 mm인 탐침(probe)을 사용하였으며, 에너지 밀도는 제품회사에서 권고하는 시간을 참고하여 탐침을 피부에 접촉했을 때 2.0 J/cm^2 은 20초, 4.0 J/cm^2 은 40초, 6.0 J/cm^2 은 60초를 각각 자극하였다.

혈장 내 β -endorphin의 농도는 채혈과정 및 원심분리 과정에 의해서도 영향을 받으며, 측정기기의 다른 단백질질과의 교차반응 정도와도 상관관계가 있다(정진상 등, 1993). 따라서 본 연구에서는 동일 부위에서 동일한 검사자에 의해 채혈을 했고 채혈 후 즉시, 또는 적어도 10분 이내에 원심분리가 이루어지도록 하여 이로 인한 오차를 줄이고자 했으며, 측정기기 또한 다른 단백질과의 교차반응이 적은 방사면역검사 기기를 사용하였다.

자극부위로 수삼리(手三里: LI 10)와 합곡(合谷: LI 4)을 선택한 것은 두 부위가 진통에 관여하는 것으로 알려져 있어 기존의 많은 연구들에서도 사용되었다(김형남 등, 1997; 이재형 등, 1991; 이재형 등, 1993; O'Brien 등, 1984). 이재형 등(1993)은 수삼리(手三里: LI 10)와 합곡(合谷: LI 4)에 고빈도-저강도의 경피신경 전기자극을 30분간 자극하였을 때 진통작용에 β -endorphin이 관여하지 않음을 보고하였고, 이재형 등(1991)은 수삼리(手三里: LI 10)

와 합곡(合谷: LI 4)에 저빈도-고강도 경피신경 전기자극을 30분간 자극하였을 때 진통작용에 β -endorphin이 부분적으로 작용하고 있다고 보고하였다. 김형남 등(1997)은 수삼리(手三里: LI 10)와 합곡(合谷: LI 4)에 경피신경 자극과 미세전류신경근 자극을 적용한 다음 적용 직후와 적용 25분 후에 혈장 내 β -endorphin 변화를 검사하였으나 유의한 차이가 없었다.

신경은 말초에서 자극을 받은지 15~20분 후에 β -endorphin을 만들기 시작하여 15~20분 후에 신경, 혈액, 림프액 분비와 연관된 뇌척수액을 통하여 표적기관에 도달하게 된다. 활동을 시작한 β -endorphin의 반감기는 6~8시간이다(서연순 등, 1997; 유경자, 1988; Grimsby, 1995). 그러므로 본 연구에서도 레이저 자극 후 30분과 60분에 채혈하였다. 반감기 때의 β -endorphin의 변화를 보고자 했으나, 실험 대상자들을 일정하게 통제하기가 어려워 반감기까지는 확인하지 못했다.

서연순 등(1997)은 파장 632.8 nm, 출력 30 mW의 헬륨-네온 레이저와 파장 904 nm, 출력 14 mW의 적외선 레이저를 병용하여 정상인의 발통점 세 곳에 8분씩 24분을 치료하여 치료 후 15분 경과시 β -endorphin 변화가 유의하게 증가하여 본 연구 결과와 일치하였으며, 광현호 등(1998)은 흰쥐에 파장이 904 nm인 레이저를 다양한 강도로 조사한 결과 2.0 J/cm^2 과 6.0 J/cm^2 의 자극강도에서 통증역치가 증가하였으며, 2.0 J/cm^2 의 레이저 자극군에서 처치 후 60분 후에 통증역치가 유의하게 증가하였다. 이는 β -endorphin의 분비와도 관계가 있을 것으로 보이며, 본 연구에서도 2.0 J/cm^2 의 레이저 자극강도로 자극 후 60분 후에 β -endorphin 변화가 가장 크게 나타났다.

혈중 β -endorphin은 정상인 경우 12.0~

13.0 pg/ml 이하로 나타나며, 본 실험 대상자들은 자극 전 평균 β -endorphin이 12.02 pg/ml로 정상 소견을 보였다. 정진상 등(1993)이 보고한 정상인 남·녀의 혈장 내 β -endorphin은 14.67 pg/ml로 이에 근사한 값을 보여 주었으나, 서연순 등(1997)이 보고한 정상인의 혈장 내 β -endorphin은 16.96 pg/ml로 약간의 차이가 있었다.

England(1988)는 0.9 J/cm²에서 7.2 J/cm² 사이의 자극강도에서 근육건과 관련된 통증 감소를 보고하였고, 광현호 등(1998)은 2.0 J/cm²과 6.0 J/cm²을 쥐의 장강혈에 자극하여 통증역치가 유의하게 증가하였고, 문원배 등(1990)은 2.0 J/cm²에서 4.0 J/cm² 사이의 자극강도로 대상포진성 신경통에 자극하여 유의한 차이를 보이지 않았다. 김해규 등(1991)은 효과적인 총 용량으로 보통 한 자극점에 0.5 J/cm²에서 10.0 J/cm² 사이의 강도를 권장하고, 10.0 J/cm² 이하에서는 생자극(biostimulation)효과가 있으나 10.0 J/cm² 이상을 자극하면 생억제(bioinhibition)작용이 나타난다고 하였다. 이에 본 연구에서는 2.0 J/cm², 4.0 J/cm², 6.0 J/cm²의 세 자극강도에 대해서 실험을 실시한 결과, 2.0 J/cm²의 자극강도에서 진통작용을 하는 β -endorphin이 가장 많이 증가하였다.

본 연구에서 자극 전 보다 자극 후에 β -endorphin이 낮아진 경우가 있었는데, 이에 대한 정확한 원인을 알 수가 없었으나, 만성 통증을 가진 환자들을 대상으로 한 대부분의 연구에서 뇌척수액 내의 β -endorphin에 차이가 없었다. 그러나 β -endorphin이 오히려 낮아진 경우가 있었다는 보고도 있어(Young 등, 1993), 본 연구에서도 이와 관련된 것으로 사료된다. 일반적으로 만성 통증을 가진 사람의 경우 β -endorphin 신경의 활동성이 변화되어 뇌척수

액에서 β -endorphin을 측정하는 것 자체가 뚜렷한 증거가 될 수 없다. 그러나 뇌척수액 내의 β -endorphin의 수치가 낮으면 체성 질환의 한 징후로 볼 수도 있다(Bach, 1997).

본 연구에서는 하나의 자극강도를 사용하여 진통효과를 살펴본 다른 연구들(서연순 등, 1997; England, 1988; Haker와 Lundeborg, 1990)과는 달리 세 가지 에너지 밀도를 사용하여 서로 다른 자극강도가 진통효과에 영향을 주는 β -endorphin의 분비에 미치는 영향을 알아 보았다. 그러므로 아직까지도 논란의 대상이 되고 있는 레이저의 진통효과를 β -endorphin 변화를 통하여 확인하고 적절한 치료 강도에 대한 레이저 치료의 기반을 제공했다는 점에 의의가 있으나 환자가 아닌 건강한 성인을 대상으로 실험하였기 때문에 본 연구 결과를 환자에게 적용하는 데는 제한점이 있겠다. 또한, 본 연구에서 실험한 표본의 수가 작기 때문에 모집단 전체에 일반화하여 해석하는데도 제한점이 있다.

본 연구는 레이저 자극이 β -endorphin에 미치는 효과를 찾으려는 의의에서 시행되었는데, 파장 632.8 nm, 출력 10 mW의 헬륨-네온 레이저와 파장 820 nm, 출력 50 mW의 적외선 레이저를 병용한 소프트 레이저만을 실험했기 때문에 다른 다양한 파장의 레이저 자극이 β -endorphin에 미치는 영향과는 비교할 수 없었다. 따라서 서로 다른 파장을 이용하여 비교할 수 있는 연구가 이루어져야 할 것이다.

V. 결론

본 연구는 레이저의 자극 강도가 β -endorphin 변화에 미치는 영향을 알아보기 위한 것으로 1998년 10월 25일부터 동년 11월 5일까지 서남대학교 물리치료학과에 재학 중인

학생 21명을 대상으로 파장 632.8 nm, 출력 10 mW의 헬륨-네온 레이저와 파장 820 nm, 출력 50 mW의 적외선 레이저를 병용한 소프트 레이저의 자극 강도 2.0 J/cm², 4.0 J/cm², 6.0 J/cm²의 레이저 자극을 실시하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 레이저의 자극 강도에 따라 β -endorphin 이 유의하게 변화하였다(p<0.05).
2. 레이저의 자극 후 시간에 따라 β -endorphin 이 유의하게 변화하였다(p<0.05).

본 연구에서 볼 때 레이저 자극 강도 2.0 J/cm²에서 자극 후 60분에 β -endorphin 이 가장 크게 증가하였으며, 자극 강도와 자극 후 시간에 따라서도 β -endorphin 변화가 다르게 나타났다. 이상의 실험 결과로 레이저 치료법은 내인성 아편계통에 의한 진통작용기전에 의해서 통증치료에 효과가 있음을 알 수 있다.

인용문헌

곽현호, 김도형, 최현희, 이충휘. 쥐에 대한 레이저 자극 시 진통효과. 한국전문물리치료학회지. 1998;5:15-21.

권혁철, 이충휘. 정상 성인의 압통점 역치수준. 대한물리치료사학회지. 1993;14:11-21.

고현철, 조원호, 한승수. 외이경혈 미세전류신경근 자극과 체성경혈 미세전류 신경근 자극이 압통역치에 미치는 효과. 한국전문물리치료학회지. 1997;4:36-50.

길호영, 이두익, 김철호, 등. 경피신경자극이 통증역치와 혈장 β -endorphin치에 미치는 영향. 대한통증학회지. 1989;2:145-154.

김종만, 안덕현. 통증 생리와 물리치료 원리. 한국전문물리치료학회지. 1998;5:106-117.

김유진, 이은주, 조지숙, 이충휘. 침형 경피신경 전기자극과 은침 전기자극치료가 압통역치에 미치는 효과. 한국전문물리치

료학회지. 1995;2:66-72.

김영추, 김해규, 백승완, 등. 척추 추간판 탈출증의 저출력 레이저에 의한 치험 2예. 대한통증학회지. 1991;4:51-55.

김형남, 박래준. 경피신경 자극과 미세전류신경근 자극이 β -endorphin과 동통역치에 미치는 영향. 대한물리치료학회지. 1997;9:103-115.

김해규, 백승완, 김인세, 정규섭. 저출력 레이저의 임상적 응용. 대한통증학회지. 1991;4:106-110.

문원배, 김해규, 백승완, 등. 대상포진성 신경통에 대한 저출력레이저 치료. 대한통증학회지. 1990;3:139-143.

서연순, 박래준, 박영한. Laser가 정상인의 혈장내 β -endorphin 농도에 미치는 영향. 대한물리치료학회지. 1997;9:157-166.

유경자. 홀몬의 작용기전. 대한내분비학회지. 1988;3:1-3.

이인학. 적외선 레이저 자극이 흰쥐의 진통작용에 미치는 영향. 대한물리치료학회지. 1997;9:89-96.

이재형, 박춘서, 김명훈, 등. 고빈도-저강도 경피신경전기자극이 혈장 ACTH 및 혈청 Cortisol 농도와 요 중 17-OHCS 농도에 미치는 영향. 대한물리치료학회지. 1993;14:23-31.

이재형, 송인영, 제갈승주, 등. Naloxone 투여가 경피신경전기자극으로 유발된 진통작용에 미치는 영향. 대한물리치료학회지. 1991;12:85-92.

이태현, 손덕희, 김봉일, 등. 저출력 레이저 조사에 의한 창상의 통증완화 및 치유조장. 대한통증학회지. 1994;7:74-77.

정진상, 정순열, 명정신, 최현주. 운동이 혈중 beta-endorphin치와 동통역치에 미치는 효과. 대한재활학회지. 1993;17:368-373.

함용운. 광선치료학. 현문사, 1991.

兵頭正議, 北出利勝. 민경옥, 이태용(역). SSP療法. 현문사. 1991.

Bach FW. Beta-endorphin in the brain: A

- role in nociception. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 1997;41:133-140.
- Basford JR, Sheffield CG, Mair SD, et al. Low energy helium-neon laser treatment of thumb osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil*. 1987;68:794-797.
- Baxter GD. Low-intensity laser therapy for pain relief. In: *Therapeutic Lasers: Theory and practice*. Churchill Livingstone Co., 1994.
- Beckerman H, Bouter LM, Cuyper HJ. The efficacy of laser therapy for musculoskeletal and skin disorders: A criteria-based meta-analysis of randomized clinical trials. *Phys Ther*. 1992;72:483-491.
- Bonica JJ. *The Management of Pain*. 2nd ed, Lea & Febiger, 1990.
- Buono MJ, Yeager JE, Sucec AA. Effect of aerobic training on plasma ACTH response to exercise. *J Appl Physiol*. 1987; 63:2499-2501.
- Coll J. *Laser therapy today*. 1st ed, Barcelona Grafiques Canigo, 1986.
- Dupont JR, Earle KM. Human rabies encephalitis: A study of forty-nine fatal cases with a review of the literature. *Neurology*. 1965;15:1023-1034.
- England S. Introduction to mild laser therapy. *Physiotherapy*. 1988;74:100-102.
- Farrell PA, Garthwaite TL, Gustafson B. Plasma adrenocorticotropin and cortisol responses to submaximal and exhaustive exercise. *J Appl Physiol*. 1983;55:1441-1444.
- Goldman L, Rockwell RJ. *Laser in Medicine*. 1st ed, Gordon & Breach Science Publishers Inc., 1971.
- Grimbsy O. *Modern Manual Therapy of the Extremities: A course workbook*. 4th ed. The Ola Grimbsy Inc., 1995.
- Haker E, Lundeberg T. Laser treatment applied to acupuncture points in lateral humeral epicondylalgia: A double blind study. *Pain*. 1990;43:243-248.
- Kert J, Rose L. *Clinical Laser Therapy Low Level Laser Therapy*. 1st ed., Scandinavian Medical Laser Technology, 1989.
- Longgardi AG, Clelland JA, Knowles CJ, et al. Effects of auricular transcutaneous electrical nerve stimulation on distal extremity pain: A pilot study. *Phys Ther*. 1989;69:10-17.
- Maiman TH. Stimulated optical radiation in ruby. *Nature*. 1978;483:493-494.
- Mester E, Jaszagi-Nagy E. *The Effect of Laser Radiation on Wound Healing and Collagen Synthesis*. Studia Biophys, 1973.
- Michel TH. *PAIN*. Churchill Livingstone, 1985.
- Mountcastle VB. Pain and temperature sensitivities. In: *Medical Physiology*. Mosby Co., 1980.
- O'Brien WJ, Rutan FM, Sanborn C, et al. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on human blood β -endorphin levels. *Phys Ther*. 1984;64: 1367-1374.
- Ohshiro T, Calderhead RG. *Low Level Laser Therapy: A practitioner introduction*. 1st ed. John Wiley & Sons, 1988.
- Ponnudurai RN, Zbuzk VK, Wu WH. Hypoalgesic effect of laser photobiostimulation shown by rat tail-flick test. *Acupunct Electrother Res Int J*. 1987; 12:93-100.
- Seibert DD, Gould WR. The effect of laser stimulation on burning pain threshold. *Phys Ther*. 1984;64:746.
- Sherrington CS. *The Integrative Action of the Nervous System*. Scribner, 1906.
- Snyder-Mackler L, Barry AJ, Perkins AL,

- et al. Effects of He-Ne laser irradiation on skin resistance and pain in patients with trigger points in the neck or back. *Phys Ther.* 1989;69:336-344.
- Sternbach RA. On the sensitivity of the tourniquet pain test. *Pain*, 1997;3:105-110.
- Young RF, Beach FM, van Norman A, et al. Release of [beta]-endorphin and methionine-enkephalin into cerebrospinal fluid during deep brain stimulation for chronic pain: Effects of stimulation locus and site of sampling. *J Neurosurg.* 1993;79:816-825.
- Walker JB. Relief from chronic pain by low-power laser irradiation. *Neurosci Lett.* 1983;43:339-344.
- Willer JC. Pituitary beta-endorphin not involved in pain control in some pathological conditions. *Lancet.* 1984; 397:295-296.