

흰쥐의 화농성 슬관절염 치유에 He-Ne IR레이저 처치의 효과

부산 가톨릭대학교 임상병리학과, 물리치료학과*, 신라대학교 생명과학과**

김재영 · 노민희* · 고진복**

국문초록: He-Ne, IR Laser가 급성 화농성 슬관절염 치유에 미치는 효과를 알아보기 위해 Sprague-Dawley계 흰쥐를 포도상 구균으로 화농성 슬관절염을 유발 4일 후 부터 1일 1회 4분 및 10분 동안 7일간 레이저로 점조사를 하였다. 레이저 점조사를 한 동물 혈액의 효소활성과 IgG의 변화를 분석하여 얻은 결과는 다음과 같다. ALT활성은 대조군과 각 실험군이 비슷한 수준을 보였다. AST활성은 관절염군에 비해 10분 레이저군은 유의한 증가를 보였으나 4분 레이저군은 유의하게 감소하여 대조군과 비슷하였다. LDH활성은 대조군에 비하여 10분 레이저군은 유의하게 증가하였으나 관절염군과 4분 레이저군은 유의한 감소를 보였다. ALP활성은 대조군에 비하여 관절염군, 4분 및 10분 레이저군이 유의하게 감소되었으나, 그러나 관절염군에 비해 10분 레이저군은 유의한 증가를 보였다. CK활성은 대조군과 관절염군이 비슷하였으나, 관절염군에 비하여는 10분 레이저군은 유의하게 증가하였고, 4분 레이저군은 유의하게 감소되었다. IgG의 변화는 관절염군에 비해 10분 레이저군은 유의한 증가를 보였으며 4분 레이저군은 비슷한 수준을 보였으나 대조군에 비하여 각 실험군이 유의한 증가를 보였다. 이상의 결과를 종합해볼 때 레이저 치료로 근육에 많이 함유하고 있는 효소들이 염증이 있는 관절염군에 비하여 10분 레이저군에서 AST, LDH, ALP 및 CK활성과 IgG 농도는 유의하게 증가하였으나, 4분 레이저군에서는 AST, LDH, 및 CK활성이 관절염군에 비해 유의하게 감소된 것으로 봐 화농성 슬관절염 치유에 효과가 있는 것으로 생각된다. 앞으로 화농성 관절염에 대해 얻어질 수 있는 레이저 치료 효과와 치유기전, 그리고 적절한 조사시간에 대해서는 더 연구되어야 할 것으로 생각된다.

서 론

혈류를 통한 간접적 감염이나 외상성 관통 (Penetration)과 외과적 방법에 의한 직접적인 감염으로 발생할 수 있는 화농성 관절염은 특히 소아에서 많이 발생하나 모든 연령층에서 발생 가능한 질병이다.³⁾ 화농성 관절염은 관절액과 관절 조직에서의 감염으로, 주위관절을 파괴하고 염증성 변화를 초래하여 관절을 손상시켜 기형을 초래하지만 조기진단, 적절한 항생제 투여, 관혈적 배농술로써 치료할 수 있다. 그럼에도 불구하고 항생제 남용으로 인한 화농균의 내성 증가, 오진으로 인한 적절한 치료의 지연으로 후유증을 남기고 있으며 화농성 관절염은 오히려 증

가 추세에 있다고 한다.^{8,11)}

레이저는 1960년 Maiman의 루비 레이저로 처음 개발되어 그 후 레이저 치료에 관한 여러 연구가 활성화되어 피부과, 안과, 치과 및 이비인후과, 신경과, 정형외과, 성형외과 등으로 광범위하게 적용되고 있다.^{12,14-16)}

오늘날 의료분야에서 치료 효과가 일부 입증되고 있는 레이저는 조직 속에 레이저 에너지를 침투시켜 개개의 세포를 자극하여 진통, 항염, 항부종, 순환의 정상화, 미토콘드리아의 ATP 생성 자극, 단백질 합성 증가 등에 뛰어난 효과를 발휘하여 통증 치료 및 염증 치료에도 탁월한 효과가 있는 것으로 알려져 있다.

염증에 대한 레이저 치료에 관한 연구로 흰쥐의 피부 상처 치유에 대한 저에너지 레이저의 효과에 대해 김 등⁹⁾은 화상 쥐의 저에너지 레이저 치료 후 혈액의 생화학 성분 변화에 대해 연구함으로써 염증 치유와 조직 재생의 기전을 밝히고자 하였다. 또한 활액낭염, 활막염, 건초염, 상과염 등의 치료를

*는 문 접 수: 2000년 8월 28일

수정재접수: 2000년 9월 30일

†별책 요청 저자:

이 논문은 부산 가톨릭대학교 교내연구비에 의하여 연구되었음.

위해 He-Ne, IR 레이저로 점조사나 표면 (surface) 조사를 실시할 수 있다고 하였다. 그 외에도 대부분의 He-Ne, IR 레이저는 화농성 상처 치유에 효과적이라고 알려져 있고, 국소 조사는 광범위한 무통성의 천창 상처의 치유를 촉진시킨다고 하였다.^{4,5,13)}

본 연구는 이를 토대로 흰쥐의 슬관절에 화농성 관절염을 유발시켜 He-Ne, IR 레이저를 조사한 후 혈액의 일부 효소활성 및 면역물질의 변화를 조사하여 관절내 염증 치유에 레이저가 미치는 영향을 살펴보고 염증 치료에 레이저가 효과가 있는가를 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험동물

실험동물은 평균 체중이 212.9 ± 10.8 g인 건강한 Sprague-Dawley계 암쥐 24마리를 대조군, 관절염 유발군 (이하 관절염군), 관절염 유발동물에 4분 레이저 치료군 (이하 4분 레이저군) 및 10분 레이저 치료군 (이하 10분 레이저군) 등 4군으로 나누고, 한 군당 6마리씩 배정하였다. 사육실 환경은 온도 $22 \pm 2^\circ\text{C}$, 습도는 55~65%를 유지시켰으며, 실험기간 중 각 실험군들은 물과 사료를 자유롭게 섭취하도록 하였다.

2. 화농성 관절염 유발

실험군들은 관절염군과 레이저 치료군에 관절염을 유발하기 위해 탈모제 (치오클리산)로 탈모하였으며 알콜로 소독한 후 한 마리씩 슬관절낭에 $3 \times$

$10^7/\text{ml}$ 농도의 포도상 구균을 0.1 ml 투여하여 관절염을 유발시켰다.

3. 레이저 치료

레이저 치료는 저에너지 레이저인 He-Ne, IR Laser (LASOTRONICMED. 100. Lasotronic A, G, Switzerland)를 He-Ne Laser 파장 632.8 nm, 출력 20 mW, IR Laser 파장 830 nm 출력 20 mW \times 4로 사용하였다.

각 실험군들은 관절염 유발 후 3일째 관절염 유발을 확인하고 각 군별로 4일째부터 상기 기기를 사용하여 레이저 치료를 하였다. 치료시는 움직이지 못하도록 고정틀에 고정한 후 관절낭 부위를 소독하고 15 cm 거리에서 4분 레이저군 및 10분 레이저군에 각각 1일 1회 4분 및 10분 동안 7일간 점조사하였다.

4. 시료 채취 및 분석

시료 채취 및 분석은 7일 동안 레이저 치료를 마친 후 16시간 동안 절식시킨 쥐를 ethyl ether로 전신 마취 시킨 후 심장에서 혈액을 채취하였다. 채취한 혈액은 실온에서 30분 동안 방치한 후 3,000 rpm에서 20분간 원심 분리하여 혈청을 분리한 즉시 분석에 사용하였다.

혈액의 aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase, alkaline phosphatase, lactate dehydrogenase 및 creatine kinase의 활성측정은 생화학 자동분석기 Autohumalyzer 900S (Germany)를 사용하여 분석하였고, immunoglobuline G (IgG)는 IgG 분석용 Kit를 사용하여 분석방법에 따라 침강윤의 직경을 측정하고 표

Table 1. The changes of alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), alkaline phosphatase (ALP), lactate dehydrogenase (LDH), creatine kinase (CK) activities and immunoglobuline G (IgG) in blood of female rats the treated of He-Ne IR laser

Item	Group ¹⁾	Control	Arthritis	10 Min Laser	4 Min Laser
ALT (IU/L)		$36.76 \pm 3.21^{2),NS3)}$	39.03 ± 2.54	39.43 ± 3.14	37.15 ± 5.61
AST (IU/L)		115.60 ± 13.40^a	136.47 ± 4.84^b	155.15 ± 11.50^c	119.20 ± 13.78^a
LDH (IU/L)		89.17 ± 6.44^a	67.34 ± 5.03^b	121.37 ± 19.50^c	54.88 ± 8.56^d
ALP (IU/L)		223.50 ± 11.86^a	157.42 ± 11.80^b	182.49 ± 15.42^c	$167.42 \pm 11.78^b^c$
CK (IU/L)		243.70 ± 10.59^a	245.51 ± 16.44^a	320.65 ± 58.48^b	157.75 ± 13.21^c
Ig G (mg/dL $\times 10^2$)		34.13 ± 1.83^a	43.03 ± 2.84^b	50.32 ± 6.27^c	42.03 ± 3.16^b

¹⁾Control: normal group, Arthritis: acute septic knee arthritis group, 4 min or 10 min, Laser: acute septic knee arthritis for 4 minute or 10 minute He-Ne IR Laser therapy groups

²⁾All values are mean \pm SD (n=6). ³⁾Not significant

^{a-d)}Values with different superscripts within the same column are significantly different at $p < 0.05$

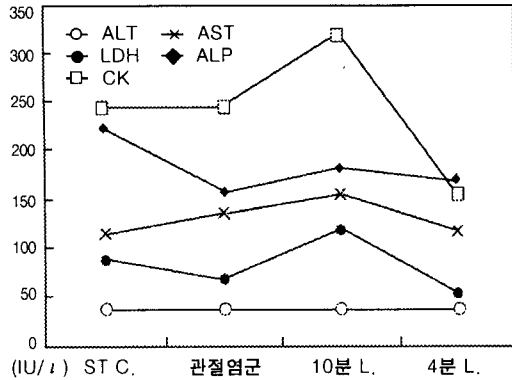


Fig. 1. The activities of ALT, AST, LDH, ALP and CK of blood on the treatment of He-Ne IR laser (mean values)

준선에서 농도를 구하였다.

본 실험의 결과는 평균치와 표준편차로 나타내었고 각 실험군 간의 유의성 검증은 $p < 0.05$ 수준에서 Student t-test를 이용하였다.

결 과

1. 혈액 생화학 성분 변화

본 실험에서 효소활성치와 IgG의 결과 ($M \pm SD$)는 Table 1에, 효소활성치의 평균치는 Fig. 1에, IgG의 평균치는 Fig. 2에 표시하였다.

ALT활성은 대조군과 관절염군, 4분 레이저군 및 10분 레이저군이 비슷한 수준으로 관절염 유발이나 레이저에 의한 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. AST활성은 대조군에 비해 관절염군은 약 18%의 유의한 ($p < 0.05$) 증가를 보였고, 그리고 관절염군에 비해 10분 레이저군은 약 14%의 유의한 ($p < 0.05$) 증가를 보인데 반해 4분 레이저군은 약 13%의 유의하게 ($p < 0.05$) 감소되어 대조군과 비슷한 수준으로 정상으로 회복되었다.

LDH활성은 대조군에 비해 관절염군은 약 25%의 유의한 ($p < 0.05$) 감소를 보였으나, 10분 레이저군은 오히려 약 36%의 유의한 ($p < 0.05$) 증가를 보였다. 그러나 4분 레이저군은 관절염군 보다 약 19%로 유의하게 ($p < 0.05$) 감소되었다.

ALP활성은 대조군에 비해 관절염군과 4분 및 10분 레이저군이 각각 30%, 18%, 25%로 유의한 ($p < 0.05$) 감소를 보였다. 그리고 관절염군에 비해 10분 레이저군은 약 16%의 유의한 ($p < 0.05$) 증가를 보였으나 4분 레이저군에서는 유의한 변화가 없었으며,

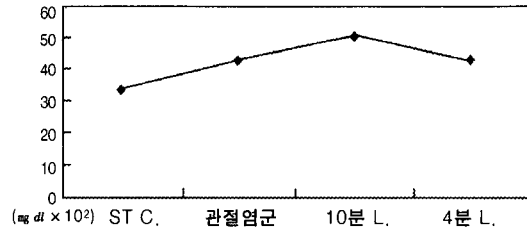


Fig. 2. The changes of the IgG on the treatment of He-Ne IR laser (mean values)

10분 레이저에 비해 4분 레이저군도 유의한 변화가 없었다.

CK활성은 대조군에 비해 관절염군은 유의한 변화가 없었으나 관절염군에 비해 10분 레이저군은 약 30%의 유의한 ($p < 0.05$) 증가를 보인데 반해 4분 레이저군은 약 36%의 유의한 ($p < 0.05$) 감소를 보였다. 또한 10분 레이저군에 비해 4분 레이저군은 약 50%로 유의하게 ($p < 0.05$) 감소되었다.

IgG 농도는 대조군에 비해 관절염군은 약 26%의 유의한 ($p < 0.05$) 증가를 보였고, 관절염군에 비해 10분 레이저군도 약 17%의 유의한 ($p < 0.05$) 증가를 보였으나 4분 레이저군은 유의한 변화가 없었으며, 10분 레이저군에 비해 4분 레이저군은 약 17%의 유의한 ($p < 0.05$) 감소를 보였다.

고 찰

세균성, 감염성 관절염이라고도 불리는 화농성 관절염은 bacteria, virus, fungus 등의 화농성 병원균이 관절강 내로 침입하여 발생한 관절액과 관절 조직에서의 감염질환으로 관절 주위 조직에 급성 혹은 만성 염증성 변화를 야기하여 관절을 손상시켜 강직과 기형을 초래한다.²⁰ 가장 흔한 원인균인 포도상 구균이 혈행성 또는 외상, 수술, 주사 등의 직접 감염으로 활액막에 증식하여 병원균과 이에 대항하는 인체의 면역기능, 특히 다형핵 백혈구로부터 나오는 유독성 물질과 단백질 분해효소의 생성으로 관절연골의 파괴가 일어난다.^{2,10,13}

레이저 (laser)란 Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation의 약자로써 복사선의 유도방출에 의한 광증폭이란 뜻으로 전기적으로 흥분된 원자나 분자의 전자들이 기준에너지 상태 (ground energy state)로 돌아올 때 생성되며 이 때 발산된 광자가 간섭작용을 일으켜 형성된다.^{1,17} 이러한 레이저를 인체에 조사하면 자극 효과를 발휘하여 세포

의 활동성을 증가시키고 histamine, serotonin, bradykinine 등의 효소 분비를 조절하여 통증을 감소시킬 수 있으며 혈관 확장 및 혈관 신생으로 임파액의 유출을 증가시키고 삼출액을 재흡수하여 부종을 감소시킨다고 하였다. 또한 교원섬유 생성과 모세혈관화나 세포분열 증대로 상흔 조직이나 손상 조직의 치유기간을 단축시키고, 병소 내 영양분과 산소의 증가로 대사산물을 제거시키고 국소 영양 상태를 개선시킬 뿐 아니라 prostaglandin E₂의 분비를 감소시키고 prostaglandin F_{2a}를 증가시켜 염증을 억제할 수 있다고 하였다.^{3,12)}

이에 따라 임상적으로 창상의 치유, 항염증반응, 류마티스 관절염, 퇴행성 관절염, 근막 동통, 요통 등에 레이저 치료를 적용시킬 수 있으나 그 기전이 아직 확실히 밝혀지지 않았으며 그 효과에 관해서도 논란이 많다.^{3,12)}

화상 쥐의 저에너지 레이저를 조사한 김재영 등⁹⁾의 연구에서는 7일간 치료시 ALT와 AST활성은 모두 유의한 감소를 나타냈다고 보고하였다. 본 실험에서는 ALT활성은 유의한 변화가 없었으며, AST활성은 관절염군에 비해 10분 레이저군은 유의하게 증가되었으나, 4분 레이저군은 유의하게 감소되어 정상수준으로 회복되었다. 이와 같이 근육에 많이 함유한 AST활성이 4분 레이저 치유군에서 염증군에 비해 유의하게 감소되었음은 치유 효과가 있는 것으로 생각된다.

김재영 등⁹⁾은 화상 쥐의 레이저 치료 효과 연구에서 LDH활성이 7일, 21일 모두 유의한 감소를 나타냈다고 보고하였는데, 본 실험에서 LDH활성은 관절염군에 비해 10분 레이저군은 유의하게 증가하였으며 4분 레이저군은 유의하게 감소하였다. 이로 미루어 보아 근육에 많이 함유하고 있는 LDH활성이 4분 레이저군에서 염증군보다 유의하게 감소하는 것은 치유의 효과를 반영하는 것이라 생각된다.

김재영 등⁹⁾은 화상 쥐의 레이저 치료 효과 연구에서 7일, 21일간 4.5분 레이저 조사군에서 ALP활성이 유의한 증가를 나타냈다고 보고하였다. 본 실험에서 ALP활성은 대조군에 비하여 각 실험군이 유의하게 감소되었다. 그리고 관절염군에 비해 10분 레이저군은 유의한 증가를 보였으나 4분 레이저군은 비슷한 수준을 보였다.

CK활성은 대조군과 관절염군이 비슷한 수준으로 관절염증에 의한 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 그러나 관절염군에 비해 10분 레이저군은 유의한 증가를 보였으나 4분 레이저군은 유의한 감소를

보였으며, 10분 레이저군에 대한 4분 레이저군은 유의한 감소를 보였다.

이와 같이 4분 레이저 조사군의 결과는 대부분 김재영 등⁹⁾의 연구와 유사하였고, 이로 미루어 보아 4분 레이저 치료군이 염증 치유에 효과가 있는 것을 반영하는 것이다. 10분과 4분 레이저군의 결과가 차이를 보인 것은 레이저 치료시간의 차이 때문인 것으로 사료되며 앞으로 레이저 치료시간에 따른 효과와 그 기전에 대한 세밀한 연구가 필요할 것이다.

면역반응에 관여하는 IgG 농도의 변화는 관절염군에 비해 10분 레이저군은 유의한 증가를 보였으나, 4분 레이저군은 비슷한 수준을 보였다. 그러나 모든 실험군이 대조군보다 유의하게 증가되었다.

이와 같이 혈액 검사에서 4분 레이저군이 10분 레이저군에 비해 대부분 수치가 낮게 나타난 것으로 보아 레이저 치료가 화농성 관절염을 어느 정도 치유시킨 것으로 생각되며, 10분 레이저군에서 대부분 수치가 높게 나타난 것은 염증반응을 더 활성화시켜서 치유를 지연시킨 것으로 생각된다. 이에 대해 10분이라는 레이저 조사시간이 인체 내 염증반응에 미치는 영향 및 기전에 대해서는 세밀한 연구가 필요하다라고 사료된다.

이상의 혈액분석 결과를 종합해 볼 때 레이저 치료시간은 10분보다는 4분이 더 효과적인 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 1) 계영철 (1996): 레이저 치료의 임상적 적용. 가정학회지, **17(4)**: 38-42.
- 2) 대한정형외과학회 (1995): 정형외과학. pp 142-143. 최신의학사, 서울.
- 3) 이상건 (1996): 통증에 대한 재활의학과적 견해. 대한의사 협회지, **39(16)**: 1477-1480.
- 4) Abergel RA, Lyons RF and Castel JC (1987): Biostimulation of wound healing by laser: Experimental approaches in animal models and in fibroblast cultures. *J Dermatol Surg Oncol*, **13**: 127-133.
- 5) Kana JS, Hutschenreiter G, Haina D and Waidelich W (1981): Effect of low-power density laser radiation on healing of open skin wounds in rats. *Arch Surg*, **116**: 293-296.
- 6) Kim NH, Kang KS, Kwon SW and Park CS (1984): The clinical study of Pyogenic Arthritis. *Korean Orthop Assos*, **19(6)**: 1003-1010.

- 7) Kim BO, Cho HS and Han KY (1996): A clinical study of the effect of Nd:YAG laser irradiation on inflamed gingiva. *Oral Biology Research*, **20(1)**: 237-247.
- 8) Kim YI, Kim YH, Choi JS and Lee YG (1992): The treatment of septic arthritis of the knee. *Korean Orthop Assoc*, **27(3)**: 781-786.
- 9) Kim JY, Lee HO, Rho MH and Young CH (1999): Effects of the low power He-Ne IR laser on the changes of blood chemistry components in burn rats (1998). *J Jisan College*, **17**: 271-280.
- 10) Lee SH, Hur CY, Chang JS, Song HY and Moon JY (1991): A clinical study upon acute osteomyelitis and pyogenic arthritis. *Korean Orthop Assoc*, **26(6)**: 1891-1895.
- 11) Lee WY, Lee GH, Kim GH, Lee HS and Moon DH (1996): Acute septic arthritis and osteomyelitis in neonatal period. *Infection*, **28(4)**: 359-366.
- 12) Maiman TH (1960): Stimulated optical radiation in ruby. *Nature*, **187**: 47-50.
- 13) Park SO and Lim YT (1995): Clinical observation of septic arthritis in children. *Medical of Pusan University*, **35(2)**: 101-106.
- 14) Ratz JL (1995): Clinics in dermatology. *Laser Physics*, **13**: 11-20.
- 15) Walker MD, Rumps, Baxter GD, Hirst DG and Lowe AS (2000): Effect of low-intensity laser irradiation (660 nm) on a radiation-impaired wound-healing model in murine skin. *Lasers Surg Med*, **26(1)**: 41-47.
- 16) Walsh IJ (1997): The current status of low level laser therapy in dentistry. Part 1. Soft tissue applications. *Aust Dent J*, **42(4)**: 247-254.
- 17) Yoo MC (1984): Laser surgery in orthopedic field. *Korean Med Asso*, **27(2)**: 119-124.

=Abstract=

**The Effect of He-Ne IR Laser Therapy on The Healing of
Acute Septic Knee Arthritis in Rat**

Jai-Young Kim, Min-Hee Rho^{*} and Jin-Bog Koh^{}**

Department of Clinical Laboratory Science, Pusan Catholic University, Pusan 609-757, Korea

^{}Department of Physical Therapy, Pusan Catholic University, Pusan 609-757, Korea*

*^{**}Department of Life Science, Silla University, Pusan 616-736, Korea*

The purpose of this study was to find out the effect of He-Ne, IR laser therapy for 4 and 10 minutes on healing of septic arthritis. Sprague-Dawley rats (212.1 ± 10 g) were randomly assigned to one control and three arthritis groups. Septic arthritis groups were divided into arthritis control, 4 or 10 minute laser therapy groups. Arthritis was experimentally induced by intraperitoneally administration of staphylococcus aureus in citrate buffer (pH 4.3). These result were obtained as follows: AST, LDH, ALP, CK activities and IgG concentration in 10 minute laser group were significantly increased compare with those in the arthritis group. AST, LDH and CK activities in 4 minute laser group were significantly decreased compare with those in the arthritis group. We think that laser therapy in 4 minute may effective on the healing of septic arthritis. And we will have to study of the effect of laser therapy on healing mechanism, appropriate time of septic arthritis.

Key Words : Septic arthritis, Laser Therapy, Enzymes, Immunoglobulin

[Korean J. Biomed. Lab. Sci., 6(3): 223-228, September, 2000]

[†]Corresponding author