

저출력 레이저의 임상적 응용

부산대학교병원 통증치료실

김해규 · 백승완 · 김인세 · 정규섭

Clinical Applications of Low Level Laser

Hae Kyu Kim, M.D., Seong Wan Paik, M.D., Inn Se Kim, M.D. and Kyoo Sub Chung, M.D.

Pain Clinic Pusan National University Hospital, Pusan Korea

통증이란 유사 이래로 인간을 괴롭혀 온 원흉이나 한편으로는 그것으로 인하여 오히려 많은 사람들은 생명을 위협하는 질병으로 부터 벗어날 수가 있었다. 그럼에도 불구하고 역시 통증이란 그 자체는 고통을 받고 있는 환자들의 입장에 있어서는 필요 이상의 소모성 증세임은 반론의 여지가 없다고 본다. 통증의 원인으로 부터 유발되는 자극을 우리가 자각하기 까지의 기전은 아직 명확하게 규명이 되어 있지는 못하나 그림 1과 같은 경로를 밟아가지 않겠는가 본다. 즉 염증이 나 외상과 같은 어떤 통증의 원인이 지각신경의 말단을 자극하여 지각신경이 흥분하여 이것이 척수를 통해 뇌로 전달되어 통증으로서 지각되어 진다. 한편으로는 지각된 통증에 의해 운동신경 및 교감신경이 흥분되어 통증이 발생한 부위를 중심으로 근육이 긴장되고 혈관의 수축이 일어나고 이로 인하여 통증부위에 혈류 저하를 야기함으로써 통증유발물질을 만들고 이 물질이 장기간 머물게 되어 통증의 악순환이 일어나게 된다. 이런 통증의 기전에서 볼때 통증의 치료는 단계별로 통증을 유발하는 원인을 제거하는 것, 통증의 전달경로를 차단하는 것, 그리고 통증의 역치를 상승시키거나 통증에 대한 반응을 변화시키는 것과 같이 크게 세 가지 방법을 이용한 여러가지 치료법이 개발되어 있으나 여기서는 최근 많은 관심을 불러 일으키고 있는 저출력 레이저에 대하여만 이야기 하고자 한다.

레이저(LASER)란 Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation의 머릿글자를 따온 약자로서 여기에서 말하는 radiation이란 방사선

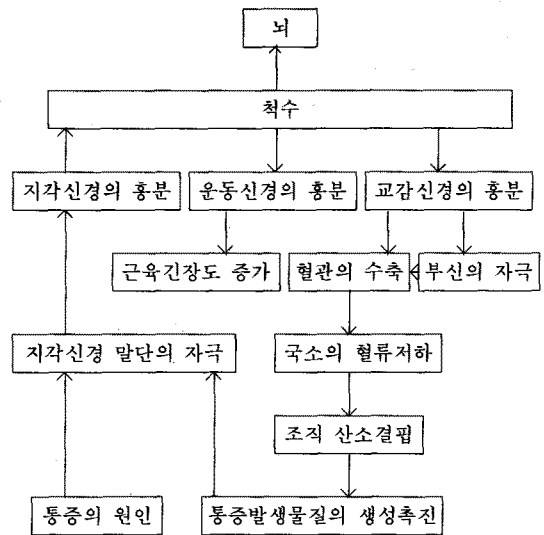


그림 1. 통증의 발생기전.

물질이나 이온화된 radiation이 아니라 단순한 에너지의 전달을 의미하는 것이며 양자역학을 이용하여 아주 짧은 전자기파를 증폭하거나 발진하는 것을 통칭 레이저라고 한다. 즉, 빛의 입자와 파장이 유도방출에 의하여 직진성 스펙트럼으로 빛을 증폭시킨 평행광선이라고 하겠다.

역사적으로 보면 1923년 러시아의 생물학자인 Alexander Gurevich가 세포배양의 과정에서 생체유도(biological induction)라는 현상에 의하여 세포배양이 촉진되는 것을 발견하여 그 원인을 규명하여 이

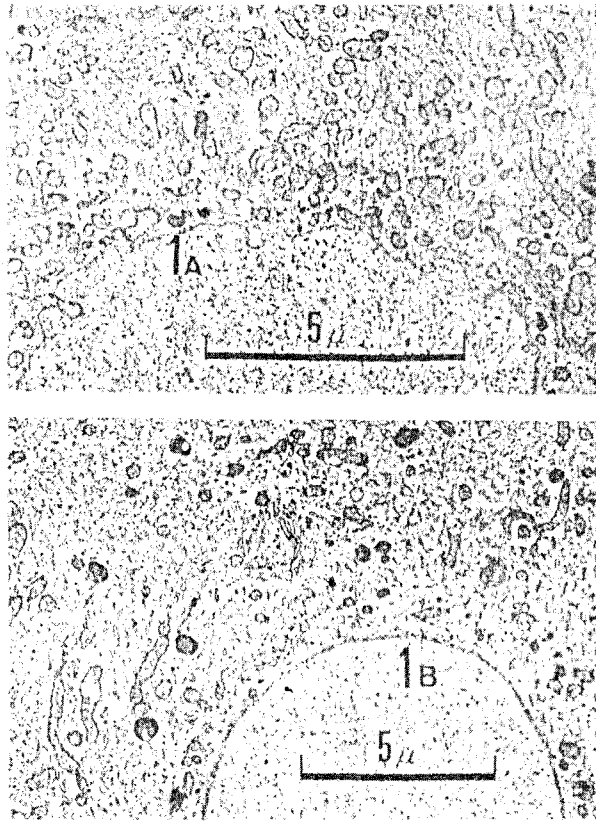


그림 2. 삼차신경절내의 미토콘드리아의 변화. (참고문헌 2에서 인용)
 A: bradykinin 사용군 B: bradykinin 사용후 레이저 치료군

것이 자외선 방사(ultraviolet radiation)로 인해 이루어질 수가 있다는 것을 알게 되었다는 것이 되돌아볼 때 광에너지의 생체자극효과를 이용하는 것에 대한 가능성의 최초의 제시라고 할 수가 있겠다. 그후 1960년에 Maiman이 세계 최초로 루비를 이용한 레이저를 가동하였으며 이듬해는 안과영역에 있어서 레이저를 광응고에 응용하게 되었다. 최초로 저출력 레이저의 연구를 시행한 것은 소련의 알마아타대학의 Inyushin이라는 주장이 있으나 확실한 자료가 없다. 실제적인 치료에의 길을 연 것은 아마도 헝가리의 부다페스트대학의 Mester교수가 아닌가 한다¹⁾. Mester교수는 저출력레이저의 치료과정과 신체조직에 대한 자극효과를 이용하여 다음과 같은 놀랄만한 결과를 이루어 내었는데, 즉 교원 섬유증의 치유과정을 촉매하는 생체활성물질을 포함한 vesicle의 생성과 혈관신생을 증가시키며 succinyldehydrogenase,

acid phosphate와 비특이성 esterase등의 효소 활동을 증가시키며 상처부위의 강도를 향상시키고 세포 분열을 증가시킴으로써 피부 재생에 도움을 주고 세포내 DNA의 자극으로 단백질합성의 자극과 cytochrom oxidase를 자극시켜 세포호흡을 향상시킨다는 것이다. 최근의 연구로는²⁾ 그림 2에서 보는 바와 같이 전자현미경을 이용한 적외선 레이저의 효과를 본 것인데 삼차신경절에서 bradykinin을 4일간 투여하여 통증 model을 만든후 적외선레이저를 조사한 결과 조사 7일째에 통증유발로 인해 증가된 미토콘드리아(mitochondria)의 수가 정상 수치로 급격히 환원되는 것을 보여 주었다. 이것은 임상적으로 3~6일 정도의 치료후 치료효과가 발현되는 것에 대한 설명으로 중요한 시사가 된다고 본다.

현재 이용이 되고 있는 저출력 레이저는 파장이 632.8 nm인 He-Ne레이저와 파장이 904 nm인

Galium Arsenide type와 파장 780 혹은 830 nm 인 Galium Aluminium Arsenide type의 적외선 레이저, 그리고 파장이 10,600 nm인 CO₂ 레이저로 나눌 수가 있는데, 이중에서 He-Ne레이저는 피부의 표면에서 주로 작용을 하며 심부로 들어가기 전에 대부분 흡수가 되며, 적외선 레이저의 경우는 주로 피하 3.5 cm에서 5 cm의 깊이까지 그 효과가 미치게 되어 통증치료에 가장 많이 이용되고 있다. CO₂ 레이저의 경우는 온열효과와 함께 적외선 레이저와 같은 정도의 심부까지 영향을 미쳐 좋은 효과를 나타내고 있다.

저출력 레이저의 임상적인 적용을 위한 필요조건을 살펴보면 첫째, 레이저원의 파장과 출력이 적절해야 하며, 둘째, 효과적인 총용량으로 보통 point당 0.5에서 10 J범위의 용량을 사용해야 하며 이것은 평균 출력이 30 mW의 레이저를 사용할 경우 각 point당 20초에서 5분의 범위에 속하게 된다. 셋째, 방출된 레이저의 출력이 조사되는 조직에 얼마만큼 흡수되어 지느냐에 따라 최대 치료효능이 설명된다³⁾. 즉 임상 적용시에는 저출력 레이저를 어떤 방법으로 얼마정도의 시간동안 또 용량을 어느정도 조사할 것인지를 결정하는 것이 중요하다고 본다. 용량의 결정에서 있어서 명심해야 할 또 다른 중요한 점은 소량의 에너지, 즉 cm²당 10 J이하에서는 생체자극(biostimulation)의 효과가 있으나 다량의 에너지 즉 cm²당 10에서 50 J이상을 조사하게 되면 오히려 생체억제(bioinhibition)의 작용이 나타나 역효과를 가져올 수가 있다는 것이다. 치료시에 있어서 정확한 치료시간의 계산에 의하지 않고 주먹 구구식으로 사용을 한다면 다량의 에너지 조사로 인한 생체억제로 원치않는 결과를 얻을 수가 있다. 또한 레이저 역시 광선으로서의 특징을 모두 가지고 있어서 굴절, 반사, 흡수, 산란 등의 효과로 인하여 치료에 장애 요인이 될 수 있으므로 특별한 경우가 아니면 항상 치료부위와 조사각도를 직각으로 해서 조사하도록 하여야 한다.

현재까지 저출력 레이저에 효과가 있다고 알려진 질환을 살펴보면 표 1에서 보듯이 골관절염, 삼차신경통, 신경근 질환, 혈관성 두통, 류마치스 관절염, 건염, 치과질환, peyronie병, Sjögren병, 당뇨병 신경질환 등 여러가지 급·만성 질환에 효과가 있다고 보고되고 있으나 아직까지 그 명확한 치료 효과가 인정이 되고 있지 않아 저출력 레이저를 이용하여 환자치료에 임

표 1. 저출력 레이저에 잘 반응하는 질환

- Osteoarthritis
- Trigeminal Neuralgia
- Neuromuscular Disease
- Vascular Headache
- Rheumatoid Arthritis
- Tendinitis
- Dental Disease
- Peyronie's Disease
- Diabetic Neuropathy

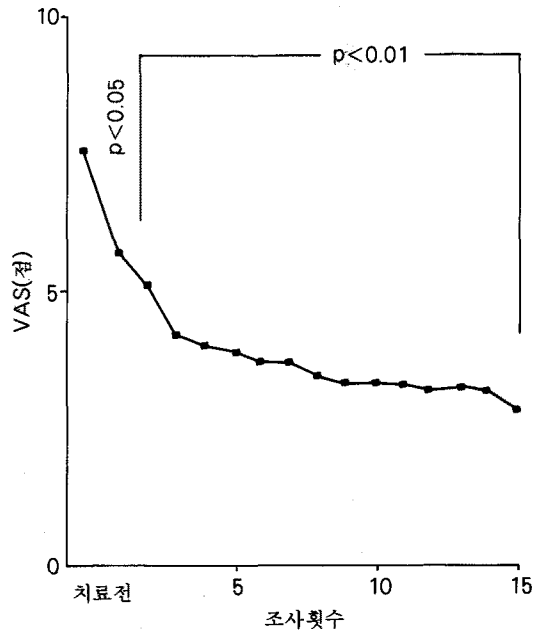


그림 3. 대상포진성 신경통시 조사횟수에 따른 VAS의 변동. (참고문헌 5에서 인용)

하고 있는 많은 국내의 임상자들의 보고가 중요한 기점을 이룰 수가 있다고 본다. 따라서 본 대학에서 치료한 많은 질환들 중에서 통계처리를 시행했던 자료를 통하여 확인된 임상효과를 통하여 그 임상 적용의 좌표로 삼고자 한다.

임상효과의 지침으로 삼은 통증의 정도 확인의 방법은 환자의 주관적인 평가 방법 중 하나인 visual analogue scale(VAS)을 사용하였다. 이것은 이제까지 제시되었던 어떤 통증의 척도를 파악하는 방법들 중에

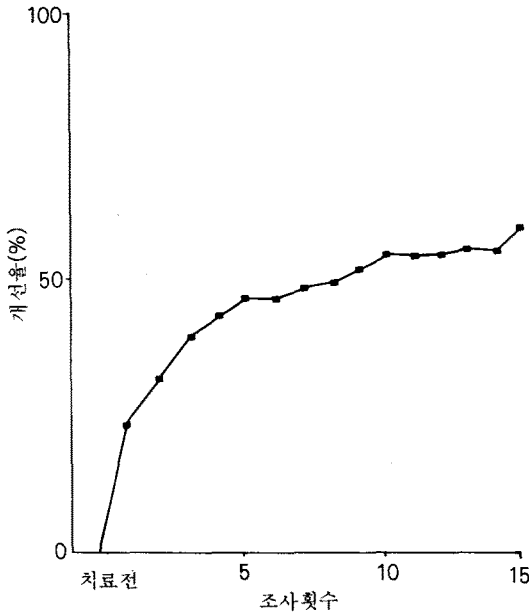


그림 4. 대상포진성 신경통시 조사횟수에 따른 VAS의 개선율. (참고문헌 5에서 인용)

서도 가장 단순하면서 치료 효과에 대한 반응이 높은 것으로 알려져 있다. 대상으로 삼은 질환은 아직까지 그 치료의 정도가 이루어지지 않고 있는 대상포진성 신경통과 많은 환자들이 호소하고 있는 척추 추간판 탈출증이었다. 대상포진성 신경통 환자 26명을 대상으로 하여 통증 부위에 주당 2~3회의 저출력 레이저를 조사하여 효과를 평가한 바를 그림 3과 4에 나타내었다. 이에 따르면 조사 횟수에 따라 VAS가 감소되는 것을 볼 수가 있으며 7회의 조사후 약 50%의 개선율을 나타내었다. 대상포진성 신경통의 경우는 환자의 피부 상처 부위에 접촉하게 되는 일은 scan 형태의 조사 방법을 따르면 배제할 수가 있어서 환자의 치료에 따른 고통이 수반되지 않고 환부의 감염에도 크게 신경을 쓰지 않을 수 있는 편리성이 있어 치료받는 환자의 반응이 좋았다^{4,5)}.

척추 추간판 탈출증 환자의 경우는 순전히 저출력 레이저만을 사용한 환자로서 표 2에 나타나 있듯이 내원당시 VAS는 9.0이었으나 2일째 8.0, 15일 치료 후 VAS는 5.6, VAS개선율은 40%이었으며 그 후 계속적인 치료로 35일 후에는 VAS 1.8이었으며 VAS개선율은 약 80%으로서 현저한 증상 완화의 효과를 나

표 2. 척추 추간판 탈출증의 치료후 VAS의 변동 및 VAS개선율

입원후 병일(day)	VAS*	VAS 개선율(%)
1	9.0	0
2	8.0	11
3	7.8	13
4	7.4	17
5	7.4	17
7	7.2	20
10	7.5	16
12	5.8	35
15	5.4	40
20	4.5	50
25	2.8	70
30	1.9	79
35	1.8	80

타내었다. 실제로 이 환자는 통증으로 인하여 화장실 출입을 하지 못하고 있었는데 1회 조사후 환자의 화장실 출입이 가능하게 되었다고 몹시 좋아 하였는데 일반적인 치료법인 엄격한 휴식을 취하지 못하고 환자가 사회생활을 해 나가면서 치료를 받아야 되는 우리나라의 일반적인 환자의 입장에서 볼 때 상당히 의의있는 치료효과를 볼 수가 있을 것으로 추측된다⁶⁾.

위와 같이 치료에 사용되는 저출력 레이저의 생물학적 효과를 다시 알아보면, 결합조직, 인대조직, 골조직의 세포성장을 자극하고 신경세포의 재생효과가 있으며 prostaglandin의 변화와 특별한 효소들의 농도를 높이며 임파구의 능력을 감소시켜 항 염증작용과 조직 활성성을 증가시키며 또 인과관과 정맥의 재생을 증가시켜 부종의 감소와 혈관의 재생의 효과가 있으며 화상이나 수술과 같은 실험적 조직 자극후 섬유조직의 형성을 감소시키고 활동 전위의 진폭을 증가시켜 신경 기능을 자극하는 효과를 보임으로서 단순히 제통효과만을 발휘하는 것이 아니라 근본적인 질환 자체에도 부분적인 치료효과를 더해준다는 것을 명심하여야 하겠다⁷⁾.

레이저 치료시에 환자가 통증의 증가를 호소하는 수가 있는데 이것을 치료반응(treatment reaction)이라고 부르는데 이것은 레이저 치료의 결과로 국소 허혈부위의 혈류증가로 인한 통증 유발이라고 보고 있으

며 이는 잘못된 치료로 인한 것이 아니라는 점을 환자에게 인지시키고 계속적으로 치료를 시행하면 없어진다. 저출력 레이저를 사용할 때는 다음과 같은 몇가지 금기 및 주의 사항에 유의하여야 한다. 레이저 빔이 안구에 직접 조사되면 수정체의 신속한 조절력에 의하여 망막에 빔이 집중되어 영구적인 시력상실을 초래할 수 있으므로 시술자나 환자 모두 보호경을 착용하여야 한다. 유방비대증의 경우는 암 여부를 잘 판정한 후 치료 여부를 결정해야 하며 심박동기를 부착하고 있는 환자는 전하의 변화로 인하여 심박동기의 작동에 이상을 초래할 수 있으며 암환자, 전신성 바이러스 감염자, 경련 체질자, 그리고 임신부의 복부에 직접 조사하지 말아야 한다. 치료실에는 거울이나 타일과 같은 반사체를 두지 않아야 하며 벽이나 커튼도 빛의 반사를 줄일 수 있는 재질을 사용하여야 하고 He-Ne의 붉은 빛을 잘 흡수하는 녹색계통의 배색을 사용하여 빔의 반사와 산란을 막아야 한다.

이상의 고찰에서 볼 때 저출력 레이저는 근육의 긴장을 완화시키고, 혈관을 확장시켜 혈류를 개선하며, 통증 유발 물질의 대사를 촉진시키며, 생체활성물질을 생성 촉진시키며, 신경의 흥분성을 억제시키는 등의 기전에 의해 통증치료에 일익을 담당할 충분한 근거가 있다고 보아진다. 또한 이 치료법은 다른 치료법에 비해 그 적용이 비침습적이므로 환자에게도 상당한 편의성을 주게 된다. 그러나 아직까지 적절한 대조군과의

임상적 비교를 함으로서 그 효능이 뚜렷하게 증명되지 않았으며 또한 레이저의 기본적인 기전이 아직까지 정확하게 이해되지 않고 있기 때문에 이에 대한 연구가 더 필요하다고 본다.

참 고 문 헌

- 1) Mester E: *The Biomedical effect of laser application. Laser in Surgery and Medicine* 5: 31-39, 1985
- 2) Takashi M: *Morphological demonstration of low reactive laser therapeutic pain attenuation effect of the gallium aluminium arsenide diode laser. Laser Therapy* 1: 23-26, 1989
- 3) David MH: *Laser biostimulation: Review and Hypothesis. Laser Topics Summer*: 9-14, 1988
- 4) 김해규, 김인세: 대상포진 및 대상포진후 신경통의 관리. 대한통증학회지 제2권 제2호: 129-134, 1989
- 5) 문원배, 김해규, 백승환, 김인세, 정규섭: 대상포진성 신경통에 대한 저출력 레이저 치료. 대한통증학회지 3(1): 139-143, 1990
- 6) 김영추, 김해규, 백승환, 김인세, 정규섭: 척추 추간판 탈출증의 저출력 레이저에 의한 치험 2예. 대한통증학회지 4(1): 51-55, 1991
- 7) 정진우, 김해규, 백승환, 김인세, 정규섭: 백서의 좌골 신경 손상에 미치는 저출력 레이저의 효과(미출판).