

저출력 레이저조사가 동통반응에 미치는 영향

서울대학교 치과대학 치과보존학 교실

*서울대학교 치과대학 구강생리학 교실

김성교 · 윤수한 · 이종훈*

목 차

- I. 서 론
- II. 실험재료 및 방법
- III. 실험성적
- IV. 고 찰
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록

I. 서 론

1960년 루비 레이저가 의학분야에 처음 도입된 이래¹⁾ 고출력 및 저출력의 각종 레이저가 생물학적 연구의 도구²⁻⁵⁾로서 뿐 아니라 임상에서 다양하게 사용되어지고 있고⁶⁾ 그 효과적 사용 가능성에 대해서 계속 연구되고 있다⁷⁾.

생체조직은 근자외선, 가시광선, 근적외선 또는 적외선 영역등의 빛의 파장에 따라 흡수하는 체내 성분이 다른 광화학적 특성을 가지고 있으며, 레이저는 파장 및 출력에 따라 생체내에서 온도 효과나 압력, 광 또는 전자계 등의 비온도 효과를 나타낼 수 있어^{8,9)} 매우 간결한 빛의 맥파(pulse wave)가 생물학적 물질을 변화시킬 수 있다¹⁰⁾.

레이저는 그 종류에 따라 파장 및 출력이 매우 다양하여 He-Ne 및 Ga-As 레이저등의 출력이 낮은 레이저는 생체에서 교원질 생성을 촉진하고 동통감소에 기여하므로 창상치유¹¹⁾ 및 동통억제¹²⁾에의 사용이 추천된 바 있고, 그 외 생물학적 기능에 대한 저출력 레이저의 조사효과에 대해서도 다양한 연구가 발표되고 있다.

저출력 레이저의 감각신경에 미치는 병리, 조직

학적인 영향에 관해서 Fork²⁾가 바다조개(marine mollusk)에 파장 488nm의 레이저를 조사하면 복부 신경절내 신경세포가 선택적으로 반응한다고 발표한 이후 McKibbin 등¹³⁾은 백서에서 He-Ne 레이저 조사시 기존의 손상받은 신경의 재생과 축지신경 섬유발의 발아가 촉진되었음을 관찰하였고, Rochkind 등¹⁴⁾은 신경세포의 대사가 증진되고 myelin 생성 능력이 증가되었음을 보고하였다. 그러나 Assia 등¹⁵⁾은 백서의 시신경에 He-Ne 레이저를 조사시 중등도의 손상을 받은 신경에서 신경의 퇴행성 변화를 정지시키지는 못하고 지연시킬 뿐이라고 하여 저출력 레이저의 신경에 대한 영향은 신경의 상태에 따라 다를 수 있고 부분적 과정에 관여한다고 발표한 바 있다.

신경의 활성화도 및 동통반응에 대한 영향에 대해서도 저출력 레이저 조사시 Nissan 등¹⁶⁾은 백서에서 신경의 활동전위가 증가되었다고, Mezawa 등¹⁷⁾은 고양이에서 활동전위 발생빈도가 감소하였다 고 한 반면, Jarvis 등¹⁸⁾은 토끼에서 신경 활동전위의 변화가 없었다고 하였다. 인체에서 행해진 연구에서는 He-Ne 레이저가 광화학적 반응으로 말초 감각신경을 흥분시킬 수 있다는 보고¹⁹⁾와 활동전위²⁰⁾, 반응잠복기의 증가¹²⁾ 및 실험적 동통억제의 임상적 증가²¹⁾등의 효과를 나타낸다는 보고가 있다. 그러나 Basford 등²²⁾은 저출력 레이저가 만성 동통의 완화에 효과가 없었다 하였고, Wu 등²³⁾도 신경의 활동전위를 변화시키지 않는다고 주장하였다. 그리고 구강영역에서 Matsumoto 등²⁴⁾은 환자의 상아질 지각과민증 치아에 저출력 레이저를 조사한 바 동통이 감소되었음을 관찰한 반면, Wilder-Smith²⁵⁾는 지각과민증 치아의 동통감소에 대한 객관적인 증거는 관찰되지 않았다고 보고하였으며, Hansen과 Thorøe²⁶⁾는 만성 악안면 동통 환자에서

* 본 논문은 서울대학교병원 1991년도 특진연구비에 의하여 이루어졌음.

위약효과와 구분되는 별다른 효과는 나타나지 않았다고 한 바 있다. 이렇듯 저출력 레이저의 진동효과에 관한 많은 연구들은 학자나 실험방법에 따라 그 효능에 대한 보고가 다양하여 결과를 예측하기가 힘들다 하겠다.

상아질 지각과민증의 치료를 위해 물리, 화학적인 방법을 사용한 상아세관 봉쇄²⁷⁻²⁹⁾ 및 전기, 화학적인 방법을 사용한 치수신경의 활성변화³⁰⁻³²⁾ 등의 많은 시도를 해오고 있으나 상아질 지각과민증은 아직 완전하게 해결하지는 못하고 있는 속제로 남아있다. 많은 선학들의 연구에서 저출력 레이저가 생체에 대해 광화학적 효과 또는 압효과를 가진다고 하였으므로, 이러한 저출력 레이저가 치수신경의 활성에 어떤 영향을 미치는가에 대하여 생리화학적 기전을 숙지할 필요가 있다.

이에 저자는 치아 및 구강점막에 가해지는 동통성 자극에 대한 신경의 반응과 동통반응에 미치는 저출력 레이저의 효과를 전기생리화적으로 구명하므로써, 논란의 대상이 되고 있는 저출력 레이저의 효과를 평가하고자 고양이의 하악 견치 및 구강점막의 수용야에 저출력 레이저를 조사하고 전기적 또는 기계적 자극에 대한 신경반응의 변화를 관찰하여 그 결과를 보고하는 바이다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 동물수술

체중 2.0-3.0kg 정도의 영구치가 완전히 맹출한 16마리의 고양이를 ketamine으로 유도마취한 후 체중 kg 당 35mg의 sodium pentobarbital을 고정맥을 통해 주입하여 전신마취하고 기도내 기도관(tracheal tube)을 삽입하여 기도를 확보하였다. 고동맥에 카테터를 삽입하여 동맥혈압을 기록하였고 고정맥을 통해 5% 포도당 용액을 시간당 10ml의 속도로 주입하였으며, 동물용 전기담요를 사용하여 체온을 38°C로 유지하였고 실험기간동안 필요한 경우 sodium pentobarbital을 체중 kg 당 4mg을 주입하여 마취를 유지시켰다.

치수 및 구강점막의 동통성 자극반응을 관찰하기 위하여 아크릴 레진블록을 이용하여 약간고정법으로 하악을 상악에 고정시키고, 레진블록에 연결된 쇠팅대를 이용하여 실험동물의 머리를 고정대에 고정하였다. 하악의 하연을 따라 피부를 절개하고

치과용 저속 엔진과 끌겸자를 이용하여 골조직을 제거한 후 우측 하치조신경을 노출시키고 주위의 연조직을 이용하여 풀(pool)을 형성한 다음 액체 파라핀을 채웠다. 치수자극에 의한 개구반사를 관찰하기 위해서는 좌측 악이복근 전복과 하치조신경을 노출시킨 후 악이복근 전복에 직경 0.1mm의 구리선 전극을 삽입하였다. 좌, 우측 하악 견치의 순면에 치과용 저속엔진을 이용하여 치수가 붉게 비쳐 보일 때까지 치아경조직을 삭제하여 직경 1mm의 와동을 형성하였다.

구강점막의 동통성 자극반응을 관찰시에는 gallamine triethiodide(5mg/kg 체중, Sigma 회사)를 고정맥내 주입하여 마비시킨 후 호흡기(Model 665, Havard 회사)로 호흡을 유지시켜 호식공기내 탄산가스 농도가 4-5%(Capnometer, model 2200, Transverse Medical Monitor 회사)를 유지하도록 하였다.

2. 자극

전기자극을 위해서 노출상아질 표면에 전극용 젤리를 바른 후 직경 0.5mm의 은선 전극을 접촉시켰으며 치수신경의 전기자극시 전류가 주위의 조직으로 흐르는 것을 방지하기 위해서 와동을 제외한 치아표면을 nail varnish로 절연하였다. 자극전극을 전기자극기(model 1831A, 1880, 305-R, WPI 회사) 분리장치에 연결하였다. 전기자극의 역치자극강도를 구할 때는 치수 및 점막의 수용야를 자극기간 10ms의 직각맥파(rectangular pulse)로 자극하였고, 하치조신경의 흥분전도속도, 활동전위의 크기와 개구반사를 비교할 때는 자극기간 1ms의 직각맥파로 자극하여 구한 역치자극강도의 2배의 강도로 자극하였다.

구강점막의 수용야에 대한 유해성 기계적 자극은 수용야를 30초 간격으로 동맥용 겸자로 5초간 꼬집었다.

3. 레이저 조사

파장 904nm의 Ga-As 반도체 레이저(Dens-Bio-laser, Dong Yang Medical Co.)로 1,000 Hz, 2mW의 맥파(pulse wave)로 6분간, 15mW의 연속파(continuous wave)로 3분간 조사하였고 하치조신경의 반응을 관찰하기 위해서는 치아에 형성한 와동에 직접 조사하였으며, 치수자극에 의한 개구반사의 변화를 관찰할 때는 치아와동과 동측 하치조신경

에, 구강점막의 동통성 자극반응 관찰을 위해서는 단일 하치조신경의 지배를 받는 점막수용야에 레이저를 각각 조사하였다.

4. 기록 및 분석

하치조 신경을 절단한 후 절단한 신경의 말초단을 수술용 현미경(model 580, American Optical 회사) 하에서 박리하고, 백금-이리듐 전극으로 기록되는 활동전위를 관찰하면서 치수 및 구강점막 전기자극시 단일 신경섬유의 반응을 보이거나 활동전위의 기간과 크기에 의해서 구별이 가능한 2개의 신경 반응이 얻어질 때까지 각각 계속 분리하였다.

치수 및 점막 수용야를 전기자극하여 하치조신경의 활동전위와 악이복근의 근전도를 유발하는 역치자극강도를 각각 구하고 전기자극에 반응하는 치수 및 구강점막의 신경을 특성에 따라 분류하였으며, 레이저 조사전, 조사직후 및 조사후 5, 10, 20, 40, 60분 경과시의 하치조신경 활동전위와 악이복근 근전도를 각 15 회씩 기록하였고, 구강점막에 가한 유해성 기계적 자극에 반응하는 신경활동전위도 레이저 조사전을 대조기록으로 하여 레이저 조사직후 및 조사후 5, 10, 20, 40, 60분 경과시에 기록하였다.

교류증폭기(model DAM 80, WPI 회사)를 사용해서, 하치조신경의 활동전위는 10,000 배, 근전도는 1,000 배 증폭시켜 오실로스코프(model 5223, Textronix 회사)로 관찰하면서 PCM 연결기(model PCM-8, Medical System Corp.)를 통해 VCR(video cassette tape recorder)에 기록하고 자료처리기(Data Acquisition System, CED 1401)로 15 회 신호를 평

균하여 신경의 흥분전도속도, 활동전위의 크기와 악이복근의 근전도 잠복기, 근전도의 크기를 컴퓨터로 분석하였으며, 구강점막의 유해성 기계적 자극에 대한 하치조신경의 활동전위 발생빈도는 VCR에 기록된 활동전위를 window discriminator(model 121-G, WPI 회사)를 통해 preset control(model 1832, WPI 회사)로 계측하였다.

III. 실험성적

1. 전기자극에 대한 치수신경반응에의 레이저 조사효과

치수의 전기자극에 반응하는 치수신경의 단일신경섬유 활동전위를 하치조신경에서 기록한 바 치수에 분포하는 Aδ-신경섬유의 흥분전도속도는 4.50-8.91m/sec로 평균 6.68 ± 2.07 m/sec였으며 레이저를 조사한 직후 및 조사후 5, 10, 20분 경과시에 치수신경의 활동전위를 기록하여 레이저 조사전의 기록에 대한 비율로 계산하여 비교한 바, 1.01 ± 0.04 , 1.01 ± 0.03 , 1.02 ± 0.04 , 0.98 ± 0.03 으로 각각 나타나서 레이저 조사에 의한 흥분전도속도의 변화를 관찰할 수 없었다(Fig.1, Table 1).

레이저 조사직후 및 조사후 5, 10, 20분 경과시에 치수에 분포하는 Aδ-신경섬유의 역치자극강도와 활동전위의 크기를 측정하고 레이저 조사전의 기록에 대한 비율로 계산하여 Table 2에 표시한 바 Aδ-신경섬유 활동전위의 크기가 다소 감소하는 것처럼 보였으나 통계학적으로 Aδ-신경섬유에서 레이저 조사는 역치자극강도 및 활동전위의 크기에 효과를 나타내지 못하였다.

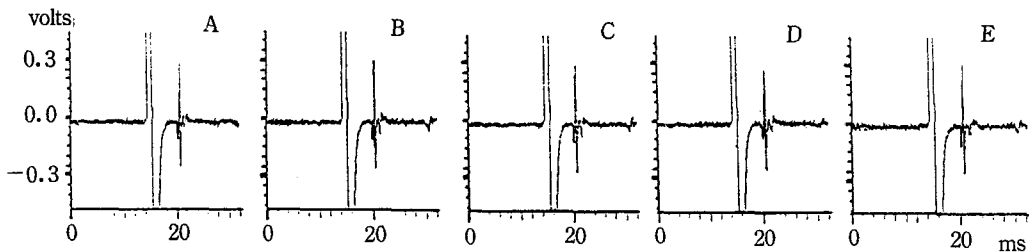


Fig 1. Effect of low-power laser irradiation on the action potential of a single alveolar Aδ-nerve fiber evoked by an electrical stimulation to the dental pulp. A, Before irradiation ; B, Immediately after irradiation ; C, 5 minutes after irradiation ; D, 10 minutes after irradiation ; E, 20 minutes after irradiation.

Table 1. Effect of low-power laser irradiation on the conduction velocity of a single alveolar A δ -nerve fiber evoked by an electrical stimulation to the dental pulp

Time+	Range(m/sec)	Mean(m/sec)	Ratio*
Before	4.54-8.91	6.68 \pm 2.07	1.00
Immediately after	4.67-5.45	5.06 \pm 0.55	1.01 \pm 0.04
5 min	4.67-5.50	5.09 \pm 0.59	1.01 \pm 0.03
10 min	4.75-5.49	5.12 \pm 0.52	1.02 \pm 0.04
20 min	4.54-5.33	4.94 \pm 0.56	0.98 \pm 0.03

+ Following laser irradiation. (Mean \pm S.D.)

* Calculated as a ratio of the experimental values to the values before irradiation.

Table 2. Effect of low-power laser irradiation on the action potential of a single alveolar A δ -nerve fiber evoked by an electrical stimulation to the dental pulp*

Time+	Threshold Intensity	Amplitude of Action Potential
Before	1.00	1.00
Immediately after	1.09 \pm 0.18	0.85 \pm 0.23
5 min	0.91 \pm 0.13	0.89 \pm 0.22
10 min	0.90 \pm 0.15	0.84 \pm 0.16
20 min	0.91 \pm 0.13	0.82 \pm 0.32

(Mean \pm S.D.)

* Fraction was calculated as a ratio of the experimental values to the values before irradiation.

+ Following laser irradiation.

2. 치수자극에 의한 개구반사에 대한 레이저 조사효과

가) 치아에 형성한 와동에 레이저 조사시의 효과

치수의 유해성 전기자극에 의해 유발된 개구반사의 변화를 악이복근 전복의 근전도로 관찰하기 위해 치아에 형성한 와동에 레이저를 조사한 직후 및 조사후 5, 10, 20, 40, 60분 경과시에 기록한 악이복근 전복의 근전도를 컴퓨터로 분석하여 Fig. 2에 표시하였으며, 계측한 근전도의 잠복기와 근전도의 크기 및 역치자극강도의 변화를 레이저 조사전의 기록에 대한 비율로 계산하여 분석한 결과 이들 모두에서 레이저 조사에 의한 변화를 관찰할 수 없었다(Table 3).

나) 노출된 하치조신경에 레이저 조사시의 효과
노출된 하치조신경에 직접 레이저를 조사한 직후 및 조사후 5, 10, 20, 40, 60분 경과시에 치수신

경의 전기자극에 대한 악이복근의 근전도를 기록하여 분석한 결과(Fig. 3), 레이저 조사는 근전도 잠복기, 역치자극강도 및 근전도의 크기 모두에서 효과를 나타내지 못하였다(Table 4).

3. 구강점막의 동통성 자극반응에 대한 레이저 조사효과

가) 점막수용야의 전기적 자극에 대한 레이저의 조사효과

하치조신경의 점막 수용야에 레이저를 직접 조사한 직후 및 조사후 5, 10, 20, 40, 60분 경과시에 점막 수용야에 가한 전기적 자극에 대한 신경활동전위를 기록하여(Fig. 4), 레이저 조사전의 활동전위를 대조치로 하여 활동전위 크기의 변화를 분석한 결과 레이저 조사는 신경의 활동전위의 크기에 변화를 나타내지 않았다(Table 5).

나) 점막수용야의 기계적 자극에 대한 레이저의 조사효과

하치조신경의 점막 수용야에 레이저를 조사한 직후 및 조사후 5, 10, 20, 40, 60분 경과시에 점막 수용야에 가한 유해성 기계적 자극에 대한 신경

활동전위를 기록하고(Fig. 5) 활동전위 발생빈도를 계속하여 비교한 바 시간이 경과함에 따라 빈도가 감소하는 듯 하였으나 통계학적으로 레이저 조사에 의한 변화를 인지할 수는 없었다(Table 6).

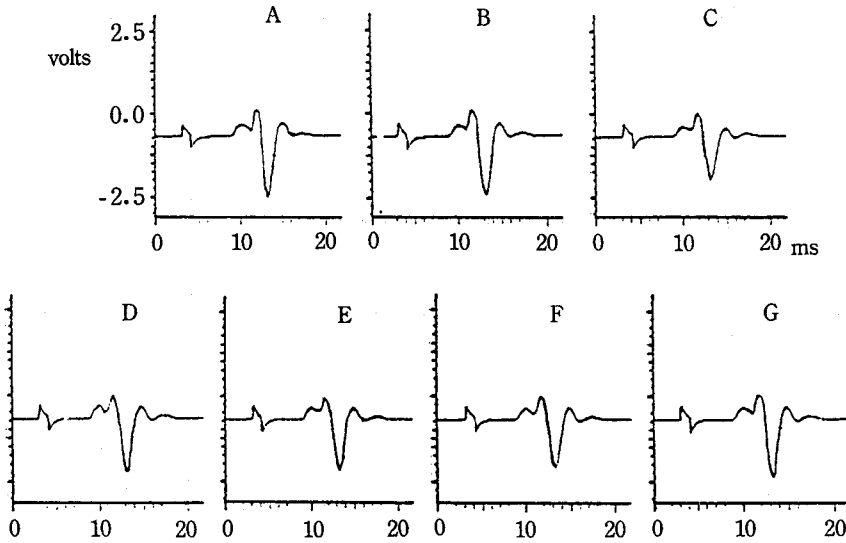


Fig 2. Effect of low-power laser irradiation applied to the tooth cavity on the jaw opening reflex(EMG of the anterior digastric muscle) evoked by an electrical stimulation to the dental pulp. A, Before irradiation ; B, Immediately after irradiation ; C, 5 minutes after irradiation ; D, 10 minutes after irradiation ; E, 20 minutes after irradiation ; F, 40 minutes after irradiation ; G, 60 minutes after irradiation.

Table 3. Effect of low-power laser irradiation applied to the tooth cavity on the jaw opening reflex evoked by an electrical stimulation to the dental pulp*

Time following Irradiation	Distal Latency	Threshold Intensity	Amplitude of EMG
Before	1.00	1.00	1.00
Immediately after	0.98±0.05	0.93±0.14	1.09±0.17
5 min	0.96±0.03	1.02±0.03	1.10±0.23
10 min	0.96±0.03	1.02±0.02	1.00±0.21
20 min	0.97±0.04	1.04±0.04	0.91±0.12
40 min	0.96±0.03	1.01±0.07	0.82±0.04
60 min	0.96±0.04	1.06±0.09	0.75±0.01

(Mean±S.D.)

* Fraction was calculated as a ratio of the experimental values to the values before irradiation.

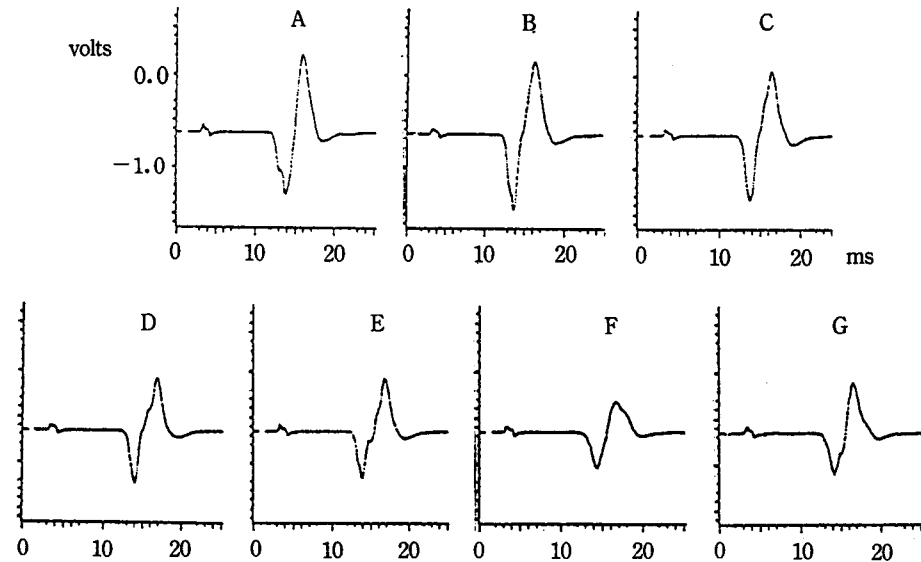


Fig 3. Effect of low-power laser irradiation applied to the inferior alveolar nerve on the jaw opening reflex evoked by an electrical stimulation to the dental pulp. A, Before irradiation ; B, Immediately after irradiation ; C, 5 minutes after irradiation ; D, 10 minutes after irradiation ; E, 20 minutes after irradiation ; F, 40 minutes after irradiation ; G, 60 minutes after irradiation.

Table 4. Effect of low-power laser irradiation applied to the inferior alveolar nerve on the jaw opening reflex evoked by an electrical stimulation to the dental pulp*

Time following Irradiation	Distal Latency	Threshold Intensity	Amplitude of EMG
Before	1.00	1.00	1.00
Immediately after	1.00±0.02	1.01±0.11	1.30±0.45
5 min	1.04±0.06	1.00±0.10	1.12±0.30
10 min	1.03±0.06	1.00±0.11	1.05±0.46
20 min	1.03±0.05	0.96±0.06	1.03±0.62
40 min	1.04±0.05	0.99±0.11	1.90±0.60
60 min	1.02±0.05	0.99±0.11	1.03±0.50

(Mean±S.D.)

* Fraction was calculated as a ratio of the experimental values to the values before irradiation.

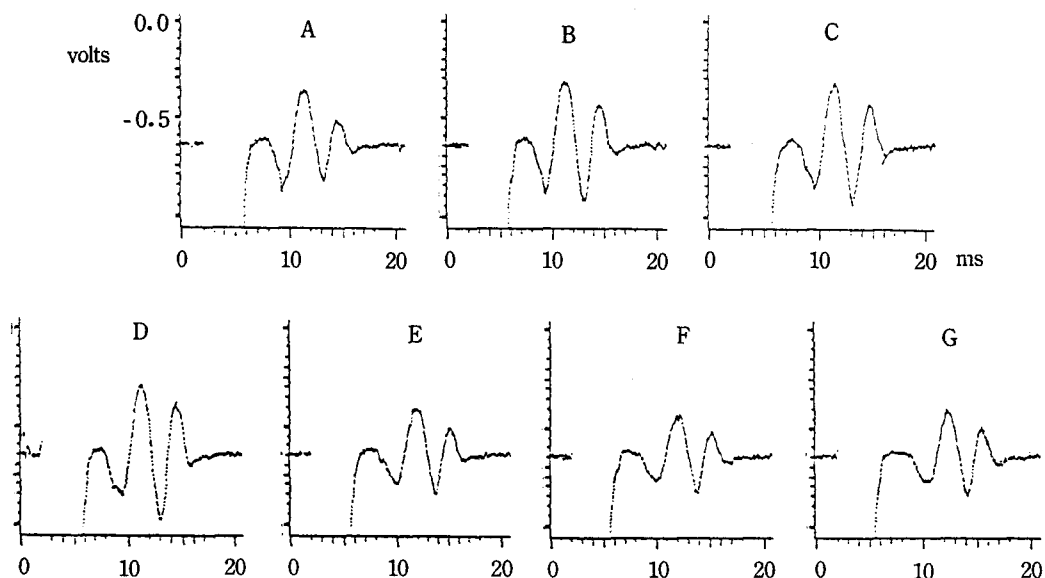


Fig 4. Effect of low-power laser irradiation on the action potential of the inferior alveolar nerve evoked by an electrical stimulation to the oral mucosa. A, Before irradiation ; B, Immediately after irradiation ; C, 5 minutes after irradiation ; D, 10 minutes after irradiation ; E, 20 minutes after irradiation ; F, 40 minutes after irradiation ; G, 60 minutes after irradiation.

Table 5. Effect of low - power laser irradiation on the action potential of the inferior alveolar nerve evoked by an electrical stimulation to the dental pulp*

Time following Irradiation	Amplitude of Action Potential
Before	1.00
immediately after	1.18 ± 0.19
5 min	1.16 ± 0.08
10 min	1.37 ± 0.19
20 min	0.87 ± 0.11
40 min	0.94 ± 0.24
60 min	0.88 ± 0.22

(Mean ± S.D.)

* Fraction was calculated as a ratio of the experimental values to the values before irradiation.

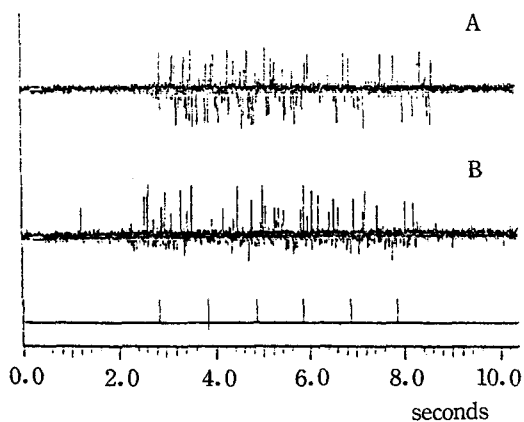


Fig 5. Effect of low-power laser irradiation applied to the receptive field of the oral mucosa on the pain response evoked by a mechanical stimulation to the oral mucosa. A, Before irradiation : average frequency was 84.87 for 5 sec ; B, After irradiation : average frequency was 73.49 for 5 sec.

Table 6. Effect of low - power laser irradiation on the pain response evoked by a mechanical stimulation to the oral mucosa*

Time following Irradiation	Action Potential Frequency
Before	1.00
Immediately after	0.70±0.37
5 min	1.72±0.48
10 min	1.04±0.54
20 min	0.88±0.38
40 min	0.76±0.63
60 min	0.72±0.57

(Mean±S.D.)

* Fraction was calculated as a ratio of the experimental values to the values before irradiation.

IV. 고 찰

레이저는 파장 및 피사조직의 종류에 따라 차이는 있지만 어느 정도 생체조직내로 침투할 수 있는 성질을 가지고 있으며⁸⁾, 침투된 레이저는 출력과 파형에 따라 온도효과나 압력효과 또는 광효과를 나타내고 있어⁹⁾ 생체조직에 대한 레이저의 이러한 효과를 동통억제에 이용하고자 하는 연구들이 많이 이루어져 왔다.

레이저가 생체에서 진통효과를 가진다고 하는 주장에는 몇 가지의 가설이 제시되고 있는데, 그 중에는 신경섬유의 활성억제, 신경전달물질 분비의 변화, 특수한 조직에서의 온도효과 또는 피부의 저항성 증가등이 유력시 되고 있다²¹⁾.

말초신경을 약한 강도로 일정시간 전기자극하면 강한 자극강도에 의해 흥분되는 A- α , β 및 δ 신경섬유의 흥분전도속도와 활동전위의 크기가 변화되기 때문에 척수에서 시냅스를 형성하는 1차 구심로의 활동성을 직접 변화시키면 동통의 완화가 일어날 수 있으며³³⁾ 말초 감각신경에 경피성으로 전기자극을 가하면 일정기간 동안 반사운동의 억제 및 진통의 효과를 얻을 수 있다고 한다³⁴⁾. 만약 레이저의 광화학적 특성이 생체내 신경의 활동성을 변화시킬 수 있다면 동통성 흥분전달이 영향을 받아 진통효과를 가질 수 있을 것이다. 레이저의 광화학적 특성이 신경섬유의 활동성을 변화시킨다고

하는 보고로서 Walker와 Akhanjee²⁰⁾는 인체에서 손목의 정중신경 상방 피부에 1mW, 632.5nm의 저출력 He-Ne 레이저를 조사한 바 체성감각 유발전위를 유발하였으며 이때의 잠복기는 전기자극을 준 경우와 같았기 때문에 광화학적 반응이 신경활동전위를 변화시킬 수 있다고 주장하였고, Walker¹⁹⁾는 He-Ne 레이저를 환자에게 경피성으로 조사하면 요골신경, 정중신경 및 복재신경에서 간대경련이 일시적으로 억제되는 것으로 보아 레이저에 의해 유발된 광화학적 반응이 신경활동을 자극할 수 있으며 신경에는 레이저의 독특한 파장에 대해 생물학적인 반응을 일으키는 물질이 존재할 가능성이 있다고 발표한 바 있다. 그리고 Snyder-Mackler 등^{12,35)}의 연구에서도 He-Ne 레이저 조사시 말초신경에서 반응잠복기가 증가하고 만성 요통환자에서는 동통이 감소하였고 King 등²¹⁾의 보고에서는 인체에 He-Ne 레이저를 조사하였을 때 반응잠복기 또는 실험적 동통역치가 증가하는 등의 임상효과를 나타냈으며, Mezawa 등¹⁷⁾도 고양이에서 파장 904nm의 Ga-Al-As 반도체 레이저를 혀에 조사시 동통반응의 빈도가 감소하였으므로 레이저 조사가 신경의 흥분성을 변화시킬 수 있다는 견해를 보였다. 그러나 이러한 레이저 진통효과의 긍정적인 보고와는 달리 Wu 등²³⁾은 Walker¹⁹⁾ 및 Walker와 Akhanjee²⁰⁾가 발표한 내용을 확인하기 위해 동일 조건으로 실험하였으나 저출력 He-Ne 레이저는 신경의 활동전위에 아무런 변화를 주지 못했고, McAuley와 Ysla³⁶⁾, Basford 등²²⁾ 및 Waylonis 등³⁷⁾은 만성 신경성 동통 환자, 골관절염 환자 또는 만성 근막염 환자에 저출력 레이저를 조사했을 때 주관적이거나 객관적인 치료효과 및 진통효과는 없었다고 하였으며, Basford 등³⁸⁾도 말초감각신경에 대한 1mW의 He-Ne 연속파 레이저의 조사효과를 이중맹검(double blind test)한 바 신경활동전위의 크기 및 잠복기에 있어 변화를 보이지 않는다고 보고한 바 있다. 또한 Klein과 Eek³⁹⁾ 및 Hansen과 Thorde²⁶⁾도 환자에서 파장 904nm의 저출력 적외 레이저를 동통치료에 사용한 결과 그 진통효과는 맹검시 사용한 위약효과보다 우수하지 않다고 발표하였다. 본 실험에서도 파장 904nm의 Ga-As 반도체 레이저를 고양이의 치아와동 및 구강점막에 조사하였을 때 유해성 자극에 의한 신경섬유의 활동전위와 악이복근의 근전도가 변화되지 않았을

뿐만 아니라 노출된 하치조신경에 직접 레이저를 조사한 경우에도 유해성 전기자극에 의한 개구반사에 있어 레이저를 조사하지 않은 경우에 비해 뚜렷한 차이를 나타내지 않고 있어 레이저 조사가 동통반응에 영향을 주지 않은 것으로 생각되며 신경 수용야나 신경다발을 저출력 레이저에 노출시켜도 자발적인 활동전위 발생이나 자극에 의해서 발생한 신경활동전위가 변화되지 않는다고 한 Jarvis 등¹⁸⁾의 견해와 맥락을 같이 한다고 볼 수 있다.

지각과민증 치아의 처치에 레이저를 사용한 경우에서도 Matsumoto 등^{24,40,41)}과 高原正明 등⁴²⁾은 레이저를 치아에 조사하면 많은 환자에서 치료효과가 관찰되었다고 하여 저출력 레이저가 임상적 동통역치를 증가시켜 과민증 감소에 기여한다는 주장을 한 바 있다. 그러나 Wilder-Smith²⁵⁾은 과민성 상아질에 레이저 조사를 적용하면 그 결과에 대해 환자는 긍정적인 태도를 보이지만 과민성 완화에 있어서 객관적인 증거는 발견되지 않아 저출력 레이저조사가 과민증완화에 도움을 주지 못한다고 피력했다. 본 실험에서도 치아와동에 저출력 레이저를 조사했을 때 지각과민증에 관여하는 치수 Aδ-신경섬유의 흥분전도속도, 역치자극강도 및 활동전위의 크기 모두에서 뚜렷한 변화가 나타나지 않아 저출력 레이저가 치아의 지각과민증 감소에 효과를 나타내지 못함을 보여주었다. 그리고 森岡俊夫 등⁹⁾은 조직, 생리학적 측면에서 상아질 지각과민증의 치아에 레이저를 조사시 진통작용이 있다면 그것은 상이 1관 개구부의 폐쇄 또는 치수내 신경의 막투과성의 변화로 인한 동통전달의 억제에 기인한다고 하였는데 이런 관점에서 본다면 본 실험에서 동통반응에 아무런 효과를 나타내지 못하였으므로 상아세관의 개구부 및 치수신경의 막투과성에 아무런 변화를 주지 못한 결과라고 볼 수 있을 것이다.

레이저의 생체조직내 투과성에 있어서 McKenzie 와 Carruth⁹⁾는 레이저는 파장에 따라 조직에 투과하는 깊이가 달라 적외선 영역의 탄산가스 레이저는 조직내 100 μ m 정도까지, 근적외선 영역의 Nd:YAG 레이저는 탄산가스 레이저보다는 깊은, 조직내 수 mm 까지 투과할 수 있으며 가시광선 영역의 Nd:YAG 레이저와 He-Ne, 알콘 및 구리 레이저등의 색소레이저는 파장 및 조직성분에 따라 투과성이 다르다고 발표하였다. 그리고 피부에는

파장 600-1300nm 사이의 빛에 대해 광창(optical window)이 존재한다고 하며⁴³⁾ 熊崎 護⁴⁴⁾는 파장 1,064nm의 Nd:YAG 레이저가 질소, 알콘, 루비 또는 탄산가스레이저에 비해 상아질에의 투과성이 크다고 한 바 있으나 본 실험에서 사용한 파장 904nm의 Ga-As 레이저의 상아질 투과성에 대해서 연구된 바는 없다. 그리고 Kakami⁴⁵⁾는 가시광선 및 근적외선 영역인 파장 400-1060nm 사이에서 파장이 짧은 광선은 체내 혈액에 의해 흡수되는 양이 많고 긴 파장의 광선도 체내 수분에 의해 흡수되는 양이 많으므로 체내혈액이나 수분에 의해 흡수되는 양이 적은 중간 정도 파장의 광선이 조직내로의 투과성이 커 조직내에서의 역할을 많이 할 수 있다고 주장하였다. 이런 점에서 본다면 본 실험에서 사용한 Ga-As 레이저는 파장이 904nm로서 상아질내로의 투과성에 대해서는 알 수 없으나 혈액이나 수분에 의한 흡수량은 적어 조직 투과성은 크다고 볼 수 있을 것이다. 본 실험에서는 레이저를 치아상아질와동과 구강점막에 조사하였을 뿐만 아니라 노출된 하치조신경에 직접 조사하기도 하였으므로 만약 레이저가 진통효과를 가지면서도 생체조직 투과성이 약했다면 조사방법에 따라 결과에 있어 차이를 나타내었을 것이다. 그러나 본 실험에서는 수용야나 신경에의 직접조사 모두에서 하치조신경의 활동전위 및 악이복근의 근전도에 변화를 나타내지 않았기 때문에 Rochkind 등^{46,47)}의 보고로 볼 때 조직투과성의 부족으로 인한 영향은 없었을 것으로 생각되며 다양한 조사 방법을 사용한 실험의 이러한 결과는 레이저 조사가 동통반응에 영향을 미치지 않음을 더욱 확실하게 해 주는 근거가 될 것이라고 여겨진다.

생체조직의 온도효과에 관해서 Halle 등⁴⁸⁾은 초음파와 적외선을 신경부위에 가해서 피하온도를 0.3°C 증가시킨 경우에는 신경전도속도에 있어 변화가 없었으나 1.2°C 증가시킨 경우에 신경전도속도가 감소하였다고 밝혔으며, 저출력 레이저 조사의 온도변화에 있어 Abramson 등⁴⁹⁾은 파장 628nm의 금증기(gold vapor) 레이저는 조사시 0.4-1.5°C 만큼의 온도가 증가하였다고 하나 Greathouse 등⁵⁰⁾은 파장 904nm의 Ga-Al 적외선 레이저를 경피성으로 조사했을 때 피하의 온도는 0.2-0.5°C 만큼 오히려 감소하였다고 발표하였다. 이들의 보고로 미루어 보아 본 실험에서 사용한 파장 904nm의

Ga-As 레이저도 신경활성에 영향을 줄 만큼의 큰 온도변화를 가져오지는 않았을 것으로 생각되므로 온도효과에 의한 감각전달의 영향은 없을 것으로 여겨진다.

레이저의 조사횟수에 있어 Matsumoto 등^{24,40)}은 상아질지각과민증 치아에서 Nd:YAG 또는 Ga-Al-As 레이저를 환자에게 평균 1-4 회 반복조사하였고, 高原正明 등⁴²⁾은 환자에서 레이저 조사횟수를 늘릴수록 유효율이 증가하였으나 본 실험에서는 동물실험의 성격상 임상환자에서처럼 날자를 달리 하여 수회 반복조사할 수는 없었다. 그러나 임상에서는 동물실험에서와는 달리 환자에게 수회 반복조사할 수 있다는 점을 고려하면 본 실험에서 나타난 결과만으로 반복조사시에 나타날 수 있는 결과를 확신하기는 힘들 것이다.

Greathouse 등⁵⁰⁾은 인체에서 표재성 요골신경 상층 피부에 파장 904nm의 Ga-Al 반도체 레이저를 조사하였으나 임상적으로 사용되는 강도로는 감각신경의 흥분전도속도가 변화되지 않았고 Nissan 등¹⁶⁾은 He-Ne 레이저를 흰쥐에게 경피성으로 조사시 좌골신경의 활동전위가 증가되었으며 Jarvis 등¹⁸⁾은 저출력의 He-Ne 레이저가 급속한 진통효과를 나타내고 만성 통증을 완화시킨다는 보고에 대한 생리학적 기초를 결정하기 위해 토끼에서 파장 632.5nm의 He-Ne 레이저를 각막에 조사한 바 A-δ와 C-구심성 감각신경섬유에서 자발적으로 발생되거나 기존 발생된 신경활성은 변화되지 않았고 더우기 단일 신경섬유의 활동전위도 레이저 조사에 의해 변화되지 않았다고 보고하여 레이저의 신경에 대한 작용이 실험동물의 종류에 따라 다양함을 알 수 있으며 한 종류의 실험대상에서 나타난 결과를 다른 종류의 실험동물이나 인체에서 확신할 수는 없으나⁵¹⁾, 본 실험에서 실험 대상으로 사용한 고양이는 인체와 신경체계가 매우 유사하며 신경생리학적 연구에 많이 사용되는 바⁵²⁾ 타 종류의 실험동물에 비해 인체에서의 결과를 유추하기가 용이할 것으로 생각된다.

이상을 고찰해 볼 때, 저출력 레이저 조사후 동통이 감소했다는 보고들에는 알지 못하는 기전이 관여했을 수도 있을 것이나 본 실험에서 사용한 파장 904 nm의 Ga-As 레이저는 유해성 전기자극과 기계적 자극에 의해 일어나는 동통반응에 대해 진통효과를 가지지 않는 것으로 생각된다. 그리고

레이저의 효과에 대한 긍정적인 보고가 많이 발표되고 있고 이러한 저출력 레이저가 치수에의 영향^{53,54)} 및 발암성^{55,56)}에 있어 안전하다고는 하나 레이저의 치료효과는 현재 시행착오의 경험에 의존하고 있으므로⁵⁷⁾, 잘 조절된 실험적 방법 및 이중맹검등의 임상적 방법을 통해 각종 레이저의 재생가능한 각 용량에서의 치료효과 및 이들의 위약효과와 구분할 수 있는 기전에 대한 지속적인 연구가 뒤따라야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

체중 2.0-3.0kg의 고양이를 sodium pentobarbital (35mg/kg 체중)로 전신마취하고 좌우 하치조신경과 좌측 악이복근 전복을 노출시킨 후 악이복근 전복에는 개구반사 기록용 전극을 삽입하였고, 우측 하치조신경은 치수 전기자극과 구강점막의 동통성 기계적 자극에 반응하는 단일 신경섬유를 얻을 때까지 수술용 현미경하에서 분리하였다. 치수 및 점막 자극시 반응하는 하치조신경내 단일 신경섬유의 역치자극강도는 자극기간 10 ms인 직각맥파로 자극하였고 흥분전도속도 측정시에는 자극기간을 1 ms로 하였으며 구강점막에 대한 유해성 기계적 자극은 수용약을 동맥용 겸자로 5초동안 꼬집어 가하였다. 치아에 형성한 와동, 하치조 신경 및 구강점막에 대한 레이저 조사는 Ga-As 반도체 레이저(파장 904 nm)를 1,000 Hz, 2mW의 맥파로 6분간 조사한 후 15mW의 연속파로 3분간 조사하였다. 그리고 레이저 조사전과 조사직후 및 조사후 5, 10, 20, 40, 60분 경과시의 신경활성도, 악이복근의 근전도 및 유해성 기계적 자극에 대한 신경반응을 비교하여, 저출력 레이저의 효과를 관찰한 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 레이저 조사전 하치조신경에서 기록한 치수 Aδ-신경섬유의 흥분전도속도는 평균 6.68 ± 2.07 m/sec였으며 레이저 조사는 Aδ-신경섬유의 흥분전도속도에 영향을 주지 않았고, 역치자극강도와 활동전위의 크기에도 효과를 나타내지 못하였다.
2. 치아에 가해진 유해성 전기자극에 의해 일어나는 악이복근의 근전도도 레이저 조사후 근전도 잠복기와 역치자극강도 및 근전도의 크기에 있어 변화가 없었다.

3. 유해성 자극에 반응하는 구강점막의 수용야에 대한 레이저 조사도 신경의 활동전위 크기 및 활동전위 발생빈도에 대해 거의 영향을 주지 않았다.

참 고 문 헌

1. Maiman, T.H. : Stimulated optical radiation in ruby. *Nature* 187 : 493 - 494, 1960.
2. Fork, R.L. : Laser stimulation of nerve cells in Aplysia. *Science* 171 : 907 - 908, 1971.
3. Kolari, P.J. : Penetration of unfocused laser light into the skin. *Arch. Dermatol. Res.* 277 : 342 - 344, 1985.
4. Passarella, S., Casamassima, E., Quagliariello, E., Caretto, G. and Jirillo, E. : Quantitative analysis of lymphocyte - salmonella interaction and effect of lymphocyte irradiation by helium - neon laser. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 130 : 546 - 552, 1985.
5. Berns, M.W., Aist, J., Edwards, J., Strahs, K., Girton, J., McNeill, P., Rattner, J.B., Kitzes, M., Hammer - Wilson, M., Liaw, L.H., Siemens, A., Koonce, M., Peterson, S., Brenner, S., Burt, J., Walter, R., Bryant, P.J., van Dyk, D., Coulombe, J., Cahill, T. and Berns, G.S. : Laser microsurgery in cell and developmental biology. *Science* 213 : 505 - 513, 1981.
6. Ball, K.A. : Laser Technology. *Nurs. Clin. North Am.* 25 : 617 - 738, 1990.
7. Parrish, J.A. : Laser medicine : great possibilities, guarded prognosis. *Laser. Surg. Med.* 10 : 1 - 3, 1990.
8. Mckenzie, A.L. and Carruth, J.A.S. : Lasers in surgery and medicine. review article. *Phys. Med. Biol.* 29 : 619 - 641, 1984.
9. 森岡俊夫, 渥美和彦, 神山紀久男, 佐藤 匠, 庄司 茂, 成田令博, 古本啓一, 前田三男, 南里嶽仁 : Laser in dental medicine. 醫齒藥出版株式會社, 1986.
10. Parrish, J.A. and Walsh, J.T. : Potentials for progress in laser medicine. *Yale J. Biol. Med.* 58 : 535 - 545, 1985.
11. Cummings, J.P. : The effect of low energy(He - Ne) laser irradiation on healing dermal wounds in an animal model. *Phys. Ther.* 65 : 737, R - 279, 1985.
12. Snyder - Mackler, L., Bork, C. and Fernandez, J. : The effect of helium - neon laser on latency of sensory nerve. *Phys. Ther.* 65 : 737, R - 278, 1985.
13. McKibbin, L.S., Cheng, R.S. and Paraschak, D.M. : A preliminary study on the effects of a helium - neon laser on nerve regeneration and collateral nerve sprouting after denervation in rats. *Laser. Surg. Med.* 5 : 185, Abstr. No. 154, 1985.
14. Rochkind, S., Vogler, I. and Barr - Nea, L. : Spinal cord response to laser treatment of injured peripheral nerve. *Spine* 15 : 6 - 10, 1990.
15. Assia, E., Rosner, M., Belkin, M., Solomon, A. and Schwartz, M. : Temporal parameters of low energy laser irradiation for optimal delay of post - traumatic degeneration of rat optic nerve. *Brain Res.* 476 : 205 - 212, 1989.
16. Nissan, M., Rochkind, S., Razon, N. and Bartal, A. : HeNe laser irradiation delivered transcutaneously : its effect on the sciatic nerve of rats. *Laser. Surg. Med.* 6 : 435 - 438, 1986.
17. Mezawa, S., Iwata, K., Naito, K. and Kamokawa, H. : The possible analgesic effect of soft - laser irradiation on heat nociceptors in the cat tongue. *Arch. Oral Biol.* 33 : 693 - 694, 1988.
18. Jarvis, D. MacIver, M.B. and Tanelian, D.L. : Electrophysiologic recording and thermodynamic modeling demonstrate that helium - neon laser irradiation does not affect peripheral Aδ - or C - fiber nociceptors. *Pain* 43 : 235 - 242, 1990.
19. Walker, J.B. : Temporary suppression of clonus in humans by brief photostimulation. *Brain Res.* 340 : 109 - 113, 1985.
20. Walker J.B. and Akhanjee, L.K. : Laser - induced somatosensory evoked potentials : evidence of photosensitivity in peripheral nerves. *Brain Res.* 344 : 281 - 285, 1985.
21. King, C.E., Clelland, J.A., Knowles, C.J. and Jackson, J.R. : Effect of helium - neon laser auriculo-

- therapy on experimental pain threshold. *Phys. Ther.* 70 : 24 - 30, 1990.
22. Basford, J.R., Sheffield, C.G., Mair, S.D. and Itstrup, D.M. : Low - energy helium neon laser treatment of thumb osteoarthritis. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 68 : 794 - 797, 1987.
 23. Wu, W., Ponnudurai, R., Katz, J., Pott, C.B., Chilcoat, R., Uncini, A., Rapoport, S., Wade, P. and Mauro, A. : Failure to confirm report of light - evoked response of peripheral nerve to low power helium - neon laser light stimulus. *Brain Res.* 401 : 407 - 408, 1987.
 24. Matsumoto, K., Funai, H., Shirasuka, T. and Wakabayashi, H. : Effects of Nd : YAG - laser in treatment of cervical hypersensitive dentin. *Jpn. J. Conserv. Dent.* 28 : 760 - 765, 1985.
 25. Wilder - Smith, P. : The soft laser : therapeutic tool or popular placebo ? *Oral Surg.* 66 : 654 - 658, 1988.
 26. Hansen, H.J. and Thorøe, U. : Low power laser biostimulation of chronic oro - facial pain. a double - blind placebo controlled cross - over study in 40 patients. *Pain* 43 : 169 - 179, 1990.
 27. Brännström, M., Johnson, G. and Nordenvall, K.-J. : Transmission and control of dentinal pain : resin impregnation for the desensitization of dentin. *J.A.D.A.* 99 : 612 - 618, 1979.
 28. Pashley, D.H. : Dentin permeability, dentin sensitivity, and treatment through tubule occlusion. *J. Endo.* 12 : 465 - 474, 1986.
 29. Brännström, M. : The cause of postrestorative sensitivity and its prevention. *J. Endo.* 12 : 475 - 481, 1986.
 30. Tarbet, W.J., Silverman, G., Fratarcangelo, P.A. and Kanapka, J.A. : Home treatment for dentinal hypersensitivity : a comparative study. *J.A.D.A.* 105 : 227 - 230, 1982.
 31. Hirvonen, T.J., Närhi, M.V.O. and Hakumäki, M. O.K. : The excitability of dog pulp nerves in relation to the condition of dentine surface. *J. Endo.* 10 : 294 - 298, 1984.
 32. Kim, S. : Hypersensitive teeth : desensitization of pulpal sensory nerves. *J.Endo.* 12 : 482 - 485, 1986.
 33. Ignelzi, R.J. and Nyquist, J.K. : Direct effect of electrical stimulation on peripheral nerve evoked activity : implications in pain relief. *J. Neurosurg.* 45 : 159 - 165, 1976.
 34. Albrecht, D.G., DeValois, R.L. and Thorell, L.G. : Modulation of spasticity : prolonged suppression of a spinal reflex by electrical stimulation. *Science* 216 : 203 - 205, 1982.
 35. Snyder - Mackler, L., Barry, A.J., Perkins, A.I. and Soucek, M.D. : 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.
 36. McAuley, R. and Ysla, R. : Soft laser : a treatment for osteoarthritis of the knee ? *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 66 : 553 - 554, 1985.
 37. Waylonis, G.W., Wilke, S., O'Toole, D., Waylonis, D.A. and Waylonis, D.B. : Chronic myofascial pain : management by low - output helium - neon laser therapy. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 69 : 1017 - 1020, 1988.
 38. Basford, J.R., Daube, J.R., Hallman, H.O., Millard, T.L. and Moyer, S.K. : Does low - intensity helium - neon laser irradiation alter sensory nerve active potentials or distal latencies ? *Laser. Surg. Med.* 10 : 35 - 39, 1990.
 39. Klein, R.G. and Eek, B.C. : Low - energy laser treatment and exercise for chronic low back pain : double - blind controlled trial. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 71 : 34 - 37, 1990.
 40. Matsumoto, K., Funai, H., Wakabayashi, H. and Oyama, T. : Study on the treatment of hypersensitive dentin by GaAlAs laser diode. *Jpn. J. Conserv. Dent.* 28 : 766 - 771, 1985.
 41. Matsumoto, K., Tomonari, H. and Wakabayashi, H. : Study on the treatment of hypersensitive dentin by laser. *Jpn. J. Conserv. Dent.* 28 : 1366 - 1371, 1985.
 42. 高原正明, 増子善太, 高橋喜久雄, 内山 聡, 花澤康雄, 高原利幸, 金澤春幸, 武藤壽孝, 佐藤研一 : 象牙質知覚過敏症の處置に應用した低出力レ - サ - の効果判定法. *齒界展望* 73 :

- 485 - 492, 1989.
43. Anderson, R.R. and Parrish, J.A. : The optics of human skin. *J. Invest. Dermatol.* 77 : 13 - 19, 1981.
 44. 態崎 護 : レ - サ - と象牙質. レ - サ - の歯科への臨床應用とその基礎. *Quintessence book*, 159 - 165, 1988.
 45. Kakami, K., Yoshida, K. and Fukaya, M. : Clinical application of Nd : YAG laser in oral field (2) - use of low power Nd : YAG laser. *齒界展望* 73 : 1107 - 1117, 1989.
 46. Rochkind, S., Nissan, M., Barr - Nea, L., Razon, N., Schwartz, M. and Bartal, A. : Response of peripheral nerve to He - Ne laser : experimental studies. *Laser. Surg. Med.* 7 : 441 - 443, 1987.
 47. Rochkind, S., Nissan, M., Lubart, R., Avram, J. and Bartal, A. : The in - vivo - nerve response to direct low - energy - laser irradiation. *Acta Neurochir(Wien)*. 94 : 74 - 77, 1988.
 48. Halle, J.S., Scoville, C.R. and Greathouse, D.G. : Ultrasound's effect on the conduction latency of the superficial radial nerve in man. *Phys. Ther.* 61 : 345 - 350, 1981.
 49. Abramson, A.L., Levy, A.S. and Hirschfield, L.S. : The pathologic and thermal effects of gold vapor laser photodynamic therapy on the larynx. *Arch. Otolarygol. Head Neck Surg.* 116 : 687 - 691, 1990.
 50. Greathouse, D.G., Currier, D.P. and Gilmore, R.L. : Effects of clinical infrared laser on superficial radial nerve conduction. *Phys. Ther.* 65 : 1184 - 1187, 1985.
 51. Basford, J.R. : Low - energy laser treatment of pain and wounds : hype, hope, or hokum ? *Mayo. Clin. Proc.* 61 : 671 - 675, 1986.
 52. Beasley, W.L. and Holland, G.R. : A quantitative analysis of the innervation of the pulp of the cat's canine tooth. *J. Comp. Neuro.* 178 : 487 - 494, 1978.
 53. Matsumoto, K., Wakabayashi, H., Funato, A. and Shirasuga, T. : Pathohistologic findings of dental pulp irradiated by GaAlAs laser diode. *Jpn. J. Conserv. Dent.* 28 : 1361 - 1365, 1985.
 54. 박동성, 임성삼 : 저출력 레이저가 기계적 노출치수에 미치는 영향에 관한 연구. *대한치과보존학회지* 14(1) : 109 - 120, 1989.
 55. Apfelberg, D.B., Mittelman, H. and Chadi, B. : Carcinogenic potential of in vitro carbon dioxide laser exposure of fibroblast. *Obstet. Gynecol.* 61 : 493 - 496, 1983.
 56. Apfelberg, D.B., Chadi, B., Maser, M.R. and Lash, H. : Study of carcinogenic effects of in vitro argon laser exposure of fibroblasts. *Plast. Reconstr. Surg.* 71 : 92 - 97, 1983.
 57. Castro, D., Stuart, A., Benvenuti, D., Dwyer, R.M. and Lesavoy, M.A. : A new method of dosimetry - a study of comparative laser - induced tissue damage. *Ann. Plast. Surg.* 9 : 221 - 226, 1982.

—ABSTRACT—

EFFECT OF LOW - POWER LASER IRRADIATION ON PAIN RESPONSE

Sung-Kyo Kim, D.D.S., M.S.D., Soo-Han Yoon, D.D.S., M.S.D., Ph.D.
Jong-Heun Lee, D.D.S., M.S.D., Ph.D.*

*Seoul National University, College of Dentistry and Dental Research Institute,
Department of Conservative and Department of Oral Physiology**

The aim of this study was to investigate the effect of low - power laser used in the medical field for various purposes to suppress pain responses evoked by noxious electrical or mechanical stimuli.

After both inferior alveolar nerves and the left anterior digastric muscle of cats under general anesthesia were exposed, a recording electrode for the jaw opening reflex was inserted into the anterior digastric muscle. The right inferior alveolar nerve was dissected under a surgical microscope until the response of the functional single nerve could be evoked by the electrical stimulation of the dental pulp or oral mucosa.

The electrical stimulus was applied with a rectangular pulse of 10 ms duration for measuring the threshold intensity of a single nerve fiber in the inferior alveolar nerve which responds to stimulation of dental pulp and oral mucosa. Then a pulse of 1 ms duration was applied for determination of conduction velocity. A noxious mechanical stimulus to the oral mucosa was applied by clamping the receptive field with an arterial clamp.

The Ga - As diode laser (wave length, 904 nm ; frequency, 1,000 Hz) was irradiated to the prepared tooth cavity, inferior alveolar nerve and oral mucosa as a pulse wave of 2 mW for 6 minutes. This was followed by a continuous wave of 15 mW for 3 minutes. The action potential of the nerve and EMG of the digastric muscle evoked by the noxious electrical stimulus and nerve response to noxious mechanical stimulus were compared at intervals of before, immediately after, and at 5, 10, 20, 40, 60 minutes after laser irradiation.

The results were as follows :

The conduction velocity of the intrapulpal A δ - nerve fiber recorded from the inferior alveolar nerve before irradiation had a mean value of 6.68 ± 2.07 m/sec. The laser irradiation did not affect the conduction velocity of the A δ - nerve fiber and did not change the threshold intensity or amplitude of the action potential either.

The EMG of the digastric muscle evoked by noxious electrical stimulation to the tooth was not changed by the laser irradiation, whether in latency, threshold intensity or amplitude. The laser irradiated to the receptive field of the oral mucosa which was subjected to noxious stimuli did not affect the amplitude of the action potential or the frequency either.