

직선 편광 근적외선 조사가 건강인의 실험적 통증역치에 미치는 영향*

원광보건전문대학 물리치료과, 원광대학교의료원 물리치료실*

이 재 형 · 송 인 영 · 최 은 영*

Effect of Linear Polarized Near-Infrared Ray Radiation on the Experimental Pain Threshold in Healthy Subjects

Lee, Jae Hyoung · Song, In Young · Choi, Eun Young*

Dept. of Physical Therapy, Wonkwang Public Health College

*Dept. of Physical Therapy, Wonkwang University Medical Center**

— ABSTRACT —

The purpose of this study was to determine the effects of linear polarized near-infrared ray radiation on experimental pain threshold in healthy adult subjects. Thirty healthy adult subjects were divided into 5 groups : 1) group 1, super lizer radiation at 0 % ; 2) group 2, super lizer radiation at 10 % ; 3) group 3, super lizer radiation at 20 % ; 4) group 4, super lizer radiation at 40 % ; 5) group 5, super lizer radiation at 80 % .

The polarized near-infrared ray radiation was applied on LI 4 point of subject's right hand at a fixed time for 30 second. Experimental pain threshold were measured with electrical current on the right hand at 5 intervals for each radiation : 1) pretreat ; 2) posttreat ; 3) posttreat of 1/2 hr ; 4) posttreat of 1 hr ; and 5) posttreat of 2 hrs. Data were analyzed using analyses of variance with repeated measures for pain threshold. No significant interaction between power output and time for pain threshold was found. Significant effects of power output and time for experimental pain threshold were found. Significant increase was noted in experimental pain threshold in group 4 and group 5 at posttreat, posttreat of 1/2, 1 hr and 2 hrs as a result of the applications of the polarized near-infrared ray radiation. This study indicate that polarized near-infrared ray radiation with above 40 % of power output increases pain threshold, thus possibly increasing options in choosing radiation output for treating pateint with pain. Further study is needed to compare the effects of these radiation in patients with clinical pain.

Key Words : Lizer, Pain, Acupuncture point.

본 연구는 원광보건전문대학 학술연구비 지원에 의해 조성된 것임.

서 론

의학은 통증의 기전을 규명하고 치료하기 위해 끊임없이 노력해 왔으나 아직 해결하지 못한 가장 중요한 과제 중의 하나로 남아있다. 통증을 치료하는 방법은 약물치료, 물리치료, 외과적 치료, 정신치료로 나눌 수 있다.

통증의 물리치료로는 경피신경전기자극을 비롯한 여러 유형의 전류를 사용하는 전기자극 및 이온도입치료, 침자극, 온 및 냉을 사용하는 열치료, 운동과 견인 및 맛사지 등의 기계적 자극 등 여러가지 물리적 요소를 사용하는 방법이 전통적으로 널리 이용되어 왔으며⁸⁾, 최근 여러 유형의 레이저 및 직선 편광 근적외선 등 광자극이 이용되고 있다. 특히 He-Ne 레이저 및 적외선 레이저 등 저출력 레이저는 조직의 파괴를 유발시키지 않으며¹⁰⁾, 관절염 등 근골격계 염증성 질환의 치료, 화상 및 개방창 등 창상치유, 신경재생 촉진 등 조직치유를 비롯하여 여러 가지 원인으로 오는 통증을 치료하는데 널리 사용되고 있다^{1~3, 15)}.

또한 최근 발광체에서 발산되는 광선을 편광판으로 편광시켜 발생된 직선 편광 근적외선(linear polarized near-infrared ray)을 이용하는 편광치료(polarized light therapy)가 소개되고 있다. 직선 편광 근적외선치료는 치료효과와 적용방법이 저출력 레이저와 유사하며 성상신경절, 압통점 및 발통점, 경혈 등에 조사하여 추간판수핵탈출증, 관절염, 염좌, 건염, 상과염, 근근막통증증후군, 건수증후군, 반사성교감신경위축증, 턱관절기능장애, 두통, 대상포진후 통증, 레이노질환 등 여러 가지 원인으로 초래된 통증을 치료한 보고가 제시되고 있다^{5, 6, 12, 16~18)}.

광자극의 생리적 효과는 광의 파장, 에너지의 양에 영향을 받고⁷⁾, 조직에 전달된 에너지량은 출력, 조사시간, 조사면적에 따라 결정된다. 그러나 레이저는 종류에 따라 파장, 주파수, 출력이 다양하고 치료방법에 따라서도 조직에 전달되는 에너지의 양이 다르다. 직선 편광 근적외선 치료기인 Super Lizer도 출력을

10에서 100%까지 10단위씩 10단계로 구분되어 있고, 단속시간비(on-off ratio)도 1:1에서 1:10까지 구분하여 제작되어 있다. 따라서 광자극시 치료자가 출력과 조사시간을 적절히 선택하여 용량을 결정해야 하나 표준화된 용량이 명확하게 제시되지 않고 있다.

이에 저자들은 조사시간을 30초로 고정하고 출력량을 변화시키면서 직선 편광 근적외선을 조사하고 건강인의 실험적 통증역치를 측정 비교하여 출력량에 따른 직선 편광 근적외선 조사가 실험적 통증역치에 영향을 미치는지를 규명하기 위해서 본 실험을 시행하였다.

대상 및 방법

대상

실험대상은 원광보건전문대학 재학생 중에서 본 실험에 자원한 나이 21 ± 2.3 세, 체중 57.9 ± 7.18 kg의 건강한 남녀 30명으로 하였다. 모든 대상자는 감각이상, 운동장애 등 신경근육계의 이상이 없었고 실험전 48시간부터 실험이 끝날 때까지 실험에 영향을 줄 수 있는 술을 비롯하여 진통제, 항울제, 정온제 등의 약물을 복용하지 않도록 하였다. 30명의 실험대상을 6명씩 무작위로 나누어 1군, 2군, 3군, 4군, 5군으로 설정하였다.

직선 편광 근적외선 조사

직선 편광 근적외선 조사는 600~1600 nm의 파장과 1800 mW의 최대출력을 내고 10%에서 100%까지 10단위씩 10단계로 출력이 구분되어 있는 Super Lizer HA-30*을 사용하였다. 모든 대상자를 의자에 편안하게 앉게한 후 오른쪽 손의 합곡(LI 4)에 직경 10 mm인 B형 probe를 직각으로 접촉 고정시키고 단속시간비를 1:1로 60초 조사하여 실제 조사시간을 30초가 되게 하였다. 1군은 출력을 0%로 하여

*東京醫研株式會社, 東京, 日本.

대조군으로 삼았고, 2군은 10%, 3군은 20%, 4군은 40%, 5군은 80%의 출력으로 조사하였다(Table 1).

Table 1. Characteristics of Super Lizer treatments

Group	Power Output	
Group 1 (n=6)	0% (0 mW)	radiation
Group 2 (n=6)	10% (110 mW)	radiation
Group 3 (n=5)	20% (300 mW)	radiation
Group 4 (n=6)	40% (700 mW)	radiation
Group 5 (n=6)	80% (1440 mW)	radiation

실험적 통증역치 측정

통증역치는 Endomed 982⁺의 전류 유형 중에서 강시곡선 측정용으로 고안된 직사각형과 맥동전류의 통전시간을 5 ms로 고정하고, 5.8 × 7.9 cm의 비활성전극을 생리식염수에 충분히 적셔 상완 뒷면에 고정하고 직경 0.7 cm의 활성전극은 생리식염수에 적셔 우측 손목 요골 원위단의 가장 돌출된 부위에 대고 1초 간격으로 0.2 mA씩 강도를 증가시키면서 대상자가 느끼는 통증의 정도를 파악하였다.

통증의 정도는 Nottermans¹¹⁾이 사용한 방법대로 통증이 전혀 없는 # 0 통증(no sensation), 짜릿짜릿한 감각을 느끼는 # 1 통증(tingling sensation), 따끔따끔한 # 2 통증(pricking pain), 불에 타는 듯한 # 3 통증(burning pain), 매우 심한 # 4 통증(intensive pain), 견딜 수 없는 # 5 통증(intolerable pain)의 6척도로 구분하여 설명한 다음 최초로 짜릿짜릿한 감각을 느낄 때와 따끔따끔한 통증을 느끼기 시작할 때 말로써 보고하도록 하여 최초로 따끔따끔한 # 2 통증을 느낄 때의 전류량을 실험적 통증역치로 결정하였다.

실험적 통증역치는 직선 편광 근적외선 조사 직전, 조사 직후, 조사 30분 후, 조사 1시간 후, 조사 2시간 후에 각각 3회씩 측정하여 평

균값을 사용하였다.

자료분석

직선 편광 근적외선 조사 전 후의 실험적 통증역치를 반복측정 분산분석(repeated measures ANOVA)하였다. 출력의 차이에 따른 실험적 통증역치와 시간에 따른 실험적 통증역치를 각각 분산분석(ANOVA)하고 이를 Least Significant Difference(LSD)검정으로 사후 검정하였다. 모든 통계분석은 SPSS/PC+를 이용하였다.

결 과

실험적 통증역치의 변화

직선 편광 근적외선의 출력량에 따른 각군의 조사 전과 조사 후 시간 경과에 따라 측정된 실험적 통증역치는 Table 2 및 Fig. 1과 같다.

실험적 통증역치를 반복측정 분산분석한 결과 출력량과 시간의 상호작용효과는 통계적으로 유의하지 않았고, 출력량의 주효과와 시간의 주효과는 각각 $p < 0.001$ 과 $p < 0.01$ 로 유의성이 있었다(Table 3).

출력량에 따른 각 군의 실험적 통증역치를 분산분석한 결과 1군, 2군, 3군에서는 유의한 차이가 없었으나 출력 40%인 4군에서 실험적 통증역치가 유의한 차이를 보였으며 ($p < 0.01$), 출력 80%인 5군에서도 실험적 통증역치가 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$)(Table 4). 이를 LSD검정으로 사후 검정한 결과 4군과 5군에서 조사 직후, 조사 후 30분, 조사 후 1시간 및 조사 후 2시간에서 측정된 실험적 통증역치가 조사 전의 실험적 통증역치보다 유의하게 증가하였다($p < 0.05$).

측정 시간에 따른 실험적 통증역치를 분산분석한 결과 조사 전에는 군간 유의한 차이가 없었다. 그러나 조사 직후부터 조사 후 30분, 조사 후 1시간 및 조사 후 2시간에서 모두 유의

¹⁾Enraf Nonius, PO Box 810, 2600 AV Delft, Netherland.

한 차이가 있었다($p < 0.001$)(Table 5). 이를 LSD검정으로 사후 검정한 결과 직선 편광 근적외선 조사 직후, 조사 후 30분, 조사 후 1시간, 조사 후 2시간에 측정된 4군과 5군의 실험적 통증역치가 1군, 2군 및 3군의 실험적 통증역치보다 유의하게 증가하였다 ($p < 0.05$).

Table 2. Mean and standard deviations of experimental pain threshold

	Experimental Pain Threshold (mA)				
	Group 1(0 %)	Group 2(10 %)	Group 3(20 %)	Group 4(40 %)	Group 5(80 %)
Pretreatment	3.25 ± 0.81	3.48 ± 0.45	3.09 ± 0.44	3.85 ± 0.51	3.87 ± 0.92
Posttreatment	3.17 ± 0.66	3.52 ± 0.43	3.44 ± 0.51	4.77 ± 0.87	4.45 ± 0.62
30 min	3.41 ± 0.66	3.54 ± 0.58	3.38 ± 1.09	5.57 ± 0.98	4.91 ± 0.51
1 hr	3.30 ± 0.35	3.51 ± 0.60	3.19 ± 0.99	5.68 ± 1.06	4.93 ± 0.62
2 hr	3.08 ± 0.55	3.57 ± 0.77	3.23 ± 0.93	5.34 ± 0.96	5.55 ± 1.11

Table 3. Analysis of variance summary for experimental pain threshold

Source	df	SS	MS	F	p
Main Effects					
Power	4	88.766	22.191	39.023	.000
Time	4	9.561	2.390	4.203	.003
Power × time	16	14.306	.894	1.572	.086
Residual	125	71.084	.569		

Table 4. Analysis of variance summary for experimental pain threshold

Group	df	SS	MS	F	p
Group 1 (0 %)	4	.3656	.0914	.2335	.9169
Group 2 (10 %)	4	.0312	.0078	.0232	.9989
Group 3 (20 %)	4	.4840	.1210	.1744	.9495
Group 4 (40 %)	4	13.5990	3.3998	4.2390	.0094
Group 5 (80 %)	4	9.3869	2.3467	3.7884	.0153

Table 5. Analysis of variance summary for experimental pain threshold

Time	df	SS	MS	F	p
Pretreatment	4	2.9174	.7293	1.6771	.1867
Posttreatment	4	11.6331	2.9083	7.1916	.0005
30 min	4	24.5830	6.1458	9.7081	.0001
1 hr	4	29.8709	7.4677	12.6106	.0000
2 hr	4	34.0673	8.5168	10.9356	.0000

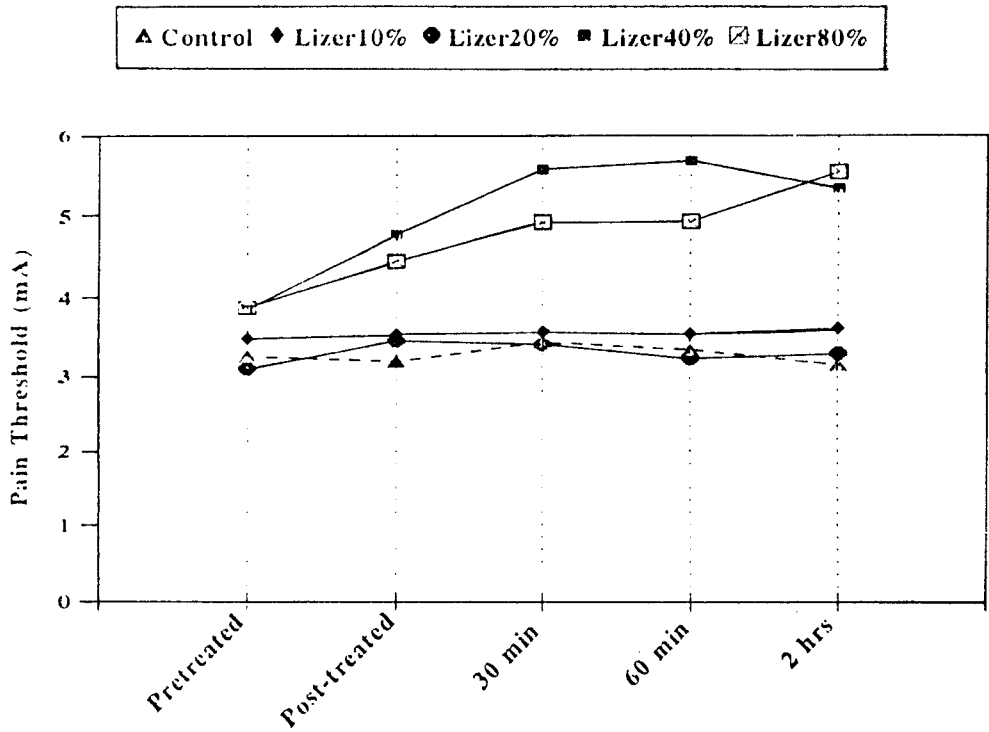


Fig. 1. Changes of experimental pain threshold in Super Lizer radiation. In group 4 and 5, the experimental pain threshold was significantly increased ($p < 0.05$) at immediately posttreat, posttreat of 30 min, 1 hour and 2 hours.

고 찰

Super Lizer는 150 W의 아이오다인 램프에서 발산되는 광선을 편광판으로 편광시켜 파장 600~1600 nm의 근적외선을 방출시키는 직선 편광 근적외선 치료기로 저출력 레이저의 출력이 보통 60~100 mW 이하인 반면 직선 편광 근적외선 치료기는 최대출력이 1800 mW로 매우 높기 때문에 열효과가 있어 치료 중 온감이 있으며 조직 침투깊이가 깊은 것이 특징이다^{5,6}. 직선 편광 근적외선 치료는 통증완화, 근경축완화, 혈류증진, 염증완화, 치유촉진 등 치료효과

와 적용방법이 저출력 레이저와 유사하다^{5,6}. 저출력레이저와 직선 편광 근적외선의 진통기전은 명확하게 규명되지는 않았지만 혈류량 증진, 손상된 신경조직의 치유, 통증전달물질의 억제, 신경세포기능의 정상화 및 침자극과 유사한 작용으로 설명하고 있다^{5,6}.

일반적으로 저출력 레이저인 적외선 레이저의 경우 조직의 생리적 효과를 유발시키는 적절한 조사시간이 20~30초로 알려져 있어¹³, 본 실험에서는 조사시간을 30초로 하였다. 조사면적을 0.79 cm²로 고정하고 출력량을 변화시키면서 통증완화와 관련이 있는 것으로 알려

진 합곡혈을 자극한 본 실험에서 0 %, 10 %, 20 %의 출력량에서는 실험적 통증역치가 유의하게 변화하지 않았으나 출력량 40 %와 80 %로 조사한 경우 조사 직후부터 2시간까지 실험적 통증역치가 유의하게 증가하였고, 40 %의 출력량과 80 %의 출력량 사이에 유의한 차이가 없었으며, 실험적 통증역치의 증가에는 출력량과 시간의 상호작용효과가 없었다.

실험적 통증역치는 편광 근적외선 조사 직후부터 2시간까지 유의하게 증가하였다. 2시간 이후에는 통증역치를 측정하지 않았기 때문에 통증역치 상승의 지속시간을 추정할 수 없으나 본 실험 결과로는 최소 2시간까지는 실험적 통증역치가 증가하고 있음을 보여 주었다.

Nomura 등¹⁰⁾은 턱관절에 심한 통증을 호소하는 24명의 환자를 대상으로 출력량 60 %, 단속시간비 2s : 2s로 통증부위에 Super Lizer 자극하여 통증을 완화시켰다고 보고하였다. Yoo 등¹⁶⁾은 근골격계 통증환자를 대상으로 성상신경절에 출력량 70 % 단속시간비 1s : 5s로 5~10분간, 10부위의 압통점과 발통점에 출력량 80 % 단속시간비 7s : 1s로 각 부위당 3~4회, 교감신경절에 출력량 80 %와 100 % 단속시간비 1s : 5s로 10분 조사하여 통증을 완화시켰다고 보고하였다.

Sato¹⁴⁾는 경추 추간판탈출증, 견수증후군, 반사성교감신경위축증, 편두통 등이 있는 환자의 성상신경절에 Super Lizer를 조사한 결과 통증이 감소하였고 피부온도가 상승했음을 보고하였고, Mukubo 등⁹⁾은 경추 추간판탈출증 환자를 대상으로 Super Lizer를 1s : 2s로 단속시켜 출력량 70 %로 10분간 성상신경절에 조사한 결과 통증이 감소하였고 피부온도가 상승했음을 보고하였으며, Yoshii¹⁷⁾는 대상포진환자의 성상신경절에 Super Lizer를 출력량 80 %로 7분간 조사한 결과 통증이 감소하였음을 보고하는 등 이들 선행 연구자들의 조사부위는 주로 통증부위, 발통점, 성상신경절, 교감신경절이었으며 출력량은 60 %, 70 %, 80 %, 100 %였고 조사시간은 30초, 100초, 3분 30초, 5분까지

다양하였다.

Super Lizer는 최대출력이 1800 mW에 이르기 때문에 열효과가 있어 높은 출력에서는 치료 중 온감을 느낄 수 있고, 매우 높은 출력에서는 화상이 발생할 수 있다. 따라서 환자가 강한 온감을 느끼게 되면 출력을 80 %, 70 %, 60 % 등 단계적으로 내려야 하기 때문에 매우 높은 출력을 사용하는 것은 바람직하지 않다고 생각된다. 통증이 있는 환자를 대상으로한 선행연구에서는 60 % 이상의 높은 출력과 30초 이상 조사하여 통증을 완화시켰지만 정상인을 대상으로한 본 실험에서는 출력량 40 % 이상부터 실험적 통증역치가 증가되었고 출력량 40 %와 80 % 사이에 유의한 차이가 없어 실험적 통증역치를 증가시키는데는 출력량 40 % 이상이면 충분하다고 사료된다.

실험적 통증역치가 통증의 정서적 측면을 반영하고 있기는 하지만 실험적 통증역치와 임상적 통증과는 차이가 있기 때문에⁴⁾ 건강인의 실험적 통증역치를 대상으로한 본 연구의 결과를 임상에 직접 적용하기에는 제한점이 있어 앞으로 통증이 있는 환자를 대상으로 한 비교연구가 요구된다.

요 약

편광 근적외선 조사가 실험적 통증역치에 영향을 미치는지를 규명하기 위해서 건강한 성인의 합곡혈에 여러 단계의 출력량으로 편광 근적외선을 30초간 조사하고 시간 경과에 따라 실험적 통증역치를 측정하여 분석하였다.

실험 결과 출력량 0 %인 대조군과 10 % 및 20 %의 출력량에서는 실험적 통증역치의 유의한 변화가 없었다. 그러나 출력량 40 %군의 실험적 통증역치는 편광 근적외선 조사전 3.85 ± 0.51 mA에서 조사 직후 4.77 ± 0.87 mA, 조사 후 30분 5.57 ± 0.98 mA, 조사 후 1시간 5.68 ± 1.06 mA, 조사 후 2시간 5.34 ± 0.96 mA로 증가되었고, 출력량 80 %군에서도 실험적 통증역치가 조사전 3.87 ± 0.92 mA에서

조사 직후 4.45 ± 0.62 mA, 조사 후 30분 4.91 ± 0.51 mA, 조사 후 1시간 4.93 ± 0.62 mA, 조사 후 2시간 5.55 ± 1.11 mA로 증가하였다. 실험적 통증역치는 편광 근적외선 조사 직후부터 2시간까지 유의하게 증가하였다. 40 % 출력량과 80 % 출력량의 실험적 통증역치는 유의한 차이가 없었고, 출력량과 시간의 상호작용효과는 없었다.

건강인의 실험적 통증역치를 대상으로 한 본 연구 결과를 통증이 있는 환자에게 직접 적용하기는 어렵다고 생각하며 앞으로 환자를 대상으로한 연구가 수행되기를 기대한다.

참 고 문 헌

1. Basford JR, Sheffield CG, Mair SD, Ilstrup DM : Low-energy helium neon laser treatment of thumb osteoarthritis. Arch Phys Med Rehabil 68 : 794-797, 1987.
2. Beckerman H, de Bie RA, Bouter LM, De Cuyper HJ, Oostendorp RAB : The efficacy of laser therapy for musculoskeletal and skin disorders : A criteria-based meta-analysis of randomized clinical trials. Phys Ther 72 : 483-491, 1992.
3. Great house DG, Currier DP, Gilmore RL : Effects of clinical infrared laser on superficial radial nerve conduction. Phys Ther 65 : 1184-1187, 1985.
4. Harris G, Rollman GB : The validity of experimental pain measures. Pain 17 : 369-376, 1983.
5. Kemmotsu O : Clinical application of low-reactive level laser therapy and polarized light therapy for chronic pain syndrome. 대한통증학회지 6 : 185-191, 1993.
6. Kemmotsu O, Sato K, Furumido H, Harada K : Efficacy of low reactive-level laser therapy for pain attenuation of postherpetic neuralgia. Laser Therapy 3 : 71-75, 1991.
7. Kleinkort JA, Foley RA : Laser. A preliminary report on its use in physical therapy. Clin Manag in Phys Ther 2(4) : 30-32, 1982.
8. Levi SJ, Maihafer GC : Traditional Approaches to Pain. In : Pain. Echternach JL ed., Churchill Livingstone, New York, p.73-98, 1987.
9. Mukubo Y, Morioka N, Fukuuchi A, Suzuki H : Efficacy of super lizer irradiation on the stellate ganglion region for the treatment of pain in the head and neck. The 24th General Meeting of the Japanese Society for the Study of Chronic Pain. Tokyo, Feb, 1995.
10. Nomura S, Kawano S, Iwakata S : Application of light therapy with super lizer (SL) in the treatment of temporomandibular arthrosis. The 24th General Meeting of the Japanese Society for the Study of Chronic Pain. Tokyo, Feb, 1995.
11. Nottermans SLH : Measurement of the pain threshold determined by electrical stimulation and its clinical application. Part I. Method and factors possibly influencing the pain threshold. Neurology 16 : 1071-1086, 1966.
12. Otsuka H, Okubo K, Imai M, Kaseno S, Kemmotsu O : Polarized light irradiation near the stellate ganglion in a patient with Raynaud's sign. Jpn J Anesthesiol 41 : 1814-1817, 1992.
13. Plog F : Biophysical application of laser beam in acupuncture therapy. Reviews and Abstracts. 7th World Congress of Acupuncture. Columbo, Sri Lanka, Oct 1981.
14. Sato N : Light therapy for chronic pain disorder in orthopedic-irradiation of the head, face, neck, upper limbs and the back of the upper chest. The 24th General Meeting of the Japanese Society for the Study of

- Chronic Pain. Tokyo, Feb, 1995.
15. Snyder-Mackler L, Barry AJ, Perkins AI, Soucek MD : Effects of Helium-Neon laser irradiation on skin resistance and pain in patients with trigger points in the neck or back. *Phys Ther* 69 : 336-341, 1989.
 16. Yoo CH, Lee WK, Kemmotsu O : Efficacy of polarized light therapy for musculoskeletal pain. *Laser Ther* 5 : 153-157, 1993.
 17. Yoshii A : Application of super lizer (SL) irradiation on the stellate ganglion region for the treatment of pain associated with herpes zoster. The 24th General Meeting of the Japanese Society for the Study of Chronic Pain. Tokyo, Feb, 1995.
 18. 今井眞, 劔物修 : 低反応レベルレーザー治療機器の紹介と問題点. *醫器學* 63(5) : 9-13, 1993.