

# 치과용 레이저 사용시 실제적 이해 및 방법



주임과장 김 영 훈

중앙 길병원 치과

## 서 론

치과용 하드레이저의 소개이후, 레이저의 물리적 특성이나 조직반응, 임상 적응, 효능에 대한 많은 정보에도 불구하고 실질적인 치료방법의 미숙함과 개념의 부족으로 불만족스러운 점이 많이 대두되었다. 또한 우리가 가지고 있는 레이저의 환상적인 이미지 때문에 별다른 사용 방법의 연구나 실습이 미비한 상태로 임상에 적용시킴으로 그러한 불만의 소지는 더 많이 증가되고 있다. 레이저치료기는 환상적이거나 동화적인 마법의 치과 치료 장비는 결코 아니다. 충분한 임상적 경험을 바탕으로 우리가 시도하고 있는 통상적인 치료법을 도와주는 보조기구로 더 나아가 치료의 완성도를 높이는 한 방법으로 생각하는 것이 현명할 것이다. 레이저만의 치료 영역이 없는 것은 아니지만 레이저 치료만으로 모든것을 해결하려 할때 많은 어려움이 나타난다. 또한 운용 방법에 대한 충분한 연구와 실습 및 임상적 경험 축적을 가지고 환자를 치료할 때 레이저 치료의 극대화를 가져올 것이다. 예를 들어 우주 왕복선의 용도, 성능, 효능에 대하여 익히 알고 있지만, 운행하는 방법이나, 조정하는 방법, 보조적인 시스템, 복잡하고 극도로 훈련된 우주 비행사가 없다면 고철 덩어리에 불과할 것이다. 치과용 레이저는 세발 자전거가 아닌 치과에서 사용되는 가장 예민하고, 과학적 기술력이 결집된 장비중의 하나일 것이다.

이 지면을 통하여 임상적으로 치과용 레이저를 사용하는데 있어서 필수적으로 숙지 하여야할 사항과 고려사항에 대하여 엔디 : 애그레이저(Nd : YAG)의 사용을 중심으로 언급하고자 한다.

## 고려사항

1. 레이저 에너지 전달장치(Delivery System)의 이해
2. 접촉, 비 접촉치료 방법의 선택기준
3. 증상에 따른 치수실활 유무판정 및 임상적 치료기준 이해

4. 치료 빈도수 및 파라미터의 조정
5. 냉각 장치의 효율적 관리

### ♣ 광섬유 레이저 에너지 전달 장치 (Fiber Optic system)의 이해

2,500nm이하의 파장인 경우에 광섬유를 사용할수 있다.(Argon laser, Nd : YAG, Ho : YAG, KTP)

CO<sub>2</sub>의 경우 광섬유의 열 흡수율이 높기 때문에 사용이 불가능하다.

광섬유의 사용 경우에는

1. Power density(사용되는 출력, Fiber 직경, Sopt size, 치료부위와의 거리)
2. 파장 길이
3. 조직의 크기와 색소 침착여부
4. 치료 시간에 따라 변수가 발생할 수 있다.

광섬유의 사용시 너무 센 힘을 가하거나 심하게 구부리면, 광섬유의 파절을 가져올 수 있으며, 원하는 조직의 절개를 할 수 없다. 출혈의 한 원인이 되기도 한다. 광섬유는 기구가 아닌 레이저 에너지를 전달하는 장치에 불과하다는 것을 잊으면 안된다.

\* 광섬유의 장점

1. 가볍워서 술자의 피로도가 없다
2. 유연성이 있기 때문에 치료부위로의 접근성이 우수
3. 소독이 용이하다.
4. 선단면 조정이 쉽다.

### ♣ 광섬유(Opticfiber) 커팅방법

다이아몬드 커터를 이용하여 광섬유의 선단부위를 절단하여 사용한다.

움푹하이버속을 광이 통과하는 방법에는

1. Step Index 형
2. Graded Index 형이 있는데

Step Index형은 Core, Clad, Jacket으로 구성되어 있으며 Clad가 벗겨지는 경우 레이저광의 산란으로 치료효과가 떨어질 수 있다. 치경부과민 치료나 레이저 마취를 시행하는 경우에는 필히 다이아몬드 커

터를 이용하여 커팅을 하고 사용하며 대부분 시술에서는 크게 영향을 미치지 않는다.

8% NaOCl용액에 약 5분간 담구어 소독하며, 이오개스(Ethylene Oxide gas)소독이나 Autoclave 소독도 가능하다(121℃, 15 psi, 30분, 냉각 30분).

알코올 스폰지로 소독할 수 있으며, 사용전 건조가 된 뒤에 사용하여야 한다. 알코올이 완전 증발되지 않은 상태에서 레이저를 작동시켰을때 광섬유의 외부의 보호막에 손상을 줄 수 있다.

물에 젖은 거즈(2X2)를 이용할수 있으며, 커튼롤의 절단면을 이용할 수도 있다. 완전 건조 상태의 거즈나 커튼롤의 사용시에는 반드시 레이저가 작동이 안되는 상태에서 사용한다.

선단, 단면, 표면 형태에 의해 레이저 성질이 달라진다.

선단부 면이 평탄하지 않으면 레이저광이 지향성을 잃는다. 횡단면 모드에서 Onion-ring 형상이나 Star-flash 형상이 나타나게 절단을 한다.

절단의 중요성 :

- ① 에너지 전달의 극대화
- ② 올바른 방향으로의 에너지 전달을 위해서이다.

절단시 주의점 :

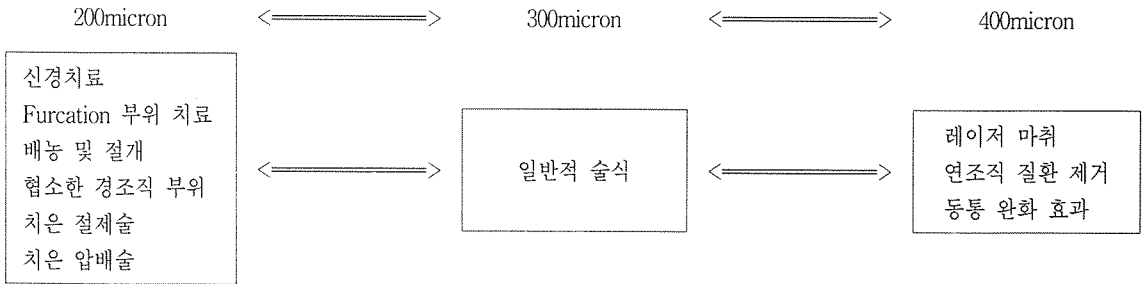
- ① Cutting edge of Scribing tool(Stripping tool과 비교)
- ② Cutting on hard board or on the finger
- ③ Cutting on one side or circular motion
- ④ Onion-ring, star flash like appearance 가 나타나게 한다.

Outer jacket strip은 약 3-4인치 길이로 유지하고 작업길이(Working length)는 특별한 경우가 아닌한 약 0.25인치 길이로 사용한다.

Fiber Style에는

- ① Bare fibers
- ② Sculptured tips
- ③ Sapphire - coated tips이 있으며

Continuous mode 의 Nd : YAG Laser에서는 Sapphire - coated tip을 사용하며 “ Hot tip” 효과를 이용한다.



조직에 Tip이 접촉하는 순간 약 95%의 에너지는 열에너지(Thermal)로 변화되며 약 5%의 에너지는 지혈목적에 이용된다. 이 경우 조직 손상의 깊이는 Non-Contact시 3-6mm, Contact시 200-300 Micrometer로 Contact시에 조직손상을 줄일 수 있다. Contact mode로 사용할 조직의 손상이 적다.

대부분 Fiberoptic은 6 - 12 피트의 길이를 가지고 있으며 50 - 600micron 직경을 가지고 있다.

Fiber의 직경이 감소될수록

- ① 에너지의 강도는 증가되며
- ② Fiber의 유연성도 증가된다.
- ③ 측방 파절도 감소되며
- ④ 조직 손상을 최소화할 수 있다.

Fiber 직경의 선택은

- ① 조직 부위의 크기
- ② 인근 조직의 위해여부
- ③ 치료의 정밀도
- ④ 시간절약
- ⑤ 치료술식 (목적)의 종류
- ⑥ Fiber 운동의 speed, efficiency에 따른다

레이저 출력에너지가 적절한 경우, 치료 부위 size에 가장 적절한 크기의 직경을 선택한다.

임상의의 입장에서 가장 작은 직경의 Fiber의 사용이 불필요한 인접 조직의 손상을 감소시킬 수 있다. 일정한 Power level이 유지되면서, Spot size가 증가되면, Power density는 감소된다. Spot size가 1/2 감소되면 Power density는 4배 증가된다. Spot size를 유지하면서 Power를 줄이면 Power

density는 감소된다.

Fiberoptic Diameter의 임상적인 선택은 조직의 절개가 목적이라면 작은 직경의 Fiber가 필요하고 기타 동통완화나 넓은 부위의 병소에 적용한다면 굵은 직경의 Fiber가 필요하다.

### ♣ Contact, Non-Contact Mode의 비교

1. Noncontact Mode 만으로 사용하는 경우 CO<sub>2</sub> 레이저(Erbium Laser)가 있다(Focused or Defocused).
2. Contact 또는 Non-Contact Mode 모두 사용되는 경우 Contact Mode는 Focused, Non-Contact Mode는 Defocused Mode로 사용된다. Argon, Nd : YAG, Ho : YAG 레이저가 해당된다.
3. 대부분 Fiberoptic Delivery System인 경우에는 Contact Mode가 많고 Non-Contact Mode인 경우에는 Articulated Arm이나 Hollow Wave Guide System이 많다.
4. 시술상 발생된 Char는 에너지흡수를 증가시킴으로 출력을 증진시킨다. Noncontact인 경우에는 Contact Mode보다 높은 출력을 사용함으로써 동일한 효과를 얻을 수 있다. 적절히 기술적인 사용을 하면 Contact, Noncontact시 동일한 결과를 가져올 수 있다. 단지 감촉만 다를 수 있다.
5. Nd : YAG Laser 사용할 때

(1) Non-Contact Mode의 사용선택

- 1) 조직건조 및 예비마취시
- 2) 구강의 사용시 동통감소를 목적으로 하는 증상치료

- 3) 구강내 연조직 질환치료
  - 4) 치경부 과민치료
  - 5) 레이저 마취
  - 6) 지혈시 사용
- 대부분 건조된 조직표면에서 더욱 효과적이다.

(2) Contact Mode시에는

- 1) 치주소파술이나 치주 절개술
- 2) 연조직 절개
- 3) 경조직처치
- 4) 색소침착제거
- 5) 배농 및 절개
- 6) 치은 압박술시 주로 사용되며 건조상태나 Air, Water Cooling을 선택을 할 수 있다.

### ♣ Focusing, Defocusing Technic

Focusing Mode은 레이저 빔의 Focal Point 상에서 작은직경으로 조직에 조사되며 직경은 레이저발생 렌즈의 크기에 좌우된다.

대부분 Spot Size가 0.1mm에서 0.35mm정도이다. Cut Mode인 경우가 많다.

Defocusing Mode는 레이저빔이 큰 직경을 이용하여, 조사조직이 넓은 경우에 사용된다. 레이저 강도는 경감되며 조직과의 Focal Length는 약 1-3cm 정도 거리를 두고 사용된다.

### ♣ 치과용 마취 주사의 여부

Nd : YAG레이저의 경우 3.0W이하 사용할 때에는 마취가 필요없으며 3.0W 이상 사용시 마취가 간혹 필요하다.

Needle Injection외에 도포마취를 이용하기도 하며 Air, Water Cooling System으로 마취가 불필요한 경우도 많다.

확률적으로 CO<sub>2</sub>, Argon, Nd : YAG 순서로 마취의 빈도수가 감소된다.

주사마취를 하지 않는다는 점도 매우 중요하지만

은 환자에 따라 동통성 불편감을 해소하는데 있어서 레이저 무통치료를 앞세우기전에 주사마취를 주저할 필요는 없다.

경우에 따라 Xylocaine spray를 도포 마취제로 사용할 수 있다.

마취에 앞서 환자가 동통을 호소할 경우

1. 레이저 출력을 조절
2. Stroking speed조절
3. 치료 시간 단축
4. 거리를 조정
5. 치료효과를 얻기위해 고출력을 사용하는 경우
  - 1) Air, Water Spray
  - 2) Stroking을 빠르게 진행시킨다.

### ♣ Surgical Technic

광섬유( Optic fiber)는 기구가 아닌 에너지 전달 도구임을 잊지말자.

광섬유를 이용하여 너무나 과도한 압력을 주게되면 구부러지면서 부러진다.

물론 우리가 원하는 절개효과를 가져올 수 없다 (Pulsed Nd : YAG의 경우)

대부분 광섬유는 6-12피트의 길이를 가지고 있으며 50-600cm직경을 가지고 있다.

1) 조직의 상태를 파악한다.

① Highly vascular tissue  
Highly fibrous tissue

② Dry  
Semi-Wet

Wet

③ Clean or not

2) 광섬유를 점검한다.

① 치료목적, 부위에 맞는 직경선택

② 효과적인 선단부위의 절단

③ 적절한 작업길이

④ 적절한 힘

⑤ 작업중 선단부위의 청결도 유지 여부

3) 파라미터의 선택 (Parameter)

에너지(Joule), 발생 에너지 진동수(PPS=Pulse per second), 에너지 출력(Watts)상호간의 효과적인 조절기준

- ① 비접촉식 방법을 이용한 치료(Non-Contact mode)  
100mJ 30pps 3.0W 에서 시작하여 환자의 불편감에 따라 감소하여 사용한다.  
(예 : 악관절통의 통증완화)
- ② 접촉식방법을 이용한 치료 (Contact mode)  
통상적인 열적반응을 이용한 치료 시에는 100mJ 20pps 2.0W 에서 시작하여 용량을 감소시키면서 사용한다.(예 : 치주낭제거술, 치은 성형술, 치경부 과민 치료)  
외과적 절개시에는 최소 용량에서 시작하여 조직 절개면의 상태에 따라 (Coagulum range)증가시키면서 사용할수 있지만, 대부분 시간 절약을 위해 조직손상을 가급적 최소화시키는 최대 용량 140mJ 40pps 5.6W에서 시작 하여 감소시키면서 진행시킨다.  
(예 : 치은절제술)  
(\*ADT의 Pulsemaster 600의 경우임)

에너지출력과 발생 에너지 진동수(Pulse, Repetition Rate)를 적절히 조화시키면서 치료에 임한다. 대부분 Fibrous tissue가 많은 부위에서는 에너지출력(Watts)을 높여 사용하는 대신 발생 에너지 진동수(PPS)를 줄이고, Vascular tissue가 많은 곳에서는 에너지 진동수(PPS)를 높여 사용한다. 각 환자의 반응은 치료시술의 종류, 환자의 개인반응차이

- ① 조직의 종류
- ② 염증의 진행 상태
- ③ 동통 역치의 차이가 심하기 때문에 위에 소개드린 Protocol은 하나의 Guide일 뿐이며 임상가의 임상적 경험에 의한 판단을 최우선으로 한다.  
최대 에너지 수준이 160mJ을 넘지 않는것이 유리하며, 그렇지 않으면
- ① Soft tissue sloughing
- ② Bone necrosis
- ③ Patient Discomfort

④ Extra delay in healing을 초래할 수있다.

만일 높은 에너지 단위를 선택한 경우에는 Fiber 운동 속도를 빨리하고, 냉각 장치를 이용하라.

- 4) \* "POINTING"  
\* "SEE"  
\* "FEEL"

Fiber를 조직면에 수직으로 세운 다음 조직에 광섬유를 POINT 접촉시킨 뒤 에너지를 조사시키고 표면 Coagulum 색깔을 관찰한다("Pointing" and "See")

- \* Coagulum Color Range \*
- 1) Brown
  - 2) Tan
  - 3) Yellow
  - 4) Cream
  - 5) Light Cream
  - 6) Invisible Coagulum

Coagulum색깔은 Light-cream이나 Invisible 상태가 가장 양호하다.

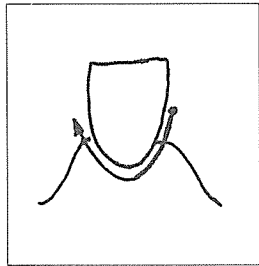
Coagulum의 두께는 30 - 50 Micron 정도가 이상적이며 두께가 얇을수록 동통이 적고, 흉터가 적게 남고, 치유속도가 신속하다.

- 1) 조직을 건조 시킨다.
- 2) "Pointing" 을 시도
- 3) Coagulum 색깔 관찰 = "See"
- 4) 파라미터를 재조정한다.
- 5) "Lateral Heat"로 동일조직에 열이 누적되지 않도록 한다.

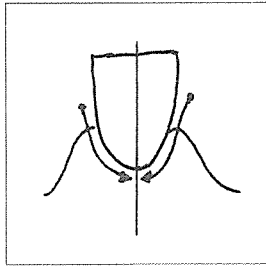
- ① 좌우로 반복하여 광섬유를 움직이지 말고 한 방향으로만 움직인다.(A→B, A←X→B, Never go back and forth.)
- ② 어느 한 장소에 머물지 말라.(Don't Spend time at any point "X".)
- 6) 부위를 나누어 시행한다.

협측은 3부위까지 나누어 시행할수 있지만, 설측의 경우 접근도의 어려움으로 대부분 2부위로 구분한다.

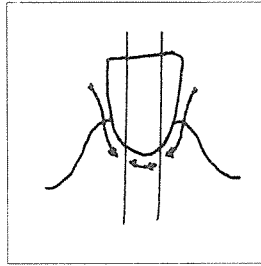
- 7) 동일부위에 머물지 말고,



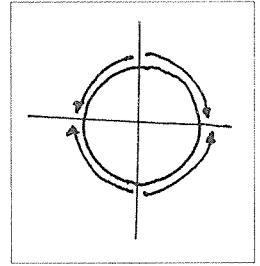
1 부위



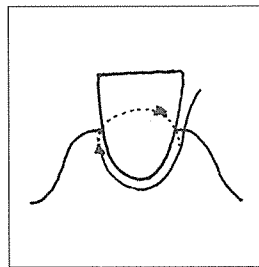
2 부위



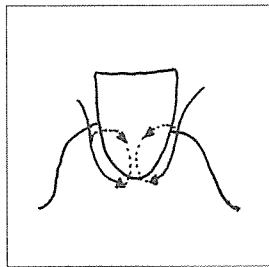
3 부위



4 부위 (Troughing)

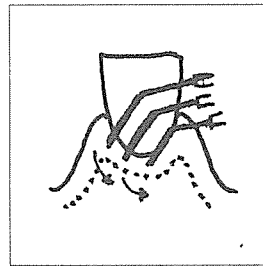


Long Stroking

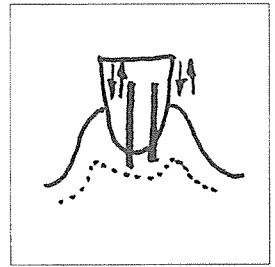


Short Stroking

(Small circular motion)

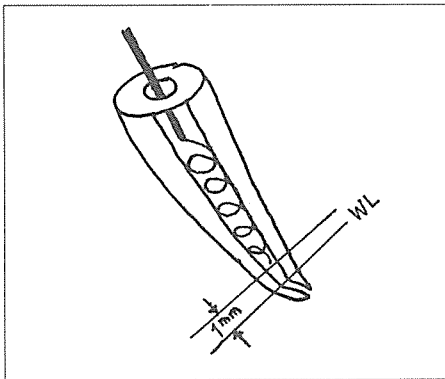


Walking



Pointing

(In and Out motion)



신경치료시 Spiral motion

\* Stroking 및 임상응용시 접근 방법 \*

- ① Sweeping and circular motion
- ② Walking motion
- ③ Pointing motion을 치료기술에 맞게 적절히 구사한다.

\* 어떤 사용방법을 적응시키는 경우에서도 치주낭 깊숙히 넣지 말고 치주낭 길이에서 2mm 짧게하여 치주낭 입구에서 시행되도록한다.

\* 관련요소

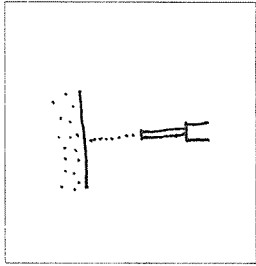
1. 파라미터
2. 광섬유 직경
3. 광섬유 절단 상태
4. 조직 건조상태
5. 광섬유 운동 속도
6. 광섬유 접촉 각도(예 : Troughing시 20-30°)

1W - 2 초

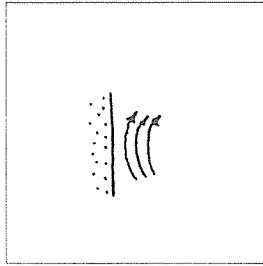
2W - 1 초

3W - 0.5 초

이상 계류되지 않도록 Fiber를 움직인다.

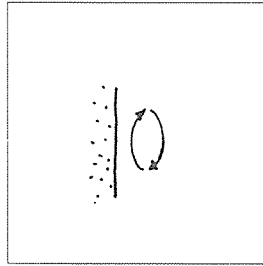


1. Stationary

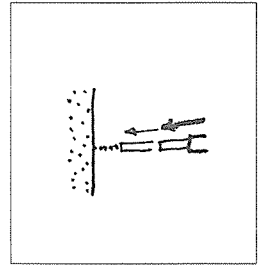


2. Sweeping

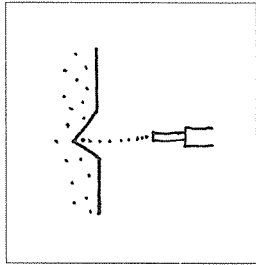
(비 접촉시 사용되는 3가지 방법)



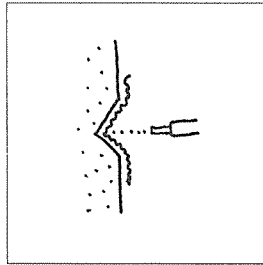
3. Circular



4. pointing

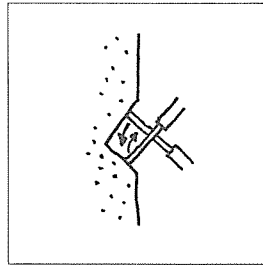


1. Non-contact

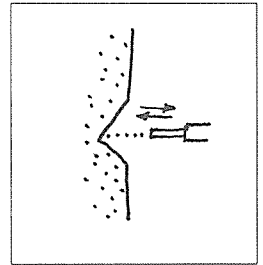


2. Black mediator

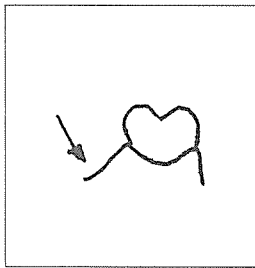
(치경부 과민 치료시 4가지 방법)



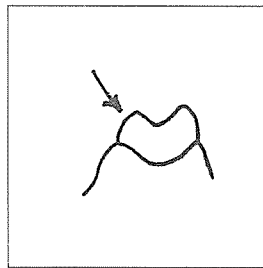
3. Scratching



4. Pointing

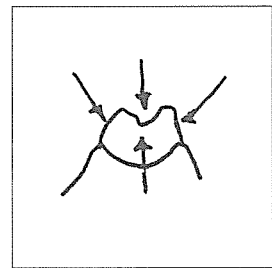


1. Apical approach



2. Coronal approach

(레이저 마취술 시행시)



3. Multiple approach

7. 냉각수, 공기 이용

8. 치료시간

9 치료 횟수

7) "Feel"

"Drag" (질질 끌리는 듯한 감촉)현상이 나타나지 않도록 하며 "Spark"가 발생되지 않도록 한다.

① Drag

- Initial drag

- True drag

② Tissue impedance

- Basic impedance of entire body

- Tissue impedance

Spark가 발생되면

- ① Tissue too dry
- ② Dosage is too high
- ③ Touching on Metal restoration
- ④ Patient with high blood electrolytes (Poor kidney)를 확인한다.

8) 냉각방법의 선택

- ① HVE (High Vacuum Evacuator)
- ② Air cool (light, full)
- ③ Water cool
- ④ Air-water spray cool

대부분 조직이 건조시 효과적일 수 있지만 너무 건조한 경우에는 조직에 손상을 가중시킬 수 있다.

원칙적으로

1) 접촉식 치료시

- 1. Dry
- 2. Wet
- 3. Semi Wet

2) 비 접촉식 치료

Dry

치경부과민증이나 마취시에는 건조, 신경치료시에는 Semi-Wet, 치주치료시 초기에는 건조 출혈이 있거나 환자의 동통 발생시에는 공기를 뿌리게 하고, 출혈에 의해 시야사 불량해 지는 경우에는 물을 뿌리게 한다. 멜라닌 색소 제거시에는 건조 상태가 유리하다.

그러나 냉각방법의 선택이나 시도는 환자의 동통 역치의 차이나 불편감의 정도에 따라 큰 차이가 있다. 또한 Fiber운동의 속도, 에너지 강도에 따라 차이가 있으므로 일정기간의 숙련을 통해 일상적인 판단으로 결정하는 것이 현명하겠다.

Water spray시 효과는

- ① Cool the target tissue
- ② Reduce lateral thenal energy
- ③ Flush coagulated tissue debris from surgical

sites

- ④ Prevent coagulum on fiber tip등이 있다.

Holmium YAG에서는 Water spray가 금기 사항이다.

Ho : YAG는 Water에 의해 잘 흡수되기 때문이다.

Water가 조직효과를 줄이게 된다. Nd : YAG는 물에 잘 흡수되지 않기 때문에, 사용할 수 있다. 그렇지만 Water spray시 "Hot tip" 효과를 방해할 수 있으며, 더 많은 에너지 준위를 요구한다. Argon은 물에 의해 조금 영향을 받으며, Fiber tip의 청소 목적이나 잔존열의 조직 손상을 방지하기 위해 Water spray가 이용된다.

### ♣ General Advisories

1. Standards of Cave

가능한한 낮은 에너지 준위에서 시작하지만, 조직상태의 파악을 정확하게 하지 않으면 치료 시간이 길어지는 단점이 있다.

레이저 치료를 하는 도중이나, 치료후, 또 다음 재내원을 했을때 동통을 호소하면 다음 사항을 Chek하라.

- ① Underlying pathologic condition
- ② Secondary hidden condition
- ③ Pulp vitality
- ④ Too longer treatment time
- ⑤ Too higher energy level
- ⑥ Combiantion with conventional method

2. Safety

- ① Protective, Eye gargle - DDS, DA, PT
  - ② Eye - Hand - Foot coordination
  - ③ Proper Length of fiber tip to prevent breakage
- Fiber 가 잘 파손되면

- <1> 너무 장기간, 깊게 NaOCL 용액에 담근 경우
- <2> 과도한 Hand pressure



<3> 치경부 보철물의 예리한 마진

<4> 직경의 부적절한 선택을 확인한다.

### 3. Instrument operation, Care and sterilization

- ① Sani - Sleeve
- ② NaOCI 용액
- ③ Alcohol wiping
- ④ Water spraying

4. Nitrous Oxide - Oxygen gas가 있는 장소에서는 폭발의 우려가 있으므로 사용하지 말라.

5. "Hot tip" effect를 이용하지 않는 경우에는 Dry cotton이나 Wet gauze를 이용하여 tip을 깨끗하게 한다.

6. Black mediator (Black ink)를 사용하는 경우는 에너지 흡수량을 증가시키려는 목적으로 사용될수 있지만 실질적으로는 술자가 원하는 부위에만 에너지 조사 범위를 최소화 시키려는 목적에서 사용된다.