

치과용 레이저가 치아 및 그 주위 조직에 미치는 영향



김정혜
삼성의료원 치과 치주과

I. 서론

현재 치과에서 사용되는 레이저는 CO₂ 레이저, Nd:YAG 레이저 등이 주로 사용되고 있으며, Argon laser, He-Ne laser 등의 저출력 레이저 등도 사용되어 왔다. 최근에는 치아 경조직 및 골 조직에 대한 사용 효율이 높은 Er:YAG 레이저와 Ho:YAG 레이저 등도 그 연구가 진행되고 있다. 이들 레이저는 Mainman에 의해 1960년 ruby 레이저가 최초로 실용화 된 이래, 현재 치과의 다양한 분야에서 연구 사용되어지고 있다. 치아우식병소의 제거, 치주치치, 구강연조직에서의 수술, 지각과민증의 치료, 근관치료, 등의 영역에서 사용되어질 뿐만 아니라, 저출력 레이저를 이용한 창상 치유 촉진과 통증 완화 등에 대한 연구들도 보고된바 있다.

레이저의 빛은 구강 조직과 만나면, 흡수(absorbed), 투과(transmitted), 산란(scattered), 또는 후방산란(backscattered)되는 현상이 나타나게 된다. 특히 산란되는 빛은 확산 효과가 있어 보다 넓은 영역으로 흡수되며, 흡수되는 빛만이 조직에 영향을 미치게 된다. 흡수된 에너지의 양에 따라 응고, 산화 등의 작용이 함께 또는 서로 다른 비율로 나타나게 된다. 이러한 빛의 작용은 우리가 목적하는 부위 뿐 아니라, 인접 조직에도 영향을 미치게 되므로 이러한 두 가지의 영향에 모두 관심을 가져야 한다. 이에 이들 레이저가 치아 및 치아 주위 조직 등에 미치는 효과에 대한 그 동안의 연구들을 첫째, 치수에 대한 효과 둘째, 치아경조직에 대한 효과 셋째, 백아질에 대한 효과 넷째, 치은 및 연조직에 대한 효과 다섯째, 치근단 조직에 대한 효과 등 다섯가지로 나누어 살펴보고자 한다.

II. 본론

1. 치수에 미치는 영향

치과용 레이저를 이용하여, 치아우식병소를 제거하는 경우 치질의 삭제를 위해 발생시키는 레이저 에너지가 치수에도 어느 정도의 영향을 미치게 되는지

에 관심이 가게 된다.

치수의 영향에 관한 연구를 살펴보면, Stern과 Sognnaes에 의해 처음으로 ruby laser를 이용한 연구가 보고되었다. 500 - 2000J/cm²의 에너지를 법랑질에 조사한 결과 법랑질에는 분화구 형태로 치질을 삭제시키고, 상아질에는 더 큰 형태의 분화구를 형성한다고 보고하였다. 이들은 치아경조직에 대한 레이저의 효과와 관련하여, (1) 치아우식을 제거하기에 충분한 에너지 수준에서는 비가역적인 치수괴사를 일으킬 수 있으며, (2) 레이저 전달시스템이 구강내 사용에는 적합치 않다고 보고한바 있다. 그 후 Adrain 등은 개에서 치수가 적응할 수 있는 역치는 2100±200J/cm²라 밝힌바 있다. 그러나 Nd : YAG 레이저를 사용하여 치아우식병소를 제거할 경우 법랑질을 제거하는데 더 많은 에너지가 요구되며, 이 에너지 수준에서는 치수괴사를 초래한다고 보고하고 있다. Stern은 ruby레이저 사용시 250J/cm²이하의 수준에서는 치수 변화를 일으키지 않으나 1800 J/cm² 이상의 에너지 수준에 도달하게 되면 치수괴사가 일어난다고 밝히고 있다. 후에 Adrian은 Pulsed Nd : YAG 레이저를 사용하여 원숭이 치아에서 치수에 대한 효과를 연구하면서, 710- 1959J/cm²에서는 치수가 정상적인 조직 소견을 보였다. 그의 연구에서 ruby레이저에서는 치수 괴사를 일으키는 에너지 수준 이상에서도 YAG레이저는 치수 괴사를 일으키지 않음을 보고하였다.

Shoji등은 개의 치수를 노출시킨 후 즉시 CO₂레이저를 다양한 power에서 조사한 후 조직 병리학적 조사를 진행하였다. 60watts로 0.5초동안 조사한 경우, 치수조직의 손상은 미미하였으며, 치수강으로부터의 출혈은 관찰되지 않았다고 하였다. Melcer등은 CO₂레이저를 이용한 사람과 원숭이, 그리고 개의 실험에서 조직병리학적 반응을 보았다. 8.10²에서 8.10³J/cm²의 에너지를 조사한 경우 조사된 부위의 상아질 부위에서 상아질의 생성이 일어났으며, 치수강벽에서도 150 microns두께의 새로운 석회화된 상아질이 형성됨을 보고하였다.

위의 여러 연구들에서 제시한 각 레이저의 종류에 따라 치수에 안정적인 에너지의 범주가 소개되었으나, 이외에도 치수에 영향을 미칠 수 있는 다른 인자

들에 대한 연구도 진행된 바 있다. White등은 발치 직후 치아에 레이저를 조사하고 치수와 레이저 조사 부위 사이의 상아질 두께가 1mm 이상인 경우는 치수에 중대한 변화를 일으키지는 않는다고 보고하였다. 1994년 White등은 Nd : YAG레이저를 발치한 치아에 조사하고 치수내 온도의 상승에 관한 효과에 대하여 보고하였다. 이 연구에서 치수내 온도는 레이저의 power, 주파수(빈도), 그리고 조사시간에 따라 증가하며, 상아질의 두께가 증가함에 따라 온도상승은 감소한다고 보고하였다. 따라서 어떠한 레이저를 사용하는지에 따라, 레이저의 power, 빈도, 조사시간 등이 달라져야 함은 물론 조사 부위의 상아질의 두께도 상당한 영향을 미치는 것으로 생각된다.

2. 법랑질(enamel)과 상아질(dentin)에 대한 효과

앞서와 같이 레이저는 치아우식병소의 제거, 지각 파면증의 처치, 근관치료 등에 사용됨에 따라 법랑질 및 상아질에 미치는 영향에 대한 연구를 살펴보면 다음과 같다.

먼저 법랑질에 대한 연구를 살펴보면 Sognnaes와 Stern은 발치한 치아에 ruby 레이저를 조사한 결과 레이저를 조사한 법랑질에서는 표면하 탈석회화가 나타나지 않고 용해도가 감소한다고 보고하였다. Stern과 Sognnaes는 다시 생체실험을 통해 pulsed CO₂레이저를 사람의 법랑질에 조사한 결과 레이저를 조사한 실험군에서는 탈회가 일어나지 않았으나 대조군에서는 표면하 탈회가 일어남을 보고하고 있다. Yamamoto와 Ooya는 Q-switched Nd:YAG 레이저를 사용하여 발치한 치아에 조사하고 전자현미경으로 관찰하여 위의 다른 연구자와 같은 결과를 발표하였다. 이들은 탈회가 일어나지 않는 이유로서 수분과 이산화탄소가 상실됨으로써 법랑질의 결정크기가 감소하여 발생하는 것으로 생각하고 있다. 이후의 연구들에서도 법랑질 결정체의 크기가 변하며, 무기질 요소의 변화, 그리고 prismatic structure의 상실로 레이저를 조사한 부위에 미세구조적인 변화가 발생되는 것으로 여겨지고 있다.

상아질에 대한 일반적인 변화는 법랑질에서와 마

찬가지로 분화구(crater)형상이 형성되면서 분화구의 벽에는 칼슘과 인의 농도가 더 높은 것을 Kantola는 보여주었다. 이는 레이저 조사시 유기질 성분이 기화되면서 무기질성분이 증가한 것으로 풀이하고 있다. 상아질은 이러한 구조적인 변화 외에도 이러한 변화에 기초한 침윤도(permeability)의 변화를 생각할 수 있다. 최초로 Dederich는 Nd:YAG레이저 조사후 치근관벽이 녹아 치아 결정체의 재구성이 이루어짐으로써 침윤도가 감소한다고 하였다. Pashley등은 CO₂ 레이저를 이용하여 상아질의 침윤도에 대해 조사하였다. 레이저 에너지가 11 J/cm²일 경우는 표면의 smear layer가 부분적으로 상실됨에 따라 상아질의 침윤도가 증가되고, 113 J/cm²인 경우는 분화구를 형성하여 상아질이 얇아지므로 상아질의 침윤도가 떨어지게 된다. 이때는 표면이 다공화되므로 하부상아세관과의 교통이 이루어지므로 침윤도는 더욱 증가하게 된다. 그러나 556 J/cm²인 경우는 분화구 표면이 완전히 녹아 상아질세관입구가 막히게 되므로 상아질의 침윤도는 감소하게 된다. DeReed의 연구에서도 상아질을 태워 없앨 정도의 Co₂ 레이저 에너지는 치수에 손상을 일으킬 수 있는 정도라고 보고한 바 있다. Miserendino 등은 Nd:YAG 레이저를 이용하여 발치한 사람의 치아에 5W, 5Hz로 45초간 조사하고 전자현미경과 색소침윤법을 이용하여 관찰한 결과, 유리같은 물질이 침착되면서 상아질 벽이 막히게 되어 침윤도가 감소하는 것으로 보고하였다. 따라서 근관치료시 레이저 탐침에서 90도 각도로 빛이 적절히 조사된다면 치근단 치료에 유용할 것으로 전망하고 있다.

치근단절제술을 시행한 치근부위의 상아질이 그렇지 않은 경우보다 침윤도가 높은 것을 Ichesco등이 보고한 바 있다. 이에 Dederich등은 레이저조사로 상아질 표면이 재결정화됨으로써 침윤도가 감소함을 보였고, Miserendino는 CO₂레이저를 치근단 절제술시에 사용하여 좋은 결과를 얻음을 보고하였다. Stabholz등은 치근단절제술을 시행한 치근부위에서의 침윤도에 대한 Nd:YAG 레이저의 효과를 보기 위해 절단된 치근 표면에 조사한 결과 150mJ과 95mJ/pulse에서 상아질의 침윤도가 감소함을 보고하

였다. 이러한 경우 레이저는 치근단수술시 및 근관치료시에 비교적 유용한 기구로 사용될 수 있을 것이다.

3. 백아질(cementum)에 대한 효과

치주치료의 주요한 목적 중의 하나는 감염되었던 치근표면에 치주조직의 재부착을 이루는 것이라 할 수 있다. 이를 위해 치근면 활택술이 시행되어 오고 있는데 레이저를 이용하여 치석을 제거하고, 치근면 활택술 후 나타나는 smear layer를 제거하며, 치근면 활택술과 같은 효과를 얻기 위해 사용될 수 있는지에 대한 연구가 진행되어 오고 있다.

Ito등은 Nd:YAG 레이저를 치근면활택술 후 조사하고 전자현미경으로 구연산을 처리한 경우와 비교해 본 결과 구연산으로 처리한 군에서와 같이 상아세관의 입구가 넓어지지 않는 않았으나 효과적으로 smear layer가 제거되고 상아세관 입구가 노출되며, collagen fiber가 노출됨을 보고하였다.

또한 조섬유세포의 재부착에 관한 연구로 Trylovich 등은 발거한 맹출되지 않았던 제 3대구치에 endotoxin을 처리하고 Nd:YAG 레이저를 80mJ/10 pulse로 1분간 조사한 후 치은 조섬유세포를 배양하여 이들 조섬유세포가 치근표면에 얼마나 부착되는지를 전자현미경으로 관찰하였다. 레이저가 조사된 뿌리 표면에는 탄화, 분화구 형성, 백아질의 용해 등이 발생되었다. 또한 조섬유세포의 부착이 떨어짐을 보여주고 있다. Spencer등은 Nd:YAG레이저를 발치한 미맹출된 80mJ에 10 pulse로 1분 45초에서 4분까지 조사한 결과 단백질/무기질의 비율이 감소하여 암모니아 때가 형성되고 또한 조사시간이 길어질수록 단백질부산물도 많이 생성되어 치아표면이 오염되므로 조섬유세포의 재부착이 어려워지게 된다. Thomas등은 Nd:YAG레이저를 75mJ/20 pulse로 1분간 조사한 결과 상아세관이 노출되고 단백질이 변성되어 조섬유세포의 부착을 방해하는 것으로 보고하였다. 그러나 레이저를 조사한 후 치근면 활택술을 다시 시행하거나, air-powder abrasive를 사용한 경우는 대조군에서처럼 조섬유세포의 부착이 더욱 많이 이루어진 것을 통해 레이저의 표면변성은 가역적

인 것이며, 표면에 국한된 현상이라고 할 수 있다. Radvar등도 최근의 연구에서 Nd : YAG레이저 사용할 때 치은하 치석 및 백아질에 대한 효과를 보고하면서 치석의 색깔, 두께, 조성 등에 따라 다양한 효과가 나타날 수 있으며, 백아질의 변성이 초래된다고 보고하였다.

레이저를 이용한 치주치료의 궁극적 목표인 reattachment에 대해서는 아직도 더 많은 연구가 필요하며 치석 제거에는 사용할 수 있으나 이러한 낮은 에너지에서는 치석 제거에도 효과가 없으며, 치아마다 또 한 치아에서도 치아의 위치에 따라 다른 영향을 보이므로 이에 대한 더 많은 연구가 필요하리라 생각된다.

4. 연조직에 대한 효과

Pick 또는 Frame 등은 레이저를 이용한 외과용 수술을 시행하여 좋은 결과를 얻었음을 보고하였다. 특히 환자의 통증이 적고 살균된 수술 부위를 얻게 됨으로써 이차감염의 기회가 줄어들어 따라 더욱 각광을 받게 되었다. 초기 외과 영역에서 주로 CO₂ 레이저가 사용되었다. 그후 Myers등은 처음으로 Nd : YAG 레이저를 사용하여 연조직의 절개에 사용하였다. Daniels 등은 CO₂ 레이저가 40-90 microns 정도의 인접 주위 조직까지 탄화, 괴사 및 가역적 변화를 일으킨다고 보고하였다. Gold등은 Nd : YAG 레이저를 1.25와 1.75Watts, 20 Hz로 치은 상피에 조사한 결과, 치주낭 상피는 효과적으로 제거하나, 하부의 결체조직에는 거의 영향을 미치지 않았다고 보고하였다. Wilder-Smith 는 CO₂레이저를 이용하여 주위 조직의 영향을 돼지 하악골 주위 구강점막에서 시행하였다. 9.3 micron과 10.6 micron을 1, 4, 12w로 절개를 하고 조직학적으로 관찰한 결과 Nd:YAG 레이저에서 보다 CO₂(10.6 micron) 레이저에서 조직 손상이 더욱 좁은 영역에서 나타났으며, electrocautery보다 열 손상이 3-5배 작은 것으로 나타났다. 또한 조직의 영향은 파장보다는 레이저의 특성과 조사 여건 즉, 에너지 밀도, 조사시간 등이 더욱 중요한 인자로 여겨진다고 보고하였다.

5. 치근단부위에 대한 효과

근관치료시 레이저를 조사하여 근관내 세균을 없애고, 치근단 부위에 출혈을 막음으로써 근관치료의 성공률을 높이고자 하고 있다. 그러나 Bahcall등은 Nd:YAG레이저를 사용하여 치근단까지의 길이보다 1mm 짧게 탐침을 위치시키고 3W, 25pps(pulse per second)로 30 초 이하로 조사한 결과 레이저치료 1일 후에는 치주인대내 세포의 괴사가 관찰되었으나, 통상적인 근관치료시에는 세포의 괴사는 관찰되지 않았다. 15일 후에는 레이저 치료 시나 통상적인 근관치료시 모두 조골화세포와 osteoclast의 양과 크기가 증가함을 보여주었다. 치료 30 일 후에는 통상적 처치를 한 치아는 정상적인 상태로 돌아갔으나 레이저 치료 치아는 치근 유착, cemental lysis 및 치조골의 remodeling을 보고하고 있다.

III. 고찰 및 결론

1960년대 최초의 치과용 레이저의 사용 이래로 치과용 레이저는 치과 영역에서는 또하나의 혁명으로 받아들여지면서 많은 연구와 임상이 진행되어져 왔다. 치과용레이저의 선택 및 사용에 앞서 앞선 효과들에 대한 충분한 고찰이 필요하리라 생각 된다.

먼저 레이저는 매체의 종류에 따라 조직에의 반응이 상이하게 나타난다. Nd : YAG 레이저의 경우 조직내 흡수가 비교적 적으므로 조직 내로 깊이 침투하게 된다. 그러나 Sapphire tip을 부착한 경우 또는 물이나 공기를 함께 사용하는 경우는 그렇지 않은 경우보다 조직내 침투가 적게 된다. CO₂ 레이저의 경우는 조직내 흡수는 매우 높지만 산란되는 양은 적으므로 조직내 침투 깊이는 매우 얇아 목적인 부위로 그 효과가 국한되게 된다. Argon 레이저의 경우는 CO₂ 와 Nd : YAG 레이저 에너지의 중간 정도가 흡수된다. 레이저 종류에 따라 적용증 및 효과에 차이를 보일 수 있다.

둘째로는 치아에 따라, 치아의 부위에 따라 레이저에 의한 영향을 다르게 받게 된다. 레이저 조사 부

위에 남은 상아질의 두께등이 레이저 사용에 영향을 미치게 된다.

셋째로는 각 레이저의 종류마다 각 처치에 따르는 사용범주가 마련되어야 한다. 현재 그동안의 임상경험 등을 토대로한 제품별로 기준치가 나와 있으나 이에 대한 과학적인 검증은 미비한 경우가 많다.

넷째로는 위의 본문에서 논의된 바와 같이 우리가 원하는 결과외에도 인접조직과에 원하지 않는 영향을 미칠 수 있다. 상아질의 침윤도가 감소하고 근관내 세균이 감소하는 등 치료의 결과를 증진시키는 결과들에 대해서도 충분한 논의가 있었다. 그러나 그러한 결과 외에 치근단조직에 대한 영향이나 치수에 열효과를 미치고, 백아질의 변성을 초래함으로써 치근의 유착이나 골조직의 흡수, 또는 치수의 괴사, 백아질이 변성되어 치주조직의 재부착이 어려워지는 등의 불리하고 유해한 영향들에 대한 논문들도 개진되고 있는 실정이다. 레이저를 이용한 사람에서의 생체내 실험은 실험상의 제한점이 많으며, 또한 현재까지는 잘 조절된 레이저에 관련된 논문이 많지 않다. 따라서 레이저가 우리에게 가져다 줄 새로운 혁명에 앞서 잘 조절된 연구, 다양한 분야의 연구가 더욱 필요할 것이다.

참고문헌

1. Adrian JC. Pulp effects of Neodymium Laser : A Preliminary report Oral Surg. Oral Med. Oral Path. 44(2) ; 301, 1977
2. Adrian JC, Berner JL, Sprague WG. Laser and the dental pulp JADA 83 ; 113, 1971
3. Apfelberg DB, Maser MR, Lash H. Benefits of the Co2 laser in Oral Hemangioma exision Plast Reconst Surg 75 ; 46, 1985.
4. Bahcall J, Howard P, Miserendino L, and Walia H. Preliminary investigation of the Histological Effects of laser endodontic treatment on the periradicular tissues in dog. J Endo 18 ; 47, 1992
5. Dedrich D, Zakariasen K, Tulip J. Scanning electron microscopic analysis of canal wall dentin following Nd : YAG laser irradiation J Endo 10 ; 428, 1984.
6. De Reed M, Paschoud Y, Hlox J. Action of a Co2 laser on dental tissues J Biol Buccale 16 ; 137, 1988
7. Goldman L, Goldman B. Effect of laser beam impacts of teeth. JADA 70 ; 601, 1965
8. Ito K, Nishikata J, and Murai S. Effects of Nd : YAG laser

- radiation on removal of a Root surface smear layer after root planing : A Scanning Electron Microscopic Study. J Periodontol 64 ; 547, 1993.
9. Kiyoo Kamikawai, et al. Laser therapy for pain. Japan society for laser medicine 3 ; 345, 1982
10. Melcer J, Chaumette MT, Melcer C, Dejardin J, Hasson R, Merard R, Pinaudeau Y and Weill R. Treatment of dental decay by Co₂ laser beam : Preliminary results. Lasers in Surg and Med 4 ; 311, 1984
11. Melcer J, Chaumette MT, Melcer C, Zeboulon S, Hasson R, Merard R, Pinaudeau Y, Dejardin J and Weill R. Preliminary report on the effect of Co₂ laser beam on the dental pulp of the macaca mulatta primare and the beagle dog. J Endo 11 ; 1, 1985
12. Miserendino L, Levy G and Rizoio I. Effects of Nd : YAG laser on the permeability of root canal wall dentin. J Endo 21 ; 83, 1995
13. Myers T and Myers W. In vivo Caries removal utilizing the YAG laser J Michigan Dental Assoc. 67 ; 66, 1985
14. Myers T and Myers W. The Use of a laser for debriement of incipient caries J Prosth Dent 53 ; 776, 1985
15. Pashley EL, Horner BS, Lin MA, S Kim, Pashley DH. Effect of CO₂ laser Energy on dentin permeability J Endo 18 ; 257, 1992.
16. Pick R, Pecaro BC, Siberman CJ. The laser gingivectomy J Periodontol 56 ; 492, 1985
17. Seka W, Fried D, Featherstone J, and Borzillary SF. Light Deposition in Dental hard Tissue and Simulated Thermal Response. J Dent Res 74 ; 1086, 1995.
18. Stabholz A, Neev J, Liaw LL, Stabholz A, Khayat A, Torabinejad M. Effect of CO₂ laser on human dentinal tubules Oral Surg 75 ; 90, 1993
19. Stern RH, and Sognnaes RF. Laser beam effect on Dental Hard Tissues J Dent Res 43(5) ; 873, 1964
20. Stern RH, and Sognnaes RF. Laser inhibition of Dental caries suggested by first test in vivo. JADA 85 ; 1087, 1972
21. Shoji S, Nakamura M and Huriuchi H. Histopathological changes in dental pulps irradiated by Co₂ laser : A Preliminary report on laser pulpotomy. J Endo 11 ; 379, 1985.
22. Thomas D, Rapley J, Cobb C, Spencer P, and Killoy W. Effects of the Nd : YAG laser and combined treatments on in vitro fibroblast attachment to root surfaces J Clinical Periodontol 21 ; 38, 1994
23. Trylovich D, Cobb C, Pippin D, and Killoy W. The Effects of the Nd : YAG laser on in Vitro Fibroblast Attachment to Endotoxin-Treated root surfaces J Peiodontol 63 ; 626, 1992
24. Frame JW. Carbon Dioxide laser surgery for benign oral lesions Brit Dent J 158 ; 125, 1985
25. White JM, Goodis HE, Rose CM. The use of the pulsed Nd : YAG laser for intraoral soft tissue surgery Lasers Surg Med 11 ; 455, 1991
26. White JM, Fagan M, and Goodis HE. Intrapulpal Temperature during pulse Nd : YAG laser treatment of dentin, In Vitro. J Perio 65 ; 255, 1994.