

Nd:YAG 레이저 조사에 의한 치아 및 구강점막의 마취효과

경북대학교 치과대학 구강내과학교실* · 보철학교실† · 치주과학교실‡

최재갑*, 기우천*, 이청희†, 이재목‡

목 차

- I. 서 론
- II. 연구대상 및 방법
- III. 결 과
- IV. 총괄 및 고찰
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록

I. 서 론

지난 한 세대 동안 인류가 이룩한 수 많은 과학적 업적중에서 레이저 만큼 우리의 일상생활을 변화시키고 인류 문명의 발달을 주도한 발명은 드물다. 1960년 Maiman¹에 의해 합성 루비결정을 이용한 최초의 레이저가 발명된 이래 현재까지 여러 종류의 레이저가 개발되어서 가전제품과 일반 산업 분야에서 뿐만아니라 기초과학, 응용과학, 통신, 군사 등의 여러 분야에서 광범위하게 사용되고 있다. 또한 의료 분야에서의 활용은 레이저 개발의 초기 단계에서부터 시도되었는데², 그동안 눈부신 발전을 거듭하여 오늘날에는 피부과, 성형외과, 안과, 치과 등의 임상 진료에서는 이미 필수적인 의료 장비로 자리잡고 있으며 그 활용도가 계속 늘어나는 추세에 있다.

치의학에서의 레이저의 활용은 Stern과 Sog-

nnaes³가 루비 레이저를 이용하여 치아경조직에 대한 레이저 빔의 효과에 관한 연구 논문을 발표한 이래 치아우식증의 예방, 근관치료, 연조직의 절제, 우식 상아질의 제거 등과 같이 여러가지 치과 술식에서의 활용 방법이 다양하게 연구되었다. 그 결과 오늘날 구강내과학 영역을 비롯하여 치주학, 치과보존학, 예방치과학, 소아치과학, 구강외과학, 보철학, 그리고 치과교정학 영역에 이르기까지 임상 치의학의 거의 전 분야에 걸쳐서 레이저가 활용되고 있다.

현재 치과용으로 사용되고 있는 레이저로는 루비, 아르곤, Nd:YAG, 헬륨-네온, 그리고 이산화탄소 레이저 등이 있다. 이중 Nd:YAG 레이저는 연조직 절개력이 우수하고 그와 함께 지혈 효과를 얻을 수 있어서 절단과 소작을 동시에 할 수 있으며, 광섬유 접촉식 전달 방법을 사용함으로써 구강내에 편리하게 적용할 수 있다. 또한 펄스형 Nd:YAG 레이저는 주변 조직에 대한 손상을 최소화할 수 있는 등 여러가지 장점이 있기 때문에 치은절제술, 소대절제술, 생검, 화농성 육아종이나 혈관종의 절제, 백색 병소의 제거 등과 같은 연조직 병소에 대한 시술을 위해 임상 치의학 영역에서 가장 많이 사용되고 있다. 특히 Nd:YAG 레이저가 가지고 있는 지혈 작용과 멸균 작용은 연조직의 제거에 따르는 부작용을 경감시킬 수 있고 시술후의 추가적인 약물 사용을 억제할 수 있기 때문에 출혈성 경향을 나타내는

전신적 질환을 가지고 있거나 면역 기능이 떨어진 환자의 구강 병소를 치료하는데 대단히 중요한 기여를 하고 있다.

그러나 Nd:YAG 레이저의 또 다른 장점은 수술중에 통증의 발생이 매우 적다는 점이다⁴. 따라서 작은 병소의 절제는 마취를 하지 않고서도 수술할 수 있을 뿐만 아니라 아프타성 구내염과 같은 구강내의 통증성 병소에 조사하였을 때 즉각적인 진통효과를 얻을 수도 있고⁵, 상아질 지각과민증의 완화에도 효과가 있는 것으로 알려져 있다⁶.

또한 Miserendino와 Pick⁷도 그들의 저서에서 펄스식 Nd:YAG 레이저가 진통효과를 가지는 것으로 언급하고 있으며, 松本光吉⁸도 치과 임상의 여러 분야에 있어서 레이저의 활용에 관한 그의 임상적 경험을 수록한 저서에서 Nd:YAG 레이저를 조사하여 설통, 악관절통 등과 같은 통증을 완화시킬 수 있었다고 하였으며, 또한 상아질 지각과민증에도 효과가 있었다고 하였을 뿐만 아니라 지대치 형성시에도 해당 치아에 미리 레이저를 조사하여 마취제의 사용 없이도 지대치 형성이 가능하였다고 기술하였다. 이러한 주장은 Nd:YAG 레이저가 조사되는 피부나 점막의 표면 뿐만 아니라 악관절이나 치근과 같은 상당한 심부에까지 마취 효과를 나타낼 수 있음을 시사하는 것으로서 매우 주목할만한 언급이라고 볼 수 있다.

이와 같이 Nd:YAG 레이저의 진통효과에 관해서 이미 일부의 문헌에서 언급하고는 있으나 대부분 저자의 단순한 임상적 경험을 서술한 것에 불과하거나 인용 근거가 정확하지 않은 막연한 견해에 지나지 않았으며 이에 대한 실험적 증거를 제시하고 있는 문헌은 매우 희유하였다. 이로 인해 레이저의 사용에 관심이 있는 일반 임상가들은 Nd:YAG 레이저가 과연 치과진료실에서 마취 주사를 대신할 수 있는지에 대해서 의문을 가지고 있으며, 또한 Nd:YAG 레이저를 이용한 수술시에도 단지 술자의 경험에 의해서 혹은 환자의 반응을 보고 마취의 여부를 결정하게 되는 경우가 많기 때문에 레이저의 올바른 사용법에 대하여 혼란을 초래하고 있으며 이로 인한 부작용

용도 우려되고 있다.

따라서 본 연구의 목적은 구강 연조직과 경조직에 대한 Nd:YAG 레이저의 진통효과를 객관적으로 평가하기 위해서 시행되었으며 이에 대한 다소의 지견을 얻었기에 이를 보고하는 바이다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

면접과 구강검사를 통하여 특기할만한 전신 질환이나 정신 장애의 병력이 없으며 현존하는 구강내 병소가 없는 20대의 건강한 남녀 20명을 실험대상으로 선정하였다. 이들을 무작위로 각각 10명씩 나누어서 실험군과 대조군으로 사용하였으며 실험대상자에게는 실험의 목적이나 의도를 모르게 하여 실험적 편견의 발생을 예방하였다.

2. 하순 점막에 대한 통각역치의 측정

구강 연조직에 대한 Nd:YAG 레이저의 마취 효과를 평가하기 위하여 하순 점막에 대한 Nd:YAG 레이저의 조사 전과 조사 직후에 하순 점막의 통각역치를 측정하여 그 값을 비교하였다.

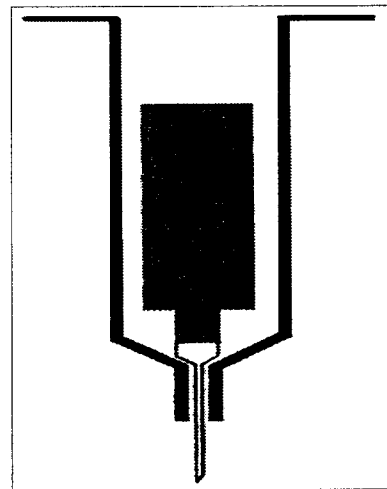


Fig.1 Diagram of Weighted Needle Pinprick Sensory Threshold Tester

하순 점막에 대한 통각역치의 측정은 Chan 등⁹⁾에 의해서 개발된 Weighted Needle Pinprick Sensory Threshold Test (이하 WPT)를 이용하였다. 측정기구는 그림 1과 같이 5ml의 플라스틱 주사기안에서 자유롭게 움직일 수 있는 12종류의 23개이지 1회용 주사바늘을 이용하고, 12종류의 주사바늘은 일련의 통각 자극을 위해 각기 무게가 다른 것으로 준비하였다(0.2-5.5g).

측정 방법은 먼저 피검자를 치과용 진료대에 편안한 자세로 누워서 하순 외면의 풍융부가 수평면과 대체적으로 평행되게 하여 바늘이 수직 방향에서 적용되었을 때 바늘과 직각을 이룰 수 있도록 하였다. 바늘을 적용할 때의 유의할 사항은 다음과 같다. 첫째, 바늘이 하순 외면에 수직으로 부드럽게 닿도록 천천히 적용하였으며 바늘의 적용 부위는 하순의 정중선으로부터 좌측으로 2-3mm 떨어진 부위에 직경 7mm 정도의 크기로 가상적으로 설정된 원으로 하여 같은 부위에 대한 반복 측정이 가능하도록 하였다. 둘째, 통각 역치는 찌르는 감각을 생성하는 가장 가벼운 바늘의 무게로서 정해지기 때문에 실험을 시작하기전에 피검자로 하여금 바늘에 의해 유도되는 단순한 촉감과 찌르는 감각을 구별할 수 있도록 수차례 연습을 시켜서 피검자가 바늘에 의한 촉감을 무시하도록 한 후, 뾰족한 바늘이 찌른다는 감각을 느낀 경우의 가장 가벼운 바늘의 무게를 기록하도록 하였다. 셋째, 바늘에 찔린 감각은 약 2-3초간 지속되므로 바늘을 너무 빨리 적용함으로써 생기는 혼동을 피하기 위해 바늘 적용에 적당한 시간 간격을 주었다. 넷째, 감염을 방지하기 위해서 각 피검자에게 소독된 1회용 주사바늘을 사용하였다. 마지막으로 주위 환경의 온도에 따른 구순 점막의 감각 차이를 없애기 위하여 실내 온도를 20-22℃로 하였다.

3. 전기치수검사

치아에 대한 Nd:YAG 레이저의 마취효과를 평가하기 위해서는 상악 우측 중절치 순면에 대하여 Nd:YAG 레이저를 조사하기 전 15분과 조사 직후에 전기적 자극에 대한 치아의 통증역치

를 측정하여 그 값을 비교하였다.

치아에 대한 전기적 자극의 전달은 전원 전압 100volt, 소비 전력 50watt, 치수 probe의 출력 범위 0~400±2volt, 전압 상승이 초당 5volt인 전기치수검사기 (DE Tester 300A, J. Morita Co., Kyoto, Japan)를 사용하여 실시하였다. 이때 치수 probe와 치아 사이의 전기의 흐름을 원활히 하기 위하여 petroleum jelly를 전도 매질로 사용하였다. 전기적 자극에 대한 치아의 통증 역치는 치아에 대한 전기적 자극이 점차 강해지는 동안 최초로 치아에 통증 감각이 나타나는 순간의 전압의 값으로 기록하였다.

4. Nd:YAG 레이저의 적용

(1) 실험군

하순 좌측 외면의 통각역치를 측정하는 부위와 상악 우측 중절치 순면에 대하여 펄스식 Nd:YAG 레이저(Sunlase Master, SUNRISE TECHNOLOGIES, Fremont, CA, U.S.A.)를 2watt, 20pps의 조건에서 320μm의 광섬유를 이용하여, 조사면으로부터 10mm의 거리에서 2분간 적용하였다. 이 때 조직에 대한 열 발생을 방지하기 위해 광섬유를 조사 범위내에서 계속 움직이면서 동시에 압축 공기를 분사하였다.

(2) 대조군

실험군에서와 같은 조작을 시행하였지만 쏫스 위치를 작동시키지 않음으로써 Nd:YAG 레이저가 발생되지 않도록하였다. 피검자에게는 본인이 어떤 군에 속하는 지를 알리지 않았다.

5. 통계처리

실험군과 대조군의 연령, 신장, 체중, 체형치수, 그리고 하순 외면과 우측 중절치의 통각 역치의 비교는 t-test를 이용하여 검정하였으며, 실험군과 대조군 각각에 대하여 Nd:YAG 레이저 조사 전후의 하순 외면과 우측 중절치의 통각 역치의 비교는 paired t-test로 검정하였다.

Table 1. Physical Characteristics of the Subjects (Mean±S.D.)

	Age(yr.)	Weight(kg)	Height(cm)	BMI*
Experimental Group	24.2±2.3	55.6±9.3	166.9±7.1	19.9±2.3
Control Group	24.0±1.6	58.6±13.5	167.9±6.0	20.7±3.5
p-Value	0.8054	0.5698	0.7364	0.5532

* : BMI = Body Mass Index

III. 결 과

실험군의 평균 연령, 평균 체중, 평균 신장, 평균 체형지수는 각각 24.2±2.3세, 55.6±9.3Kg, 166.9±7.1cm, 19.9±2.3이었으며, 대조군에서는 각각 24.0±1.6세, 58.6±13.5Kg, 167.9±6.0, 20.7±3.5으로서 두 군간에 연령과 체격의 차이는 없었다 (Table 1).

Nd:YAG 레이저를 조사하기전에 하순 외면에 서의 평균 통각역치가 실험군에서는 2.94±0.67g, 대조군에서는 3.34±1.00g로서 두 군간에 유의한 차이는 없었다 (Table 2). 그러나 Nd:YAG 레이저를 하순 외면에 조사한 직후에 실험군의 하순 외면의 평균 통각역치는 3.72±0.94g으로서 조사 전에 비해 유의한 증가를 보여주었지만(p<0.05), 대조군의 하순 외면의 평균 통각역치는 3.50±1.07g으로서 조사전에 비해 유의한 차이를 보여주지 않았다(p>0.05) (Table 2).

Nd:YAG 레이저를 조사하기전에 우측 중절치의 전기 자극에 대한 평균 통각역치가 실험군에

Table 3. Mean Pain Threshold for Electrical Stimulation on the Upper Right Central Incisor Before and After Nd:YAG Irradiation (Mean±S.D.). (Unit: volt)

	Before	After	p-Value
Experimental Group	34.5±4.97	42.0±7.53	0.0046
Control Group	34.0±13.08	35.0±8.50	0.6926
p-Value	0.9120	0.0670	

서 34.50±4.97V, 대조군에서는 34.00±13.08V로서 군간에 유의한 차이는 없었다 (Table 3). 그러나 Nd:YAG 레이저를 상악 우측 중절치 순면에 조사한 직후에 실험군의 상악 우측 중절치의 평균 통각역치는 42.00±7.53V으로서 조사전에 비해 유의한 증가를 보여주었지만(p<0.05), 대조군의 상악 우측 중절치 순면의 평균 통각역치는 35.00±8.50V으로서 조사전에 비해 유의한 차이를 보여주지 않았다(p>0.05) (Table 3).

Table 2. Mean Pain Threshold for Pin Prick Stimulation on the Lower Lip Before and After Nd:YAG Irradiation (Mean±S.D.). (Unit: g)

	Before	After	p-Value
Experimental Group	2.94±0.67	3.72±0.94	0.0007
Control Group	3.34±1.00	3.50±1.07	0.0868
p-Value	0.3088	0.6320	

IV. 총괄 및 고찰

레이저는 특정 조건하에서 고체, 기체, 액체 및 반도체의 매질에 빛을 비추어 동일한 파장을 지닌 빛이 많이 방출되게 함으로써 얻어지는 전자기 에너지파의 일종으로서 보통의 백색광과는 달리 강한 에너지 집중성과 단색성(monochromaticity), 일치성(coherence), 직진성(collimation) 등의 특징을 가진다. 생체 조직에 조사된 레이저는 흡수, 전도, 반사, 그리고 투과 현상을

나타내게 되는데, 이 중에서 흡수 현상으로 인하여 레이저가 생체 조직에 대하여 어떤 반응을 나타내게 된다.

레이저 에너지가 조직에 흡수될 때 레이저의 출력밀도(power density)와 노출시간(exposure duration)에 따라서 광화학적 반응, 광열적 반응, 광역학적 반응, 광전기적 반응 등을 유발하는 것으로 알려져 있다. 일반적으로 낮은 강도와 긴 지속시간의 레이저광 방출은 덜 파괴적이고 세포나 분자 수준에서 효과를 나타냄으로써 광화학적 반응을 나타내게 된다¹⁰.

치의학 분야에서 가장 많이 응용되고 있는 레이저의 효과는 레이저광을 흡수함으로써 나타나는 조직의 열적 반응이다. 조직에 흡수된 레이저 에너지는 열에너지로 전환되어 조직을 파괴하게 되는데, 발생하는 열의 강도에 따라 조직의 변성, 응고, 괴사, 건조, 탄화 등의 반응을 나타내고 결국은 기화를 통하여 조직이 소실된다. 레이저를 이용한 연조직의 절제는 모두 이러한 원리를 이용한 것이다.

또한 조직내에서 발생하는 열의 양은 광속의 흡수 정도에 따라 결정되며, 흡수 정도는 파장과 표적 조직의 특성에 의해서 영향을 받기 때문에 레이저광의 열적 상호작용은 파장 의존성이 크다고 할 수 있다. 대부분의 생체 분자는 적외선 영역(파장 $1\mu\text{m}$ 이상)과 가시광선 영역의 파장에 대한 특정한 흡수대를 가진다. 또한 수분 함량이 높은 대부분의 구강 연조직은 적외선 영역에 있는 방사 에너지를 광범위하게 흡수한다¹⁰.

Nd:YAG 레이저는 1964년 Geusic¹¹에 의해서 개발되었는데 neodymium(Nd)으로 표면을 처리한 yttrium-aluminum-garnet 결정을 활성 매질로 하여 레이저를 발생시키는 것이다. 이 레이저는 파장이 $1.064\mu\text{m}$ 로서 적외선 영역에 속하며 이산화탄소 레이저와 마찬가지로 눈에 보이지 않는다. 따라서 대부분의 Nd:YAG 레이저 장치는 조준광으로 적색의 헬륨-네온 레이저를 사용하고 있다. Nd:YAG 레이저가 가지고 있는 하나의 큰 장점은 전달 장치로서 광섬유를 사용하기 때문에 구강의 모든 곳에 도달하기가 쉽다는 점이다. 그리고 필요에 따라 접촉식이나 비접

촉식으로 적용할 수가 있기 때문에 연조직의 절제 뿐만 아니라 지혈 및 응혈, 살균, 진통, 상아질 지각과민증의 치료, 레이저 마취 등과 같이 여러 가지 목적으로 사용할 수 있어서 임상적 활용 범위가 매우 넓다고 할 수 있다.

그러나 종래의 Nd:YAG 레이저에 관한 임상적 연구는 주로 레이저에 의한 연조직 손상의 평가, 유해 가스의 측정, 치아우식증의 예방 및 살균 효과의 평가, 치아 경조직 변화와 치수 반응의 평가 등에 집중되었으며, 이에 비해 레이저의 마취 효과에 관한 연구는 매우 희유하였다. 이는 아마도 주관적으로 느끼게 되는 통증 감각을 정량적으로 평가하는데 따르는 기술적인 어려움 때문에, 혹은 레이저 마취에 대한 회의적 생각으로 인해서 이분야에 대한 연구가 소홀해질 수 있었을 것으로 사료된다.

통증의 측정은 대단히 어려운 일이라는 하지만 또한 다음과 같은 여러가지 이유 등을 고려해볼 때 매우 중요한 일이기도 하다. 통증의 측정을 통해서 우리는 통증에 관한 기본적 개념을 이해할 수 있고 여러가지 질병에 대한 적절한 임상 진단을 내릴 수 있으며 투약이나 그밖의 치료법의 효과를 평가할 수 있게 된다. Beecher¹²는 통증에 관한 임상적 치료법의 효과를 평가하는 연구에서는 반드시 이중 맹검법을 사용하여 본래의 통증 감각과 통증 감각에 대한 심리적 반응을 구분하여야 한다고 하면서 이러한 심리적 반응은 골격근 반응, 자율신경계 반응, 중추신경계에 의한 본래 자극의 변화 등의 형태로 나타난다고 하였다. 본 연구에서는 검사자 및 피검자 모두가 실험의 목적이나 의도를 모르게 하였을 뿐만 아니라 피검자에게는 가해지는 자극의 크기도 모르게 함으로써 통증 반응에 대한 심리적 영향을 최소화시켰다.

Hardy 등¹³과 Beecher¹⁴은 실험적 통증 자극의 조건으로 다음과 같은 기준을 제시하고 있다. 즉 첫째, 자극은 통증을 야기하는 변화와 밀접하게 관계될 것, 둘째, 재현성이 있고 정량적 측정이 가능할 것, 셋째, 조절할 수 있을 것, 넷째, 통증의 역치에서부터 최대 통증까지의 작용 영역을 가질 것, 다섯째, 비가역적인 조직 손상을 주지

않을 것, 여섯째, 사용하기에 편리할 것, 일곱째, 명백한 통증 감각을 나타낼 것 등이다.

실험적인 통증 자극을 유발하는 방법으로는 화학적 자극, 기계적 자극, 전기적 자극, 열적 자극, 그리고 허혈성 통증 자극 등과 같이 다양한 방법이 있는데, 이러한 방법들이 모두 상기의 조건을 만족할 수 있는지에 대해서는 논란의 여지가 있으나 특정한 실험 목적에 따라 그에 맞는 자극 방법을 선택할 수 있다.

피부의 통각역치를 정량적으로 측정하기 위해서 Chan 등⁹에 의해서 개발된 WPT는 바늘을 이용하여 기계적 자극을 피부에 가하는 방법으로 신뢰성이 있고, 비용이 적게 들고, 검사 방법이 단순하여 사용이 간편하고, 쉽게 배울 수 있으며 결과 기록도 또한 간단히 할 수 있다. 이 등¹⁵은 WPT를 이용한 통각역치의 평가는 말초신경장애와 같은 감각 장애의 진단에 편리하게 적용될 수 있다고 하였다. 본 실험에서는 WPT를 하순 점막에 적용하여 레이저 조사에 의한 통각역치의 변화를 평가하였다.

실험 결과 하순 외면의 평균 통각역치가 실험군에서는 $2.94 \pm 0.67g$, 대조군에서는 $3.34 \pm 1.00g$ 로 나타나 두 군간에 유의한 차이는 없었다. 그러나 실험군에서 Nd:YAG 레이저를 하순 외면에 조사한 직후에 하순 외면의 평균 통각역치가 $3.72 \pm 0.94g$ 로 측정되어 조사전에 비해 유의한 증가를 보여주었지만, Nd:YAG 레이저를 조사하지 않은 대조군의 하순 외면의 평균 통각역치는 $3.50 \pm 1.07g$ 으로서 조사전에 비해 유의한 차이를 보여주지 않았다 (Table 2).

이상의 실험 결과는 Nd:YAG 레이저가 구강 점막에 조사됨으로써 곧 바로 구강 점막의 통증 감각이 둔마된다는 점을 시사하는 것으로서, 이러한 결과는 실제적으로 임상에서 통증을 수반하고 있는 아프타성 궤양 병소에 대하여 Nd:YAG 레이저를 조사한 직후에 통증이 거의 해소되는 경우를 흔히 경험할 수 있다는 점과 서로 상반되지 않는 것으로 볼 수 있다. 또한 松本光吉⁵⁸의 임상증례에서도 구순염, 구내염, 발치와, 그리고 설통 등에 대하여 Nd:YAG 레이저를 조사했을 때 좋은 진통 효과를 얻을 수 있었다고

하였으며, 악관절통과 같은 심부 통증도 약 10분간의 Nd:YAG 레이저의 조사로 소실되었음을 보여주었다.

이와 같은 Nd:YAG 레이저로 인한 동통 완화의 기전에 대해 松本光吉⁵은 탈수작용, 병소표면의 증산, 살균 혹은 바이러스 활동의 억제, 주위 세포의 활성화 등으로 기술하였지만 더 이상의 구체적인 설명이나 이에 대한 객관적 근거는 제시하지 않았기 때문에 그 신빙성에 의문이 있다. 또한 Kutsch¹⁶도 Nd:YAG 레이저가 미래에 레이저 마취의 용도로 활용될 수 있을 것이라는 견해는 피력하고 있지만 역시 이에 대한 과학적 증거는 제시하지 못하고 있다. 그밖에 Nd:YAG 레이저나 다른 고출력 레이저에 의한 진통 효과나 그 기전을 설명한 문헌을 찾아보기가 어렵기 때문에 이에 관해서는 향후의 연구 과제로 남겨둘 수밖에 없다. 또한 일반적으로 언급되고 있는 저출력 레이저의 진통 효과^{17,18}와의 비교 연구도 필요할 것으로 사료된다.

Nd:YAG 레이저에 의한 치아의 마취효과는 전기치수검사법을 이용하여 평가하였다. 전기치수검사법은 전기적 자극에 대한 치아의 통증역치를 측정하는 것으로서 치수의 실활 여부를 평가하는데 많이 이용되고 있다. 전기적 자극에 의한 통증역치의 검사법은 자극의 크기를 엄격하게 조절할 수 있고 어떤 수준의 자극이라도 즉각적으로 가할 수 있다는 장점이 있다.

치아에 대한 Nd:YAG 레이저의 마취효과에 관해서도 소수의 문헌에서 언급하고는 있으나 이에 대한 객관적 자료나 실험적 근거를 제시하는 경우는 드물었다. 松本光吉⁸은 금관계속가공의치의 지대치로 사용하기 위한 생활 소구치에 대하여 2watt, 20pps의 조건하에 10mm거리에서 협측 치간부와 설측치간부에 각각 2분씩 합계 4분간 조사한 후 치관 형성을 하는 동안 추가적인 마취제를 사용하지 않고서도 통증 유발이 없었을 뿐만 아니라 치관 형성된 치면에 압축 공기를 분사해도 과민통이 발생하지 않았다고 하였다. 또한 Terry Myer¹⁹는 1watt, 20Hz의 조건으로 치관형성전 3분간 조사하면 마취효과가 나타난다고 하였으며, 김¹⁹은 치아의 마취를 위해서

1-1.25watt의 출력과 10, 15, 또는 20 Hz의 주파수 범위의 조사 조건을 필요에 따라 사용한다고 하였다.

저자들의 실험에서는 펄스식 Nd:YAG 레이저를 상악 중절치의 순면에 대하여 구순 점막에서와 같은 2watt, 20pps의 조건으로 치면으로부터 10mm떨어진 거리에서 2분간 조사하였다. 레이저를 조사하기 15분전과 조사 직후에 각각 치아에 대한 전기치수검사를 실시하여 통증역치를 측정하였으며 그 결과를 비교하였다. 레이저 조사전 15분의 간격을 두고 전기치수검사를 실시한 이유는 치수 조직이 전기적 충격을 받은 후 원상태로 회복될 수 있는 시간적 여유를 주기 위함이었다. 레이저를 조사하는 동안 압축 공기를 계속 분사하여 치아에 대한 열 발생을 최소화하였으며 시술 도중 피검자가 치아의 불편감을 호소한 경우는 없었다.

실험 결과 Nd:YAG 레이저를 조사하기전에 우측 중절치의 전기 자극에 대한 평균 통각역치가 실험군에서는 $34.50 \pm 4.97V$, 대조군에서는 $34.00 \pm 13.08V$ 로서 군간에 유의한 차이는 없었다. 그러나 Nd:YAG 레이저를 상악 우측 중절치 순면에 조사한 직후에 실험군의 상악 우측 중절치의 평균 통각역치는 $42.00 \pm 7.53V$ 으로서 조사전에 비해 유의한 증가를 보여주었지만, 대조군의 상악 우측 중절치 순면의 평균 통각역치는 $35.00 \pm 8.50V$ 으로서 조사전에 비해 유의한 차이를 보여주지 않았다 (Table 3).

이상의 실험 결과는 Nd:YAG 레이저의 조사를 통하여 전기적 자극에 대한 치아의 통각역치가 상당히 높아진 것을 보여주는 것으로서 Nd:YAG 레이저가 치아에 대하여 통각 둔마 작용을 나타낼 수 있음을 시사한다고 볼 수 있다. 특히 치아에 열이 발생할 경우 통각역치가 오히려 낮아질 수 있다는 점을 고려해보면 이와 같은 실험 결과는 상당히 고무적이라고 하겠다.

그러나 이상과 같은 Nd:YAG 레이저의 치아에 대한 통각 둔마 작용의 기전에 관한 설명은 어느 문헌에서도 찾아보기가 힘들기 때문에 현재로서는 알려진 것이 거의 없다고 볼 수 있다. 그러나 松本光吉⁸은 레이저의 마취 효과를 마치

강한 빛을 바로 보면 시력을 잃는 것과 같은 이치로 설명하고 있는데, 즉 강한 빛이 시신경에 작용하여 시신경의 기능을 정지시키는 것과 같이 레이저와 같은 강한 빛이 신경 종말부에 작용하면 통증 지각의 기능을 저하시킬 수 있을 것이라는 가설을 제시하였다. 이러한 그의 가설은 향후 실험적 방법으로 검증되어야 할 것으로 사료된다.

결론적으로 본 실험을 통해서 펄스식 Nd:YAG 레이저의 조사후에 구순 점막과 치아의 통증역치가 상당히 높아지는 결과를 얻을 수 있었기 때문에 Nd:YAG 레이저가 통증 감각의 둔마에 어느 정도 기여를 하는 것으로 평가할 수 있었다. 그러나 통증 감각이 완전히 사라지는 것은 아니었기 때문에 '레이저 마취'에까지는 이르지 못한 것으로 보인다. 또한 이번 실험에서는 레이저의 조사를 松本光吉의 임상 증례에서와 같이 2watt, 20pps의 조건하에서만 실시하였기 때문에 조사 조건의 변화에 따른 통각 둔마 효과의 차이를 평가하지는 못하였다. 따라서 레이저의 통각 둔마 작용을 보다 실제적으로 이용하기 위해서는 여러가지 조사 조건에 따른 통각 역치의 변화와 이러한 효과의 지속 시간에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

저자들은 펄스식 Nd:YAG 레이저의 구강 점막 및 치아에 대한 마취 효과를 평가하기 위해서 특기할만한 전신 질환이나 정신 장애의 병력이 없으며 현존하는 구강내 병소가 없는 20대의 건강한 남녀 20명을 대상으로 하순 점막과 상악 우측 중절치에 2watt, 20pps의 조건으로 10mm 거리에서 2분간 Nd:YAG 레이저를 조사하였으며, 조사 전후에 각각의 부위에 대해서 Weighted Needle Pinprick Sensory Threshold Test와 전기치수검사를 시행하여 통각역치를 측정하였다. 실험 결과는 다음과 같다.

1. 하순 점막의 Weighted Needle Pinprick Sensory Threshold Test에 의한 평균 통각역치는

- 실험군에서 $2.94 \pm 0.67g$, 대조군에서 $3.34 \pm 1.00g$ 로서 두 군간에 유의한 차이는 없었다 ($p > 0.05$).
2. 펄스식 Nd:YAG 레이저를 하순 외면에 조사한 직후에 실험군의 하순 외면의 평균 통각역치는 $3.72 \pm 0.94g$ 으로서 조사전에 비해 유의한 증가를 보여주었지만($p < 0.05$), 대조군의 하순 외면의 평균 통각역치는 $3.50 \pm 1.07g$ 으로서 조사전에 비해 유의한 차이를 보여주지 않았다 ($p > 0.05$).
 3. 우측 중절치의 전기치수검사에 의한 평균 통각역치가 실험군에서 $34.50 \pm 4.97V$, 대조군에서 $34.00 \pm 13.08V$ 로서 군간에 유의한 차이는 없었다.
 4. 실험군에서 펄스식 Nd:YAG 레이저를 상악 우측 중절치 순면에 조사한 직후에 평균 통각역치가 $42.00 \pm 7.53V$ 로서 조사전에 비해 유의한 증가를 보여주었지만($p < 0.05$), 대조군의 상악 우측 중절치 순면의 평균 통각역치는 $35.00 \pm 8.50V$ 로서 조사전에 비해 유의한 차이를 보여주지 않았다($p > 0.05$).

참고문헌

1. Maiman, T.H.: Stimulated optical radiation in Ruby, Nature, 187:493, 1960.
2. Kapany, N.S., Peppers, N.A., Zweng, H.C. and Flocks, M.: Retinal photocoagulation by lasers, Nature, 199:146-149, 1963.
3. Stern, R.H., Sognnaes, R.F.: Laser beam effect on dental hard tissues, J. Dent. Res., 43:873, 1964.
4. Goldstein, A., White, J.M., Pick, R.M.: Clinical applications of the Nd:YAG laser. In Miserendino, L.J., Pick, R.M. (eds.): Lasers in dentistry, Quintessence Publishing Co., Inc., Chicago, 1995, pp.199-216.
5. 松本光吉(김현철 역): 치과용 Laser의 임상중례, 지성출판사, 서울, 1994, pp.113-115.
6. Pick, R.M.: Using lasers in clinical dental practice, J. Am. Dent. Assoc., 124:37-47, 1993.
7. Miserendino, L.J., Pick, R.M. (eds.): Lasers in dentistry, Quintessence Publishing Co., Inc., Chicago, 1995, pp.126-128.
8. 松本光吉(김현철 역): 치과용 Laser의 임상중례, 지성출판사, 서울, 1994, pp.23-40, 127-129, 139-144, 144-150.
9. Chan, A.W., MacFarlane, I.A., Bowsher, D., and Campbell, J.A.: Weighted needle pinprick sensory thresholds: a simple test of sensory function in diabetic peripheral neuropathy, J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., 55:56-59, 1992.
10. Miserendino, L.J., Levy, G., and Miserendino, C.A.: Laser interaction with biologic tissues. In L.J. Miserendino and R.M. Pick (Eds.), Laser in dentistry, Quintessence Publishing Co., Inc., Chicago, Illinois, 1995, pp.39-55.
11. Geusic, J.E., Marcos, H.W., and Van Uitert, L.G.: Laser oscillations in Nd-doped yttrium aluminum, yttrium gallium, and gadolinium garnets, Appl. Phys. Lett., 4:182, 1964.
12. Beecher, H.K.: The placebo effect as a non-specific force surrounding disease and the treatment of disease. In R. Janzen, W.D. Keidel, A. Herz, C. steichele, J.P. Payne, and R.A.P. Burt (Eds.), Pain: Basic principles, pharmacology, therapy, Georg Thieme, Stuttgart, West Germany, 1972.
13. Hardy, J.D., Wolff, H.G., and Goodell, H.: Pain sensations and reactions, Hafner, New York, 1952.
14. Beecher, H.K.: Measurement of subjective response: Quantitative effects of drugs, Oxford University Press, New York, 1959.
15. 이종영, 손지연, 박순우, 이용천, 김두희: 신장 및 체중에 따른 통각역치, 대한산업의학회지, 6:342-347, 1994.
16. Kutsch, V.K.: Laser in dentistry: comparing wavelengths, J. Am. Dent. Assoc., 124:49-54, 1993.
17. Walker, J.: Relief from chronic pain by low power laser irradiation, Neurosci. Lett., 43:339, 1983.
18. 김현철: 임상가를 위한 치과용 레이저의 임상, 치과계 113:77-81, 1996.
19. 김현철: 임상가를 위한 치과용 레이저의 임상, 치과계 115:74-81, 1996.

- ABSTRACT-

A Study on the Anesthetic Effects of Pulsed Nd:YAG Laser Irradiation to the Oral Mucosa and the Teeth

Jae-Kap Choi^{*}, D.D.S., M.S.D., Ph.D., Woo-Cheon Kee^{*}, D.D.S., M.S.D., Ph.D.,
Chung-Hee Lee[†], D.D.S., M.S.D., Jae-Mock Lee[‡], D.D.S., M.S.D.

Department of Oral Medicine^{}, Department of Prosthodontics[†], Department of Periodontics[‡],
School of Dentistry, Kyungpook National University Taegu, KOREA*

The aim of the study was to evaluate the anesthetic effects of pulsed Nd:YAG laser irradiation to the oral mucosa and the teeth. Twenty subjects who didn't have a history of significant systemic or current oral diseases were included in this study. All the subjects were divided randomly into the experimental group and the control group with 10 for each group. Pain thresholds were measured with Weighted Needle Pinprick Sensory Threshold Test for the mucosal surface of lower lip and with electric pulp test for the upper right central incisor respectively, before and immediately after pulsed Nd:YAG laser irradiation in the condition of 2watt, 20pps for 2minute at 10mm distance. The experment was double-blinded clinical trial.

The results were as follows:

1. The mean pain threshold of the mucosal surface of lower lip for Weighted Needle Pinprick Sensory Threshold Test was $2.94 \pm 0.67g$ for experimental group and $3.34 \pm 1.00g$ for the control group respectively, and there was no statistical difference between two groups.
2. The mean pain threshold of the mucosal surface of lower lip was significantly increased immediately after pulsed Nd:YAG laser irradiation.
3. The mean pain threshold of the upper right central incisor for electric pulp test was $34.50 \pm 4.97V$ in the experimental group and $34.00 \pm 13.08V$ in the control group respectively, and there was no statistical difference between two groups.
4. The mean pain threshold of the upper right central incisor was significantly increased immediately after pulsed Nd:YAG laser irradiation.