

저준위 레이저 요법이 高脂肪食餌로 誘發된 高脂血症 · 肥滿白鼠의 血清脂質 및 肝機能에 미치는 影響

윤대환¹ · 이유허¹ · 최동희¹ · 김성철² · 나창수¹

¹동신대학교 한의과대학 경혈학교실; ²원광대학교 한의과대학 침구과교실

Effects of Low Level Laser Therapy on serum lipid and liver function in hyperlipidemia · obese Rats induced by high fat diet

Dae-Hwan Youn¹, Yu-kyung Lee¹, Dong-Hee Choi¹, Sung-Chul Kim², Chang-Su Na¹

¹Dept. of Meridian and Acupoint, College of Oriental Medicine, Dongshin University;
²Dept. of Acupuncture & Moxibustion, College of Oriental Medicine, Wonkwang University

Abstract

Objectives : Laser therapy started in 1958 when Schawlow and Townes suggested medical value of Laser therapy. He-Ne laser has been utilized as a clinical treatment for various diseases by Plog since 1975. Low Level Laser Therapy (LLLT) has been used as medication for controlling obesity in the Korean Medicine. So this study is planned to investigate the effects of LLLT on the level of serum lipid and weight gain

Methods : Experimental groups were divided into normal group(Normal), high fat diet group(Control), high fat diet and LLLT by helium-neon (He-Ne) on the tail is carried out once a 2 day during 5 weeks. The animals were divided into six groups: no ischemia-induced and no LLLT-treated group (Normal), the ischemia-induced and no LLLT-treated group (Control), the ischemia-induced and 5 mW 5 min LLLT-treated group (LLLT5-5), the ischemia-induced and 30 mW 5 min LLLT-treated group (LLLT30-5), the ischemia-induced and 5 mW 10 min LLLT-treated group (LLLT5-10), 30 mW 10 min LLLT-treated group (LLLT30-10). The effect of LLLT is observed by weight gain, food intake, food efficiency, serum of lipid concentrations, liver function and HDL to total cholesterol ratio of rats fed high fat diet for 5weeks.

Results : Body weight and food intake were decreased in LLLT5-5, LLLT30-5, LLLT30-10. Food efficiency was decreased in LLLT30-10. The level of serum Triglyceride, Free fatty acid, AST, ALT, ALP were decreased in LLLT30-10. Serum HDL-cholesterol was increase in LLLT5-10, LLLT30-10. Also serum ALT was decrease in LLLT5-5

Conclusions : LLLT(30 mW-10 min) is effective on Body weight, food efficiency ratio, the level of serum lipid and protection of liver function by obesity induced by high fat diet, and LLLT(5 mW-5 min) act on decrease of Body weight, food intake and ALT

Key words : Low Level Laser Therapy, high fat diet, serum lipid

• 교신저자: 나창수, 전남 나주시 대호동 252 동신대학교 한의과대학
경혈학교실, Tel. 061-330-3522, Fax. 061-330-2900,
E-mail : nakugi@hanmail.net

• 본 연구는 보건복지부 한방치료기술개발사업(03-PJ9-PG3-20600-0008)
에 의하여 수행되었음

·접수 : 2004/9/28 ·수정 : 2004/12/07 ·채택 : 2004/12/17

I. 서 론

레이저 요법은 1958년 Schawlow and Townes¹⁾에 의해 의학적 개발된 이후에 1975년 독일의 Plog에 의하여 He-Ne laser 광선을 침치료에 도입시켜 임상에 응용하기 시작하여, 1990년에 이르러 중국의 王鐵丹에 의해 저용량 레이저 유침치료(Low Level Laser Therapy : LLLT)방법이 개발되었다²⁾.

He-Ne laser를 이용한 LLLT는 현재 세포의 성장 및 재생을 촉진시키고, 신경기능을 활성화시키며, 혈장점도를 조절하고 혈전형성을 억제하는 효과가 있으며, 세포의 고유기능을 촉진시키며, 항염증효과와 항부종효과, 혈액순환 개선과 혈청내 지질의 운수능력을 촉진하여 대사를 개선시키는 효과가 있는 것으로 알려져 있다³⁾.

최근 이에 대한 실험적 연구로는 차⁴⁾과 崔⁵⁾는 백서의 족저부종에 침, 구 및 He-Ne laser의 효과를, 金⁶⁾ 등이 진통효과에 대한 He-Ne laser의 효과를, 金⁷⁾ 등, 薛⁸⁾ 등, 李⁹⁾ 등은 중풍에 대한 임상 치료 효과를, 金¹⁰⁾은 생혈액 분석을 통한 erythrocyte, Target Cell, Somatid의 변화효과를 보고하였으며, 정¹¹⁾은 백서의 좌골신성 손상 모델 적용 연구에서 조직구조 및 혈관증식에 유효한 효과를, 김¹²⁾등은 레이저의 일정한 자극이 정상인의 혈장내에 β -endorphin의 증가됨을 보고하였고, Mester¹³⁾, Basford¹⁴⁾, Dyson¹⁵⁾, Lam¹⁶⁾ Karu¹⁷⁾, Kazu¹⁸⁾등은 특별한 레이저 광선의 조사는 RNA생성속도의 변화와, DNA합성, 그리고 단백질 대사, 효소생산, collagen합성 등에 변화를 야기한다고 보고하였다.

저용량 레이저는 현재 임상에서 중풍, 통증 및 비만환자에게 정맥혈관내에 조사함으로써 혈관 및 혈액의 노폐물 및 독소를 제거하고 혈액순환을 개선시키는 치료요법으로 응용되고 있으나, 기존에 보고된 레이저요법의 열 효과 또는

광역학적 효과에 대한 자세한 기전이나 객관적인 실험연구가 미흡하다. 또한 레이저의 생리적 효과는 파장 및 출력, 시간, 면적, 맥동빈도등의 여러 가지 요인에 따라 그 효과와 기전이 다르다고 알려져 있다.

이에 저용량 레이저 요법이 비만에 미치는 영향을 알아보고 나아가 한의학적 접근방법등을 고찰해보고자, 高脂肪 食餌에 의해 유발된 비만 백서에 저용량 레이저를 혈관내에 조사한 후 후, 체중변화, 식이섭취량, 식이효율, 혈청 중의 지질조성, 간기능에 미치는 효과를 관찰한 바 다음과 같은 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 재료 및 방법

1. 재 료

(1) 동물

체중이 약 150~180g의 Sprague Dawley계의 白鼠를 사육장(실내온도 24~26 °C, 습도 30~50%, 명암주기 12:12 hr)내에서 물과 고형사료(pellet, 삼양유지사료, 서울)를 충분히 공급하면서 2주일간 실험실 환경에 적응시킨 후 사용하였다.

(2) 사료

정상식이사료(삼양사료, 한국)의 구성은 조 단백질(22.1%), 조지방(3.5%), 조섬유(5.0%), 조회분(8.0%), 칼슘(0.6%), 인(0.4%)이었으며, 고지혈증사료(Dyets. USA)의 구성은 protein(17.7%), fat(40.0%), fiber (5.0%), ash(4.0%), moisture (3.3%), carbohydrate(31.4%)로, 칼로리 구성은 protein (0.732kcal/g), Fat(3.6kcal/g), carbohydrate (1.21kcal/g)로 총 5.542kcal/g이었다.

2. 방 법

저준위 레이저 요법이 高脂肪食餌로 誘發된 高脂血症·肥滿白鼠의 血清脂質 및 肝機能에 미치는 影響

(1) 군 분리 및 처치

각 군들은 정상식이사료를 공급한 정상군(normal), 고지혈증 사료를 공급하며 무처치한 대조군(control), 고지혈증 사료를 공급하며 5mW 5min Low Level Laser Therapy를 처치한 군(LLLT5-5), 고지혈증 사료를 공급하며 30mW 5min Low Level Laser Therapy를 처치한 군(LLLT30-5), 고지혈증 사료를 공급하며 5mW 10min Low Level Laser Therapy를 처치한 군(LLLT5-10), 고지혈증 사료를 공급하며 30mW 10min Low Level Laser Therapy를 처치한 군(LLLT30-10)의 6개군으로 분리하였다.

Low Level Laser Therapy는 He-Ne laser (FL200A II, Beijing Fraun Photo-electricity Science Industrial Co., China)를 이용하여, 각각 2일 간격으로 5주 동안 하루에 한번씩 총 10회를 白鼠의 tail vein에 시술하였다.

(2) 채혈 및 혈청 분리

각 군들의 백서들은 약침시술 후 5주째에 단 두하여 혈액 5ml을 얻었으며, 이를 고속원심분리기(Centrifon T-42k, Kontron instruments, Italy)에서 5,000rpm으로 10분간 시행하여 혈청을 분리하였다.

(3) 체중, 식이섭취량 및 식이효율 측정

체중과 섭취량은 실험기간인 5주 동안 매 1주일에 1회씩 5회 측정하였고, 식이효율(Food efficiency, FE)은 실험기간 중의 총 사료 섭취량에 대한 체중의 증가량의 비로써 다음 식에 따라 계산하였다.

$$FE(\%) = \frac{\text{Body weight gain}}{\text{food intake(g)}} \times 100$$

(4) Total cholesterol 측정

Total cholesterol은 photometer(photometer 5010, Robert Riele GmbH & Co. Germany)를 사용하여 Cholesterol-SL Kit(ELITech, France)로, 546 nm 파장에서 측정하였다.

(5) HDL(high density lipoprotein)-cholesterol 측정

HDL-cholesterol은 photometer(photometer 5010, Robert Riele GmbH & Co. Germany)를 사용하여 HDL-C-SL Kit(ELITech, France)로, 546 nm 파장에서 측정하였다.

(6) LDL(low density lipoprotein)-cholesterol 측정

LDL-cholesterol(Direct)는 photometer(Hitachi7150, Hitachi, Japan)를 사용하여 LDL-cholesterol Kit(Roche, Germany)로 340 nm 파장에서 측정하였다.

(7) Triglyceride 측정

Triglyceride는 photometer(photometer 5010, Robert Riele GmbH & Co. Germany)를 사용하여 Triglyceride-SL Kit(ELITech, France)로, 505 nm 파장에서 사용하여 측정하였다.

(8) Phospholipid 측정

Phospholipid는 photometer(Hitachi7150, Hitachi, Japan)를 사용하여, PL-E(OM) Kit(Eiken, Germany)로 600 nm 파장에서 측정하였다.

(9) Free fatty acid 측정

Free fatty acid는 photometer(Hitachi7150, Hitachi, Japan)를 사용하여 Sicdia nefazyme Kit(Eiken, Japan)로, 546 nm 파장에서 측정하였다.

(10) AST(aspartic aminotransferase), ALT(alanine aminotransferase) 측정

AST와 ALT는 각각 photometer(photometer 5010, Robert Riele GmbH & Co. Germany)를 사용하여 GOT-SL Kit(ELITech, France)와 GPT-SL Kit(ELITech, France)로, 340 nm 파장으로 측정하였다.

(11) ALP(alkaline phosphatase) 측정

ALP는 photometer(photometer 5010, Robert Riele GmbH & Co. Germany)를 사용하여 ALP-SL Kit (Eiken, Germany)로, 405 nm 파장에서 측정하였다.

3. 통계처리

실험 성적은 평균값과 표준오차(mean±S.E.)로 표시하였다. 각 실험군 간의 통계학적 분석은 Window용 SPSS(version 10.05, SPSS)를 이용하여, 비모수적 방법 중 Mann-Whitney U test를 시행하였다²⁵⁾. 전체 실험의 통계적인 유의성은 신뢰구간 P<0.05에서 의미를 부여하였다.

Ⅲ. 실험성적

1. 체중변화에 미치는 효과

저용량 레이저 요법이 고지방 식이로 유발된 肥滿白鼠의 체중변화에 미치는 영향을 비교 관찰한 결과, normal군은 0.8±0.13 g/day, control군은 2.8±0.15 g/day, LLLT5-5군은 2.0±0.22 g/day, LLLT30-5군은 2.2±0.54 g/day, LLLT5-10군은 2.6±0.29 g/day, LLLT30-10군은 2.4±0.13 g/day를 나타내었다.

Normal군과 control군의 비교에서 normal군

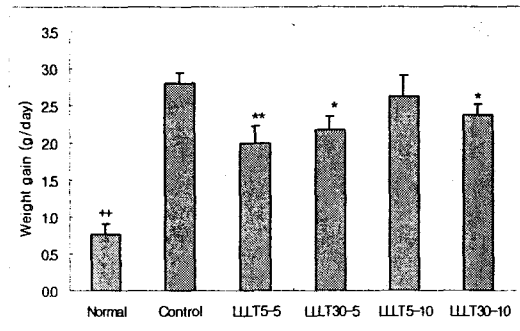


Fig. 1. Effects of Low Level Laser Therapy (LLLT) on the body weight in obese Rat induced by high fat diet. Normal, intact ness. Control, high fat diet and no treatment. LLLT5-5, high fat diet and 5mW 5min LLLT-treated. LLLT30-5, high fat diet and 30mW 5min LLLT-treated. LLLT5-10, high fat diet and 5mW 10min LLLT-treated. LLLT30-10, high fat diet and 30mW 10min LLLT-treated. Results are shown as mean±S.E. ++, P<0.01, a compared with the corresponding data of normal group. *, P<0.05, **, P<0.01 a compared with the corresponding data of control group.

에 비하여 control군은 유의한 증가를 보였으며 (P<0.01), control군과 실험군들 간의 비교에서 control군에 비하여 LLLT5-5군(P<0.01), LLLT30-5군(P<0.05), LLLT30-10군(P<0.05)들에서 유의한 감소를 보였다(Fig. 1).

2. 식이섭취량에 미치는 영향

저용량 레이저 요법이 고지방 식이로 유발된 肥滿白鼠의 식이섭취량에 미치는 영향을 비교 관찰한 결과, normal군은 13.0±0.11 g/day, control군은 12.0±0.07 g/day, LLLT5-5군은 11.0±0.17 g/day, LLLT30-5군은 11.0±0.01 g/day, LLLT5-10군은 12.0±0.11 g/day, LLLT30-10군은 12.0±0.09 g/day를 나타내었다.

Normal군과 control군의 비교에서 normal군에 비하여 control군은 유의한 감소를 보였으며

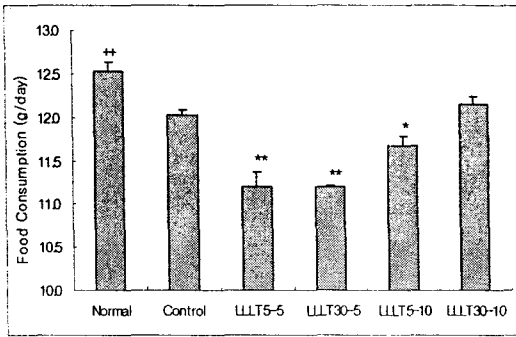


Fig. 2. Effects of Low Level Laser Therapy (LLLT) on the Food intake in obese Rats induced by high fat diet. Normal, intactness. Control, high fat diet and no treatment. LLLT5-5, high fat diet and 5mW 5min LLLT-treated. LLLT30-5, high fat diet and 30mW 5min LLLT-treated. LLLT5-10, high fat diet and 5mW 10min LLLT-treated. LLLT30-10, high fat diet and 30mW 10min LLLT-treated. Results are shown as mean±S.E. ++, P<0.01, as compared with the corresponding data of normal group. *, P<0.05, **, P<0.01 as compared with the corresponding data of control group.

(P<0.01), control군과 실험군들 간의 비교에서 control군에 비하여 LLLT5-5군(P<0.01), LLLT 30-5군(P<0.01), LLLT5-10군(P<0.05)들에서 유의한 감소를 보였다(Fig. 2).

3. 식이효율에 미치는 영향

저용량 레이저 요법이 고지방 식이로 유발된 肥滿白鼠의 식이효율에 미치는 영향을 비교 관찰한 결과, normal군은 6.1±1.43 %, control군은 23.0±1.83 %, LLLT5-5군은 19.0±2.74 %, LLLT30-5군은 19.0±2.15 %, LLLT5-10군은 23.0±3.58 %, LLLT30-10군은 20.0±1.46 %를 나타내었다.

Normal군과 control군의 비교에서 normal군에 비하여 control군은 유의한 증가를 보였으며 (P<0.01), control군과 실험군들 간의 비교에서

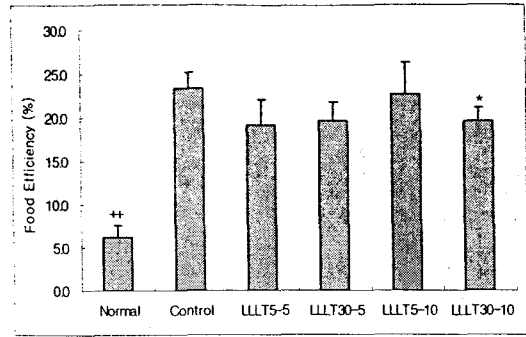


Fig. 3. Effects of Low Level Laser Therapy (LLLT) on the Food efficiency in obese Rats induced by high fat diet. Normal, intactness. Control, high fat diet and no treatment. LLLT5-5, high fat diet and 5mW 5min LLLT-treated. LLLT30-5, high fat diet and 30mW 5min LLLT-treated. LLLT5-10, high fat diet and 5mW 10min LLLT-treated. LLLT30-10, high fat diet and 30mW 10min LLLT-treated. Results are shown as mean±S.E. ++, P<0.01, as compared with the corresponding data of normal group. *, P<0.05, as compared with the corresponding data of control group.

control군에 비하여 LLLT30-10군(P<0.05)에서 유의한 감소를 보였다(Fig. 3).

4. Total cholesterol에 미치는 영향

저용량 레이저 요법이 고지방 식이로 유발된 肥滿白鼠의 total cholesterol에 미치는 영향을 비교 관찰한 결과, normal군은 70.8±2.55 mg/dL, control군은 82.3±2.12 mg/dL, LLLT5-5군은 80.8±2.55 mg/dL, LLLT30-5군은 81.2±6.77 mg/dL, LLLT5-10군은 81.8±2.70 mg/dL, LLLT30-10군은 79.6±4.51 mg/dL를 나타내었다.

Normal군과 control군의 비교에서 normal군에 비하여 control군은 증가 경향을 보였으나 통계적으로 유의성은 없었으며, control군과 실험군들 간의 비교에서도 control군에 비하여 유의

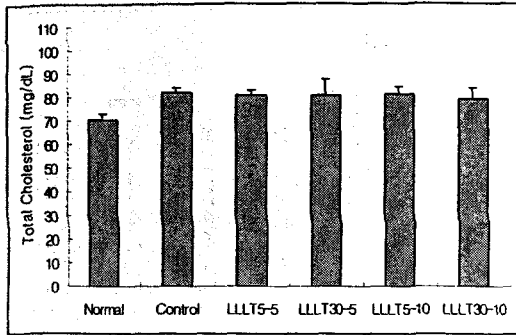


Fig. 4. Effects of Low Level Laser Therapy (LLLT) on the Total cholesterol in obese Rats induced by high fat diet. Normal, intactness. Control, high fat diet and no treatment. LLLT5-5, high fat diet and 5mW 5min LLLT-treated. LLLT30-5, high fat diet and 30mW 5min LLLT-treated. LLLT5-10, high fat diet and 5mW 10min LLLT-treated. LLLT30-10, high fat diet and 30mW 10min LLLT-treated. Results are shown as mean±S.E.

한 변화를 나타내지 못했다(Fig. 4).

5. HDL-cholesterol에 미치는 영향

저용량 레이저 요법이 고지방 식이로 유발된 肥滿白鼠의 HDL-cholesterol에 미치는 영향을 비교 관찰한 결과, normal군은 42.7 ± 2.34 mg/dL, control군은 33.1 ± 3.10 mg/dL, LLLT5-5군은 33.6 ± 1.72 mg/dL, LLLT30-5군은 36.0 ± 2.05 mg/dL, LLLT5-10군은 42.2 ± 1.54 mg/dL, LLLT30-10군은 42.6 ± 1.68 mg/dL를 나타내었다.

Normal군과 control군의 비교에서 normal군에 비하여 control군은 유의한 감소를 보였으며 ($P < 0.05$), control군과 실험군들 간의 비교에서 control군에 비하여 LLLT5-10군 ($P < 0.05$)과 LLLT30-10군 ($P < 0.05$)들에서 유의한 증가를 보였다(Fig. 5).

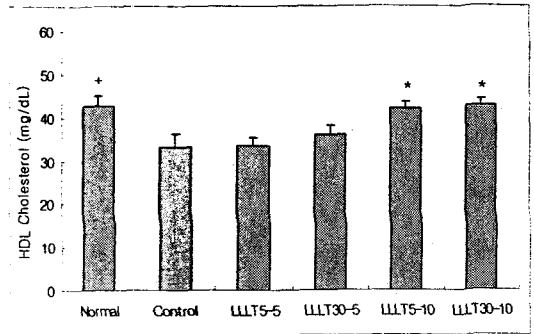


Fig. 5. Effects of Low Level Laser Therapy (LLLT) on the HDL-cholesterol in obese Rats induced by high fat diet. Normal, intactness. Control, high fat diet and no treatment. LLLT5-5, high fat diet and 5mW 5min LLLT-treated. LLLT30-5, high fat diet and 30mW 5min LLLT-treated. LLLT5-10, high fat diet and 5mW 10min LLLT-treated. LLLT30-10, high fat diet and 30mW 10min LLLT-treated. Results are shown as mean±S.E. +, $P < 0.05$, as compared with the corresponding data of normal group. *, $P < 0.05$, as compared with the corresponding data of control group.

6. LDL-cholesterol에 미치는 영향

저용량 레이저 요법이 고지방 식이로 유발된 肥滿白鼠의 LDL-cholesterol에 미치는 영향을 비교 관찰한 결과, normal군은 16.86 ± 0.97 mg/dL, control군은 22.6 ± 0.66 mg/dL, LLLT5-5군은 22.2 ± 2.18 mg/dL, LLLT30-5군은 24.7 ± 2.01 mg/dL, LLLT5-10군은 21.86 ± 1.38 mg/dL, LLLT30-10군은 21.9 ± 1.01 mg/dL를 나타내었다.

Normal군과 control군의 비교에서 normal군에 비하여 control군은 유의한 증가를 보였으며 ($P < 0.01$), control군과 실험군들 간의 비교에서 control군에 비하여 LLLT5-10군과 LLLT30-10군들에서 감소경향을 보였으나 유의성은 없었다(Fig. 6).

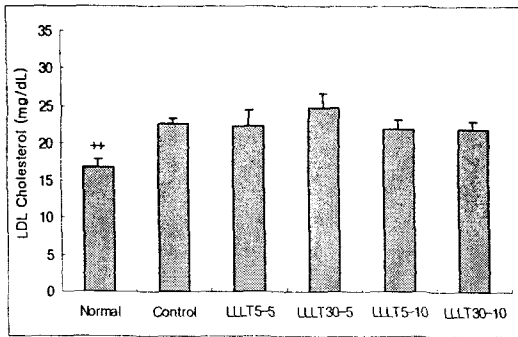


Fig. 6. Effects of Low Level Laser Therapy (LLLT) on the LDL-cholesterol in obese Rats induced by high fat diet. Normal, intactness. Control, high fat diet and no treatment. LLLT5-5, high fat diet and 5mW 5min LLLT-treated. LLLT30-5, high fat diet and 30mW 5min LLLT-treated. LLLT5-10, high fat diet and 5mW 10min LLLT-treated. LLLT30-10, high fat diet and 30mW 10min LLLT-treated. Results are shown as mean±S.E. ++, $P < 0.01$, as compared with the corresponding data of normal group.

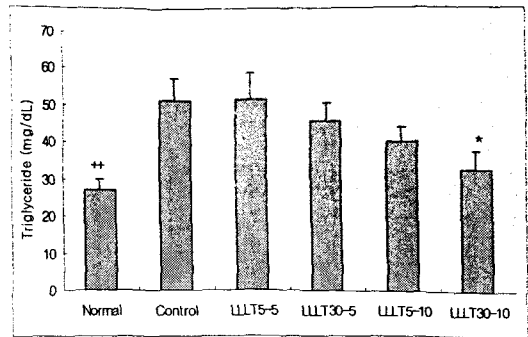


Fig. 7. Effects of Low Level Laser Therapy (LLLT) on the triglyceride in obese Rats induced by high fat diet. Normal, intactness. Control, high fat diet and no treatment. LLLT5-5, high fat diet and 5mW 5min LLLT-treated. LLLT30-5, high fat diet and 30mW 5min LLLT-treated. LLLT5-10, high fat diet and 5mW 10min LLLT-treated. LLLT30-10, high fat diet and 30mW 10min LLLT-treated. Results are shown as mean±S.E. ++, $P < 0.01$, as compared with the corresponding data of normal group. *, $P < 0.05$, as compared with the corresponding data of control group.

7. Triglyceride에 미치는 영향

저용량 레이저 요법이 고지방 식이로 유발된 肥滿白鼠의 triglyceride에 미치는 영향을 비교 관찰한 결과, normal군은 27.0 ± 3.03 mg/dL, control군은 51.86 ± 5.67 mg/dL, LLLT5-5군은 52.5 ± 6.94 mg/dL, LLLT30-5군은 46.8 ± 4.87 mg/dL, LLLT5-10군은 41.0 ± 3.91 mg/dL, LLLT30-10군은 33.3 ± 5.11 mg/dL를 나타내었다.

Normal군과 control군의 비교에서 normal군에 비하여 control군은 유의한 증가를 보였으며 ($P < 0.01$), control군과 실험군들 간의 비교에서 control군에 비하여 LLLT30-10군($P < 0.05$)에서 유의한 감소를 보였다(Fig. 7).

8. Phospholipid에 미치는 영향

저용량 레이저 요법이 고지방 식이로 유발된 肥滿白鼠의 phospholipid에 미치는 영향을 비교 관찰한 결과, normal군은 122.2 ± 5.22 mg/dL, control군은 114.7 ± 5.58 mg/dL, LLLT5-5군은 117.2 ± 6.65 mg/dL, LLLT30-5군은 118.7 ± 6.32 mg/dL, LLLT5-10군은 118.5 ± 2.70 mg/dL, LLLT30-10군은 122.4 ± 2.39 mg/dL를 나타내었다.

Normal군과 control군의 비교에서 normal군에 비하여 control군은 감소 경향을 보였으나 통계적으로 유의성은 없었으며, control군과 실험군들 간의 비교에서도 control군에 비하여 유의한 변화를 나타내지 못했다(Fig. 8).

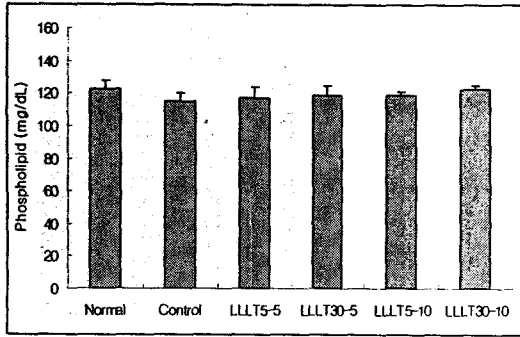


Fig. 8. Effects of Low Level Laser Therapy (LLLT) on the phospholipid in obese Rats induced by high fat diet. Normal, intactness. Control, high fat diet and no treatment. LLLT5-5, high fat diet and 5mW 5min LLLT-treated. LLLT30-5, high fat diet and 30mW 5min LLLT-treated. LLLT5-10, high fat diet and 5mW 10min LLLT-treated. LLLT30-10, high fat diet and 30mW 10min LLLT-treated. Results are shown as mean±S.E.

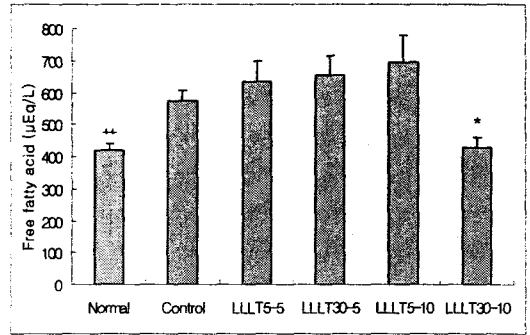


Fig. 9. Effects of Low Level Laser Therapy (LLLT) on the Free Fatty acid in obese Rats induced by high fat diet. Normal, intactness. Control, high fat diet and no treatment. LLLT5-5, high fat diet and 5mW 5min LLLT-treated. LLLT30-5, high fat diet and 30mW 5min LLLT-treated. LLLT5-10, high fat diet and 5mW 10min LLLT-treated. LLLT30-10, high fat diet and 30mW 10min LLLT-treated. Results are shown as mean±S.E. ++, P<0.01, as compared with the corresponding data of normal group. *, P<0.05, as compared with the corresponding data of control group.

9. Free fatty acid에 미치는 영향

저용량 레이저 요법이 고지방 식이로 유발된 肥滿白鼠의 free fatty acid에 미치는 영향을 비교 관찰한 결과, normal군은 420.0±20.17 µEq/L, control군은 572.3±35.1 µEq/L, LLLT5-5군은 636.0±61.6 µEq/L, LLLT30-5군은 653.8±62.79 µEq/L, LLLT5-10군은 695.5±83.94 µEq/L, LLLT30-10군은 429.5±29.97 µEq/L를 나타내었다.

Normal군과 control군의 비교에서 normal군에 비하여 control군은 유의한 증가를 보였으며 (P<0.01), control군과 실험군들 간의 비교에서 control군에 비하여 LLLT30-10군(P<0.05)에서 유의한 감소를 보였다(Fig. 9).

10. AST에 미치는 영향

저용량 레이저 요법이 고지방 식이로 유발된 肥滿白鼠의 AST에 미치는 영향을 비교 관찰한 결과, normal군은 98.5±7.14 U/L, control군은 149.4±11.33 U/L, LLLT5-5군은 131.7±6.08 U/L, LLLT30-5군은 128.8±4.72 U/L, LLLT5-10군은 115.8±3.15 U/L, LLLT30-10군은 112.0±3.43 U/L를 나타내었다.

Normal군과 control군의 비교에서 normal군에 비하여 control군은 유의한 증가를 보였으며 (P<0.05), control군과 실험군들 간의 비교에서 control군에 비하여 LLLT30-10군(P<0.05)에서 유의한 감소를 보였다(Fig. 10).

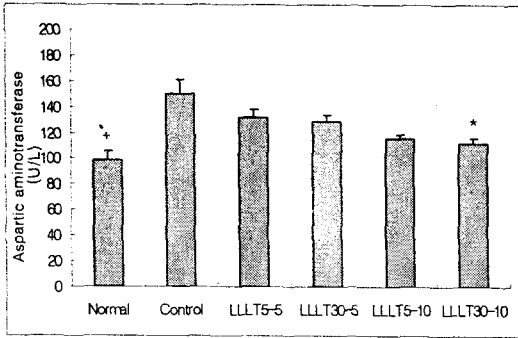


Fig. 10. Effects of Low Level Laser Therapy (LLLT) on the AST in obese Rats induced by high fat diet. Normal, intactness. Control, high fat diet and no treatment. LLLT5-5, high fat diet and 5mW 5min LLLT-treated. LLLT30-5, high fat diet and 30mW 5min LLLT-treated. LLLT5-10, high fat diet and 5mW 10min LLLT-treated. LLLT30-10, high fat diet and 30mW 10min LLLT-treated. Results are shown as mean±S.E. +, P<0.05, as compared with the corresponding data of normal group. *, P<0.05, as compared with the corresponding data of control group.

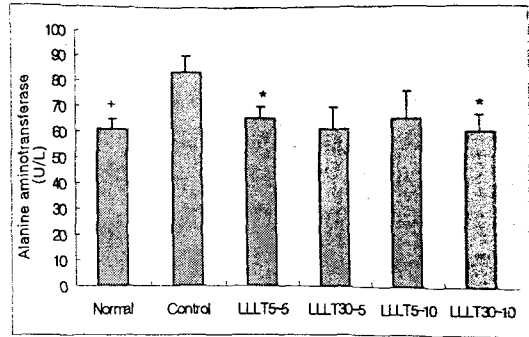


Fig. 11. Effects of Low Level Laser Therapy (LLLT) on the ALT in obese Rats induced by high fat diet. Normal, intactness. Control, high fat diet and no treatment. LLLT5-5, high fat diet and 5mW 5min LLLT-treated. LLLT30-5, high fat diet and 30mW 5min LLLT-treated. LLLT5-10, high fat diet and 5mW 10min LLLT-treated. LLLT30-10, high fat diet and 30mW 10min LLLT-treated. Results are shown as mean±S.E. +, P<0.05, as compared with the corresponding data of normal group. *, P<0.05, as compared with the corresponding data of control group.

11. ALT에 미치는 영향

저용량 레이저 요법이 고지방 식이로 유발된 肥滿白鼠의 ALT에 미치는 영향을 비교 관찰한 결과, normal군은 60.8±4.38 U/L, control군은 83.8±6.75 U/L, LLLT5-5군은 66.7±4.30 U/L, LLLT30-5군은 62.6±8.21 U/L, LLLT5-10군은 66.3±10.74 U/L, LLLT30-10군은 61.4±6.53 U/L를 나타내었다.

Normal군과 control군의 비교에서 normal군에 비하여 control군은 유의한 증가를 보였으며 (P<0.05), control군과 실험군들 간의 비교에서 control군에 비하여 LLLT5-5군(P<0.05)과 LLLT30-10군(P<0.05)에서 유의한 감소를 보였다(Fig. 11).

12. ALP에 미치는 영향

저용량 레이저 요법이 고지방 식이로 유발된 肥滿白鼠의 ALP에 미치는 영향을 비교 관찰한 결과, normal군은 252.8±17.19 U/L, control군은 641.6±71.24 U/L, LLLT5-5군은 491.8±70.1 U/L, LLLT30-5군은 377.4±16.90 U/L, LLLT5-10군은 537.9±52.98 U/L, LLLT30-10군은 432.5±17.26 U/L를 나타내었다.

Normal군과 control군의 비교에서 normal군에 비하여 control군은 유의한 증가를 보였으며 (P<0.01), control군과 실험군들 간의 비교에서 control군에 비하여 LLLT30-5군(P<0.01)에서 유의한 감소를 보였다(Fig. 12).

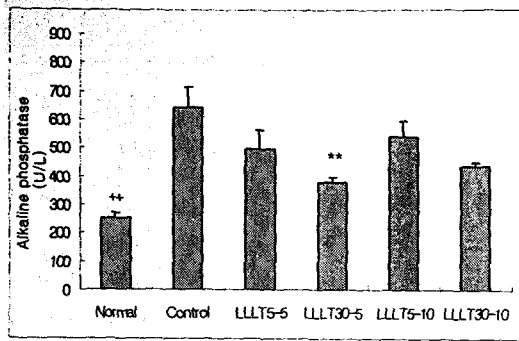


Fig. 12. Effects of Low Level Laser Therapy (LLL) on the ALP in obese Rats induced by high fat diet. Normal, intactness. Control, high fat diet and no treatment. LLLT5-5, high fat diet and 5mW 5min LLLT-treated. LLLT30-5, high fat diet and 30mW 5min LLLT-treated. LLLT5-10, high fat diet and 5mW 10min LLLT-treated. LLLT30-10, high fat diet and 30mW 10min LLLT-treated. Results are shown as mean±S.E. ++, P<0.01, as compared with the corresponding data of normal group. **, P<0.01, as compared with the corresponding data of control group.

IV. 고 찰

肥滿은 한의학적으로서 肥, 肥人, 肥貴人, 肥胖 등으로 표현되며, 《靈樞·逆順肥瘦篇》에서 氣充盈膚革堅 하며 腦肉堅皮緩하는 것으로 보고¹⁹⁾, 그 원인을 膏粱厚味한 음식의 貪食, 濕痰, 氣虛 및 肝腎兩虛, 脾土虛弱, 脾胃積熱, 脾腎陽虛와 같은 五臟六腑의 기능조화가 상실되어 脾濕한 것으로 보았다^{19,22)}. 이로 인해《素門·通評虛實論》²³⁾에서는 “凡治消癯什擊, 偏枯痿厥, 氣滿發逆, 肥貴人, 則高梁之疾也”, 《東醫寶鑑·風門》¹⁹⁾에서는 “肥即腠理 緻密而多鬱滯氣血, 難易通利 故 多卒中也”라 하여 중풍이 유발되며, 《素門·奇病論》¹⁹⁾에서는 “此肥美之所發也. 此人必數食甘美而多肥也. 肥者令人內熱, 甘者令人中滿, 故其氣上溢, 轉爲消渴. 治之以藺, 除陳氣也.”

이라 하여 消渴症이 자주 발생한다고 하였다.

肥滿의 韓醫學的 치료는 虛實로 구분하여 虛證인 경우에는 健脾, 益氣, 補腎, 溫陽, 養陰의 治法을, 實證인 경우에는 祛濕化痰, 利水, 消導, 活血化痰, 通腑하는 治法을 이용하고 있다^{21,22,25)}.

서양의학에서 肥滿은 체지방 과잉을 초래하는 주요한 대사상의 결함은 완전히 밝혀져 있지 않으나, 고지혈증 환자들에서는 지단백질의 형성, 운반 및 분해과정에 이상이 생겨 지단백질 대사가 정상적으로 이루어지지 못하며²⁶⁾, 허혈성심장질환, 고혈압 등에서는 혈청 HDL-cholesterol이 유의하게 감소등의 일련의 증상을 보이는 것으로^{27,28)}, 최근 식생활 형태와 생활방식의 변화로 인하여 가공식품에 의한, 고열량, 고지방식으로 구성된 동물성 포화지방의 섭취 증가로, 체내 지방질 구성비율에 변화를 주어 순환기 질환, 압, 당뇨병 등 성인병 유발을 증가시키고 있는 원인중의 하나이다^{29,30)}.

이에 대한 치료에는 식이요법, 운동요법, 약물요법과 수술요법, 행동교정요법 등^{31,32)}이 있는데, 특히 약물요법으로 투여되고 있는 중추성 식욕억제제로서 amphetamine과 기초대사율 향진에 의한 칼로리 소모를 증가시키는 갑상선 호르몬이 이용될 수 있다. 이들 중 amphetamine계 약물은 중추적으로 시상하부의 포만 중추를 자극하여 식욕을 억제하지만 구갈, 불면, 신경과민, 복통 등의 부작용이 많고, 습관성, 중독증 등의 부작용을 발생시킨다³³⁾. 갑상선 제제는 다량 섭취 시 심계항진, 호흡곤란, 발한과다 등의 부작용을^{32,34)}, 이노제의 지속적 사용은 전해질의 심각한 불균형을 초래할 수 있어^{33,35)}, 보다 근본적이면서 부작용이 적은 치료가 필요시 되고 있다.

비만에 관한 최근 연구로는 윤³⁶⁾은 창출,의이

인, 마황, 녹차등의 약침을, 박 등³⁵⁾은 耳鍼을 고지방식으로 유발된 肥滿 白鼠에 처치하여 체내 지질 수준에 효과가 있음을 보고하였고, Bue-mann 등³⁷⁾은 마황의 ephedrine-caffeine이 식욕감퇴와 지방조직에서의 산소증가 효과가 있다고 보고하였으며, Shin³⁸⁾ 등과 Muramastu³⁹⁾ 등은 녹차(Green tea, Camellia sinensis)가 혈청 중 total cholesterol과 triglyceride를 저하시키고, HDL-cholesterol을 상승시킨다고 보고하여, 주로 약물을 이용한 비만효과가 많았으며 레이저를 이용한 비만효과연구는 아직 시행되지 않고 있는 실정이다.

레이저 요법은 특이 물질을 자극하여 에너지를 발생하도록 유도시켜 광파를 만든 특수한 빛으로 안정된 원자에 인위적으로 에너지를 가해 이를 흡수하게 한 뒤 불안정한 상태로 만들어, 안정상태로 되돌아 갈 때 발생하는 에너지를 이용해 치료에 응용하는 것이다⁴⁰⁾.

이러한 레이저 광선은 한의학에서는 溫經絡療法에 속하며 조등은 저용량 레이저 유침치료가 “益氣補腎, 溫照命門之火”의 작용과 유사하다고 하였다. 또한 저용량 레이저의 혈관내 조사 치료법은 경락학설에서 血絡을 이용한 치료법과 유사한 것으로 血絡에 분포된 衛氣와 血을 자극하여 질병을 예방치료하는 방법이라고 언급하였다¹⁰⁾.

위에서 비만은 허증인 경우 온양이나 실증의 활혈 치법으로 임상에서 응용하고 있는데 혈관내의 저용량 레이저 요법도 같은 치료의 개념이라고 할 수 있다. 김¹⁰⁾등이 低容量 He-Ne 레이저 저침의 血絡適用에 대한 연구와 같은 견지에서 실험적으로 동물에 대하여 tail vein에 저용량별 레이저를 조사하여 비만에 대한 효과를 관찰함으로써 가능성을 알아보려고 하였다.

이와 같이 세포의 고유기능을 촉진시키며, 항

염증효과와 항부종효과, 혈액순환 개선과 혈청내 지질의 운수능력을 촉진하여 대사를 개선시키는 효과들이 보고되고 있어서, 白鼠에 고지방식으로 肥滿을 유도한 후 저용량별 레이저 요법을 시술하여 체중변화, 섭취량, 식이효율, 혈청중 지질조성, 간 기능의 변화를 관찰하였다.

정상식이 고지방식을 공급한 5주 동안 매 1주일에 한번씩 측정한 체중변화, 식이섭취량과 식이효율을 비교 관찰한 결과 체중변화에서는 control군에 비하여 LLLT5-5군, LLLT30-5군, LLLT30-10군들에서 유의하게 감소하였고, 식이섭취량의 변화에서는 control군에 비하여 LLLT5-5군, LLLT30-5군, LLLT5-10군들에서 유의한 감소를 보였으며, 식이효율의 변화에서는 LLLT30-10군에서 유의한 감소를 보였다

이로 보아 LLLT30-10군이 섭취량에 비해 체중증가, 식이섭취량 및 식이효율에서 감소를 보여 체중증가 억제효과가 공통적으로 관찰되었다.

혈청 중 total cholesterol은 유리형과 에스테르형으로 존재하며 스테로이드호르몬이나 담즙산염, vitamin D 합성의 전 단계 물질로 세포막성분으로 중요한 역할을 하는 한편 체내에 이상저장은 고혈압, 동맥경화증 및 각종 심혈관 질환을 유발시켜 체내 지질대사의 이상지표로 볼 수 있고 임신, 당뇨병, 신장염, 폐쇄성황달, 간경화증, 갑상선기능저하증 및 당뇨병일 때 그 수치가 증가하며 갑상선기능저하증, 빈혈증 및 급성전염병에서 그 수치가 떨어지게 된다^{41,42)}. 본 실험에서 혈청 중 total cholesterol의 변화를 관찰한 결과, normal군에 비하여 control군이 증가 경향을 보였으나 통계적으로 유의성은 없었으며, control군과 실험군들 간의 비교에서도 control군에 비하여 유의한 변화를 나타내지 못했다 이로 보아 저용량 레이저 요법은 total

cholesterol에 대한 유효한 영향을 주지 못하는 것으로 관찰되었다.

혈청 중 HDL-cholesterol은 세포질 막에서 유리 cholesterol을 섭취하여 세포에서 cholesterol를 제거하고 간으로 운반하여 cholesterol의 理化作用을 증가시키는 작용을 하므로 총콜레스테롤, LDL-cholesterol, 중성지방의 혈청농도는 HDL-cholesterol수준과 역 상관 관계가 성립되어, 관상동맥질환의 위험억제인자로 인식되고 있다. 따라서 그 수치가 저하될 때 동맥경화성 질환을 유발하기 쉽고, 간실질장애, 폐쇄성황달, 고중성지방혈증 및 비만증의 경우에 저하를 나타낸다^{41,42}. 즉 혈중 HDL-cholesterol의 분포율이 높을수록 동맥경화에 대한 위험도가 줄어들게 된다. 본 실험에서 혈청 중 HDL-cholesterol의 변화를 관찰한 결과, control군이 normal군에 비해 유의하게 감소를 보였으며 control군에 비하여 LLLT5-10군과 LLLT30-10군들에서 유의한 증가를 보여, 동맥질환의 위험인자 제거 및 지질대사 활성화에 유효한 효과가 있음을 나타내었다.

혈청 중 LDL-cholesterol은 triglyceride와 함께 대부분 lipoprotein이라는 거대분자의 형태로 움직이고 혈청 중 cholesterol의 약 3/4은 LDL-cholesterol을 형성하며, 혈청 중 LDL-cholesterol농도와 동맥경화증 발병빈도가 비례 관계에 있다^{43,44}. 본 실험에서 혈청 중 LDL-cholesterol의 변화를 관찰한 결과, control군이 normal군에 비해 유의한 증가를 보였으나 LLLT5-10군과 LLLT30-10군들에서 감소경향을 보였으나 유의성은 없었다, HDL-cholesterol의 결과를 참고로 동맥질환의 위험인자 제거 및 지질대사 활성화에 유효한 효과가 있음을 나타내었다.

혈청 중 triglyceride는 지방산 유도체 가운데 가장 분포가 많은 것으로 글리세롤에 3분자의

지방산이 에스테르 결합한 것으로 단순지질 또는 중성지질이라고 하는데 주로 에너지 운반과 저장, 피하지방으로 생체의 보온작용을 한다^{41,45}. 하지만 농도가 높아짐에 따라 고지혈증을 유발하게 되는데, 손⁴⁶, 양⁴⁷ 등은 한국인의 고지혈증은 주로 고중성지방혈증에 의한 것으로 보고하였다. 본 실험에서 혈청 중 triglyceride의 변화를 관찰한 결과, control군이 normal군에 비해 유의한 증가를 보였으며 control군에 비하여 LLLT30-10군(P<0.05)에서 유의한 감소를 보여 고지혈증 등에 유효한 효과가 있는 것으로 관찰되었다.

혈청 중 phospholipid는 lipoprotein의 형태로 존재하며 생체내에서 세포막의 구성성분이며 혈액 응고계를 위시하여 여러 가지 산소의 활성화인자로 작용하며, 기타 지방의 宥화와 흡수, 산염기의 평형, 콜린대사 등에 중요한 작용에 있고 간외성황달, 폐쇄성황달, 원발성담즙성 간경변, 당뇨병 등에 있어서 변화를 나타낸다^{41,48}. 또한 지질운반에 크게 관여하여 합성 또는 공급 장애가 있을 때에 지방간 등의 원인이 된다⁴⁸. 본 실험에서 혈청 중 phospholipid의 변화를 관찰한 결과, 모든 실험군들에서 유의한 변화를 보이지 않아, 각각의 저용량 레이저 요법들은 phospholipid에 직접적인 작용은 없는 것으로 사료된다.

혈청 중 free fatty acid는 총지방산의 4%로 미량이나 대사활성이 높고 혈중으로 방류되어 심근 및 기타조직에 에너지원으로 이용되고 나머지는 간으로 유입되어 triglyceride로 변환하여 혈중으로 방류되며 다시 지방조직으로 축적되고 그 농도는 지방조직의 지질대사와 당대사를 반영하여 당뇨병, 갑상선 기능저하증, 말단비대증, 쿠싱증후군, 비만증, 중증간질환 등에서 농도가 증가한다^{41,45}. 본 실험에서 혈청 중 free

fatty acid의 변화를 관찰한 결과, control군이 normal군에 비해 유의하게 증가하였으며 대조군에 비하여 LLLT30-10군에서 유의한 감소를 보여 지방조직의 지질대사와 당대사에 일정한 효과가 있는 것으로 관찰되었다.

고지방식에 의한 간 기능에 미치는 영향에 대해 알아보기 위하여 혈청 중 AST(aspartate transaminase), ALT(alanine transaminase), ALP(Alkaline phosphatase)를 측정하였다. 일반적으로 AST, ALT, ALP는 간의 손상정도를 확인하는 효소 관련검사법으로 AST는 GOT라고도 불리며, 간, 심장, 근육, 신장에 존재하는 효소로서 이들 조직이 손상되면 혈중으로 유리되어 수치가 증가하게 되고, ALT는 GPT라 불리며, 간에 대부분이 존재하는 효소로서 수치가 증가하는 것은 주로 간 손상을 의미한다. 이들 효소의 증가는 비만, 당뇨병, 알코올 남용, 심부전, 약제 부작용, 급성 또는 만성 간염, 지방간 등에 의해 생길 수 있다. ALP는 간, 담관, 장관, 뼈, 신장, 태반, 백혈구 등에 존재하는 효소로서 간담도 질환, Paget씨 병, 골연화증, 골전이암, 임신, 정상 성장기, 일부 암질환 등에서 증가될 수 있다^{41,45)}. 본 실험에서 control군이 normal군에 비해 AST, ALT, ALP에서 유의한 증가를 보였으며 control군에 비하여 AST에서는 LLLT30-10군이, ALT에서는 LLLT5-5군과 LLLT30-10군들이, ALP에서는 LLLT30-5군이 유의한 감소를 보여 고지방식이 급여에 따른 간 기능의 활성저하를 개선시킬 가능성이 있는 것으로 관찰되었다.

위의 결과를 종합해보면 LLLT30-10군은 체중변화, 섭취량, 식이효율, 혈청지질에 유효하게 영향을 미치며 또한 간 기능을 개선하는 효과를 나타내는 것으로 관찰되었다.

향후 저용량 레이저에 대한 기전 및 조사시간

과 용량에 대한 보다 상세한 연구와 한의학적 응용방법에 대해서도 지속적인 고찰이 필요할 것으로 사료된다.

VI. 결 론

저용량 레이저 요법이 고지방 식이로 유발된 肥滿白鼠의 체중변화, 섭취량, 식이효율, total-cholesterol, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol, triglyceride, phospholipid, free fatty acid, AST, ALT, ALP 등에 미치는 영향을 관찰한 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 체중변화는 control군에 비하여 LLLT5-5군, LLLT30-5군, LLLT30-10군($P<0.05$)들에서 유의한 감소를 보였다.
2. 식이섭취량은 control군에 비하여 LLLT5-5군, LLLT30-5군, LLLT5-10군들에서 유의한 감소를 보였다.
3. 식이효율은 control군에 비하여 LLLT30-10군에서 유의한 감소를 보였다.
4. HDL-cholesterol은 control군에 비하여 LLLT5-10군과 LLLT30-10군들에서 유의한 증가를 보였다.
5. Triglyceride은 대조군에 비하여 LLLT30-10군에서 유의한 감소를 보였다.
6. Free fatty acid는 control군에 비하여 LLLT30-10군에서 유의한 감소를 보였다.
7. AST는 control군에 비하여 LLLT30-10군에서 유의한 감소를 보였다.
8. ALT는 control군에 비하여 LLLT5-5군과 LLLT30-10군에서 유의한 감소를 보였다.
9. ALP는 control군에 비하여 LLLT30-5군에서 유의한 감소를 보였다.
10. Total cholesterol, LDL-cholesterol, Phospholipid에서는 control군에 비하여 유의한 변화를 나타내지 못했다.

참고 문헌

1. Schawlow AL. *Lasers. Int Ophthalmol Clin.* 1966 ; 6(2) : 241-51.
2. 중국미래의학연구회. He-Ne 레이저 정맥혈관 내 조사 (ILIB)치료에 대한 임상의학논문. 서울 : 거성메디칼. 1995.
3. 권병연. 레이저의 물리학적이론과 의학적 이용. *침례병원학술지.* 1991 ; 8 : 7-10.
4. 박동석, 최용태. 침, 구 및 Laser 광선침자극이 흰쥐의 염증성 부종에 미치는 영향. *경희한의 대논문집.* 1983; 6 : 1-16.
5. 최윤석, 윤종화, 김갑성. Laser침이 Carrageenin에 의해 유발된 백서의 족척 부종과 염증 치료 효과. *대한침구학회지.* 1996 ; 13(1) : 55-65.
6. 김경동, 김갑성, 안창범, 박찬국. 침, 구 및 Laser 광선침자극이 백서의 진통에 미치는 영향. *대한침구학회지.* 1987 ; 4(1) : 39-48.
7. Yunsik Kim, Chiwon Hwang, Inchan Soul, Byeongtak Kim. Treated with He-Ne Laser Intravenous Irradiation of Clinical Observation on the 26 case of Cerebrovascular Accident. *J of Oreintal Chr Dis.* 1998 ; 4(1) : 54-69.
8. Inchan Soul, Byeongtak Kim. Treated with He-Ne Laser Intravenous Irradiation of Clinical Observation on the 20 case of Cerebrovascular Accident. *Thesis Collection Research Institute of Korean Medicine.* 1997 ; 5(2) : 293-304.
9. Taehi Lee, Kwonjung Nam, Dongil Park. The Effect of He-Ne laser with low energy ILIB in CVA treats. *J of Oreintal Chr Dis.* 1997 ; 3(1) : 184-93.
10. 김성철. 생혈액분석을 통한 저용량 He-Ne 레이저 유침치료에 관한 임상적 연구. *대한침구학회지.* 2001 ; 18(3) : 23-34.
11. 정진우, 권재영, 김해규, 백승완, 김인세, 정규섭. 백서의 좌골신경 손상에 미치는 저출력 레이저의 효과(IR-Laser). *대한통증학회지.* 1992 ; 5(1) : 44-51.
12. 김연중, 권혁철, 김종만. 레이저의 자극 강도가 정상인의 혈장 내 β -endorphin 변화에 미치는 영향. *한국전문물리치료학회지.* 1999 ; 6(3) : 59-70.
13. Mester E, Mester AF, Mester A. The Biomedical effect of laser application. *Laser Surg Med.* 1985 ; 5 : 31-9.
14. Basford JR. Low energy laser treatment of pain and wounds: Hype, hope or hokum?. *MAYO Clini Proc.* 1986 ; 61 : 671-5.
15. Dyson M, Yong S. Effect of laser therapy on wound contraction and cellularity in mice *Laser Med Sci.* 1986 ; 7 : 125-30.
16. Lam TS, Abergel RP, Meeker CA, et al. Laser stimulation of collagen synthesis in human skin fibroblast cultures. *Laser Life Sci.* 1986 ; 1 : 61-77.
17. Karu TI, Letokhow VS, Lobko VV. Bio-stimulation of Hela cells by low-intensity visible light. IV. Dichromatic irradiation. *Nuovo Cimento.* 1985 ; 5D : 483-96.
18. Kazu TI. Photobiological fundamentals of low-power laser therapy. *IEEE J Quantum Electron.* 1987 ; 23 : 1703-17.
19. 郭靄春 編著. 黃帝內經靈樞校注語釋. 天津 : 天津科學技術出版社. 1989 : 63, 289-94, 392-7.
20. 張介賓. 張氏類經. 서울 : 성보사. 1982 : 586.
21. 劉河間. 劉河間三六書. 서울 : 성보사. 1976 : 82.

22. 李東垣. 東垣醫書 十種 脾胃論. 서울 : 대성문화사. 1983 ; 70.
23. 裴秉哲 譯. 今釋黃帝內經素問. 서울 : 성보사. 1978 ; 305-15, 437-44.
24. 許俊. 東醫寶鑑. 서울 : 남산당. 1994 ; 72, 743.
25. 김정연, 송용선. 비만에 대한 동서의학적 고찰. 동의물리요법과학회지. 1993 ; 3(1) : 299-314.
26. Nilsson-Ehle P, Garfinkel AS, Schotz MC. Lipolytic enzymes and plasma lipoprotein metabolism. Annu Rev Biochem. 1980 ; 49 : 667-93.
27. Yamamoto A, Temba H, Horibe H, Mabuchi H, Saito Y, Matsuzawa Y, Kita T, Nakamura H. Life style and cardiovascular risk factors in the Japanese population-from an epidemiological survey on serum lipid levels in Japan 1990 part 2: association of lipid parameters with hypertension. J Atheroscler Thromb. 2003 ; 10(3) : 176-85.
28. Poirier P, Despres JP. Impact of obesity in contemporary cardiology. Med Sci. 2003 ; 19(10) : 943-9.
29. 김진규. 임상지질학. 서울 : 의학출판사. 1992 : 241-70.
30. Lee HK. Korean disease pattern and nutrition. Korea J Nutr. 1996 ; 29 : 381-3.
31. 강재현. 비만의 약물요법. 대한의사협회지. 1999 ; 478 : 1106-11.
32. 김용성. 최신 비만 치료제. 대한내분비학회지. 2001 ; 16(1) : 9-15.
33. 의학교육연수원 편. 가정의학. 서울 : 서울대학교 출판부. 1987 : 281-3, 259-62.
34. 문헌기. 임상내분비학. 서울 : 고려의학. 1990 : 457-87.
35. 박상용, 이병렬. 비만치료에 대한 침구 및 약물 치료의 임상적 연구. 대전대학교 한의학연구소 한의학논문집. 1994 ; 2(2) : 163-85.
36. 윤대환. 강자돈, 주준성, 채우석, 나창수. 고지방식이로 유발된 비만백서모델에서 창출, 의이인, 마황, 창출합의이인 마황합녹차 약침이 혈청지질 및 간기능에 미치는 영향. 대한약침학회지. 2004; 7(1) : 87-100.
37. Buemann B, Marckmann P, Christensen NJ, Astrup A. The effect of ephedrine plus caffeine on plasma lipids and lipoproteins during a 4.2MJ/day diet. International J Obesity. 1994 ; 18 : 329-32.
38. Sin MK, Han SH, Han GJ. The effects of green tea on the serum lipid and liver tissue cholesterol fed rats. Kor J Food Sci Technol. 1997 ; 6 : 1255-63.
39. Muramatsu K, Fukuyo M, Hara Y. Effect of green tea catechins on plasma cholesterol level in cholesterol fed rats. J Nutr Sci Vitaminal. 1986 ; 2(6) : 613-22.
40. 권병연. 레이저의 물리학적 이론과 의학적 이용. 침례병원학술지. 1991; 8 : 7-10.
41. 이규범. 임상병리핸드북. 서울 : 고문사. 1992 : 116-22, 148.
42. Allain CC, Poon LS, Chan CS, Richmond W, Fu PC. Enzymatic determination of total serum cholesterol. Clin Chem. 1974 ; 20(4) : 470-5.
43. Gordon T, Kannel WB, Castelli WP, Dawber TR. Lipoproteins, cardiovascular disease, and death. The Framingham study. Arch Intern Med. 1981 ; 141(9) : 1128-31.
44. Stampfer MJ, Sacks FM, Salvini S, Willett WC, Hennekens CH. A prospective study of cholesterol, apolipoproteins, and the risk

- of myocardial infarction. N Engl J Med. 1991 ; 325(6) : 373-81.
45. 김기홍. 검사조직의 임상적 활용. 서울 : 고문사. 1980 : 164-77.
46. 손이석. 한국인의 고질혈증에 관한 연구(1)-1. 정상인 및 고혈압증에 있어서의 각종 질환에서의 고질혈증. 대한의학협회지. 1975 ; 18 : 345-54.
47. 양충모, 이재익, 김선주, 송병상, 이동후, 박성철, 손이석. 한국인에 있어서 각종 질환에서의 고지혈증 형별양상에 관한 연구. 대한의학협회지. 1980 ; 23 : 151-9.
48. Narayan KA, McMullen JJ. The interactive effect of dietary glycerol and corn oil on rat liver lipids, serum lipids and serum lipoproteins. J Nutr. 1979 ; 109(11) : 1836-46.