

저 에너지 레이저 파장이 화상쥐 혈청 무기질 성분 변화에 미치는 영향

부산가톨릭대학 물리치료학과
노 민 희 · 이 현 옥
동남보건대학 임상병리과
용 준 환

The Effects of the Low Power Wavelengths of Helium-Neon Infra-Red Laser on the Changes of the Serum Mineral Components in Burn Rats

Rho, Min - Hee · Lee, Hyun - Ok

Department of Physical Therapy, Catholic University of Pusan

Yong, Joon - Hwan

Department of Clinical Pathology, Dongnam Health College

<Abstract>

This studies were to investigate the effects of low power wavelengths Helium-Neon Infra-Red(He-Ne IR) laser on the changes of the serum mineral components in burn rats, The thirty Spraque-Dawley adult male rats were assigned to the 5 groups: the experimental groups(3), the burn control group(1) and the control group(1). There was made three degree burn by the 250 mW IR on the back of each rats, from 3 days after being burned, the experimental laser groups were irradiated low power wavelengths(292 Hz, 1168 Hz, 4672 Hz) He-Ne IR laser for 5 minutes every day during the 7 days.

The results were as follows;

1. There were significantly not changes of the levels of serum sodium between all experimental groups.
2. The concentration of potassium in serum on the treated with 292Hz wavelengths group during 5 minutes were significantly increased ,but with 1168Hz wavelengths group were decreased to the those of burn group.
3. The concentrations of serum calcium in serum 1168Hz wavelengths laser group on the treated with 5 minutes laser were significantly higher to normal level than those of burn groups.

As above results, the changes of the 2 essentials mineral(calcium and potassium) in serum levels on the healing process have meaningful effected with the low power wavelengths role on the treated with He-Ne IR lascr.

Key word :burn rat, serum mineral component, He-Ne IR laser

I. 서론

화상 치료의 목적은 burn shock의 예방과 국소부위의 창상감염을 국소화 시키는데 있으며, 화상환자의 수액요법으로 수분과 혈장단백 손실을 보충해야 하고, 수분과 Na⁺ 등의 전해질 농도가 화상부위에 증가하여 부종이 발생한다고 보고하였다(김승주, 1983). Shimazaki 등(1977)은 화상부위의 부종으로 소변의 감소, Monafu 등(1973)과 Caldwell 등(1971)은 고장성 식염요법으로 부종형성 감소를, Pruitt(1978)는 화상 후 시간이 지나면서 부종의 증가를, Fox 등(1954)은 화상으로 인한 혈장내 Na⁺의 감소와 K⁺의 증가를 보고하였다.

화상 후 숙주방어 기전은 어느 단독변화에 의하지 않고 일차적으로 피부의 손상에 의한 염증반응과 이에 따른 비특이성 숙주방어 기전인 대식세포의 변화, 중성구 및 림프구 변형, 보체계 변화 등, 화상후 면역기전의 변화는 복잡하여 어느 단독변화로 설명하기란 쉽지 않다(Rapaport 등, 1964). 특히 화상 시 면역억제는 여러 가지 실험지표에 의해 증명되고 있다. 즉, 화상을 입은 환자에서는 동종피부이식 생존기간의 연장, 지연성 피부 과민성 반응의 저하, mitogen에 대한 반응저하(McIrvine 등, 1982), lymphokine 생산 감소(Xi-Ming 등, 1983) 등을 볼 수 있으나, 이에 대한 정확한 기전은 확실하게 밝혀지지 않고 있다.

루비레이저가 처음 소개된 이래, 오늘날 의학분야에서 여러 종류 레이저가 다양한 목적으로 이용되고 있다. 특히 저출력 레이저는 최근 물리치료 임상현장에서 널리 이용되고 주목받고 있으나 그 효과와 작용기전에 관해 논란의 여지가 많은 것은 사실이다(Ann, 1997). Kana 등(1981)은 25mV의 He-Ne레이저와 45mV의 Argon 레이저를 사용하여 흰쥐 피부상처의 교원질 합성을 비교하였을 때 He-Ne 레이저가 가장 효과적이라고 주장하였으며, Lievens(1991)는 8.8mV의 IR레이저를 사용하여 혈액 순환 증가 효과를 관찰하였고, Rochkind 등(1989)은 16mV의 He-Ne 레이저 조사가 중추와 말초 신경계의 회복에 미치는 효과와 비슷하게 피부상처와 화상상처 치유에도 효과적이라고 보고하였다. Ann(1997)은 830nm의 He-Ne IR 레이저를 157mV로 적용하여 레이저치료군과 대조군의 창상 길이의 변화를 비교한 결과 레이저치료군이 대조군에 비해 창상 길이가 유의하게 감소되어 레이저 조사로 창상치유가 촉진되었으며,

Goldman(1996)은 상처의 출혈에 대해 레이저 조사 후 혈액 응고의 촉진효과가 증명되었다고 보고하였다. 또한 Basford 등(1986)은 저에너지 레이저치료가 세포의 분열과 식균, 면역 및 호흡의 변화를 촉진하였다고 보고했다.

이에 저자들은 화상 후 발생하는 혈중 무기질의 성분 변화를 좀더 깊이 이해하기 위해 생쥐에 심도 화상을 입힌 후 저에너지 He-Ne IR 레이저를 조사하여 상처치유 발생에 관여할 것으로 생각되는 무기질의 혈청 내 변화를 측정하고자 본 실험을 시도하였다.

II. 실험재료 및 분석방법

1. 실험동물 및 식이

실험동물은 평균체중이 $260 \pm 18.46g$ 되는 Sprague-Dawley계 숫쥐로 각 군당 6 마리씩 5군으로 30 마리를 체중이 비슷한 것끼리 배정하였다. 실험동물은 1개의 대조군과 1개의 화상대조군, 그리고 3개의 레이저실험군들로 구분하였다.

화상제작은 화상대조군과 레이저실험군들의 화상을 유발시키기 위해 흉 배부와 요 배부 사이를 탈모면고를 이용하여 완전히 털을 제거한 후 직경이 1.5cm 크기의 원통 깔때기를 고정한 후 250 mW 단파적외선을 이용하여 1cm 거리에서 10분간씩 조사하여 3도 심부화상을 유발시켰다.

레이저 치료는 저에너지 He-Ne IR Laser(Lasotron MED. 100, Lasotron A.G. Switzerland)를 사용하였으며, 그 재원은 He-Ne 파장이 632 nm, 출력 20 mW, IR Laser 파장은 830 nm, 출력 20 mW×4이다. 상기 기기를 사용하여 화상 후 3 일째부터 심부 3도 이상 화상반응으로 나타난 염증조직을 확인하고, 각 군별로 레이저치료를 각각 292 Hz, 1168 Hz, 4672 Hz로 실시하였다. 치료 시 움직이지 못하도록 고정 틀에 고정된 후 Canon-1365를 사용하여 하루에 한번씩 약 15cm 거리에서 각 군별로 매일 5분씩 7일 동안 조사하였다.

2. 시료채취 및 분석

모든 실험동물은 레이저 치료 7일째가 되기 전 16 시

간을 절식시켰으며, ethyl ether로 전신 마취한 다음 흉부를 절개하여 심장 내에서 직접 채혈하였다. 채혈된 혈액은 실온에서 30분 방치한 후 3000 rpm에서 20분간 원심분리하여 혈청을 분리한 즉시 각 성분 분석에 사용하였다. 무기질은 전해질자동분석기 (NOVA,

Blomedical, 200, SER. NO. LOHC, 90021, U.S.A.)을 사용하여 분석하였다.

본 연구에 실험결과 자료는 평균치와 표준편차로 나타내었고, 통계적 유의성 검증은 $P < 0.05$ 수준에서 student t-test를 이용하여 상호 비교하였다.

Table 1. The Changes of the Serum Mineral Components on the Treatment Wavelengths of He-Ne IR Laser for 7 Days.

Groups	Na ⁺ (mM/L)	K ⁺ (mM/L)	Ca ²⁺ (mM/L)
Control	143.67±1.21a	4.00±0.21 a	11.29±0.29 a
Burn-control	146.00±0.89 a	4.23±0.21 a	10.70±0.61 b
292 Hz	145.83±1.72 a	4.60±0.28 b	10.58±0.29 b
1168 Hz	145.00±0.89 a	3.65±0.23 c	11.03±0.18 ac
4672 Hz	146.17±1.17 a	4.03±0.14 ad	10.77±0.22 bd

All values are Mean±SD(n=6)

Values within a column with different superscripts letters are significantly different each other groups at *P<0.05

Ⅲ. 결 과

화상 후 발생하는 생체기능의 변화를 이해하기 위하여 30마리의 생쥐를 대조군(control group)과 화상대조군(burn group), 그리고 심도 화상을 입힌 후 저에너지 He-Ne IR을 7일간 조사하는 3개의 레이저치료군(292 Hz, 1168 Hz, 4672 Hz groups)으로 구분하여 실험을 실시한 후, 혈청 무기질 농도변화를 측정하여 비교·분석한 결과는 Table 1.과 같았다.

1. Serum sodium(Na⁺)의 농도 변화

혈중 Na⁺ 농도는 대조군에 비해 화상대조군과 레이저치료군들 사이에서 약간 증가하였으나 유의성은 나타나지 않았다. 또한 화상대조군에 비해서 모든 레이저치료군들 사이에서도 유의성 있는 변화는 나타나지 않았다 (Fig 1).

2. Serum potassium(K⁺)의 농도 변화

혈중 K⁺의 농도는 대조군에 비해 화상대조군과 4672 Hz 치료군은 변화가 없었으나 292 Hz 치료군은 유의하게 증가되었고, 1168 Hz 치료군은 유의하게 감소되었

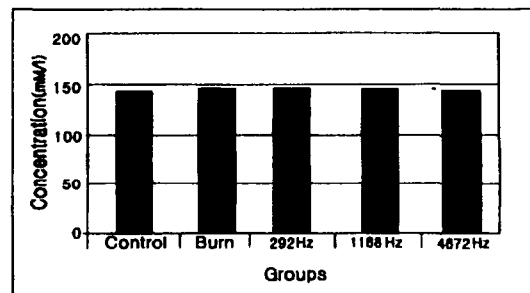


Fig 1. The Changes of the Serum Serum Concentration on the Treatment Wavelengths of He-Ne IR Laser for 7Days

다. 화상대조군에 비해서도 292 Hz 치료군은 유의하게 증가되었고, 1168 Hz 치료군은 유의하게 감소되었다. 또한 292 Hz 치료군에 비해 1168 Hz과 4672 Hz 치료군들은 유의하게 감소되었으나, 1168 Hz에 비해 4672 Hz 치료군은 정상 값으로 유의성 있게 증가되었다.

Fox 등(1954)은 화상으로 파괴된 조직과 혈구로부터 K⁺가 유리되어 혈중농도가 증가된다고 보고하였는데, 본 실험에서도 292 Hz 파장 레이저로 치료한 군들에서는 상기 보고와 일치하였으나 1168 Hz 치료군에서는 오히려 감소되었다. 이것은 레이저의 주파수가 신체 조직에 다른 효과적인 영향을 미친다고 생각되어 앞으로 연구되어야 할 과제라 사료된다.

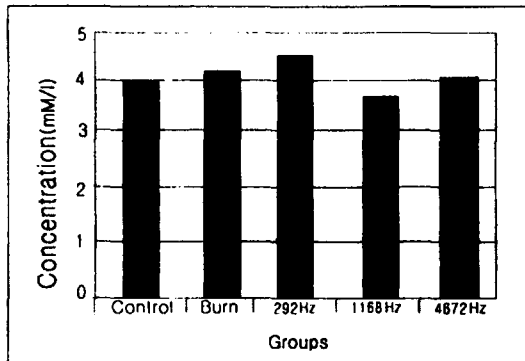


Fig 2. The Changes of the Serum Potassium concentrations on the Treatment Wavelengths of He-Ne IR Laser for 7Days

3. Serum calcium(Ca²⁺)의 농도 변화

Ca²⁺치는 대조군에 비해 292 Hz와 4672 Hz 치료군 등에서 유의하게 감소되었고, 화상대조군과 1168 Hz 치료군들에서는 감소되었으나 유의성은 없었다. 화상대조군에 비해 292 Hz와 4672 Hz 치료군들에서는 큰 변화가 없었고, 1168 Hz 치료군에서는 유의하게 증가되었다. 또한 292 Hz 치료군에 비해 1168 Hz 치료군은 유의하게 증가하였으나, 4672 Hz 치료군은 유의성은 없었다. 그러나 1168 Hz 치료군에 비해 4672 Hz 치료군에서는 오히려 유의하게 감소되었다(Fig 3).

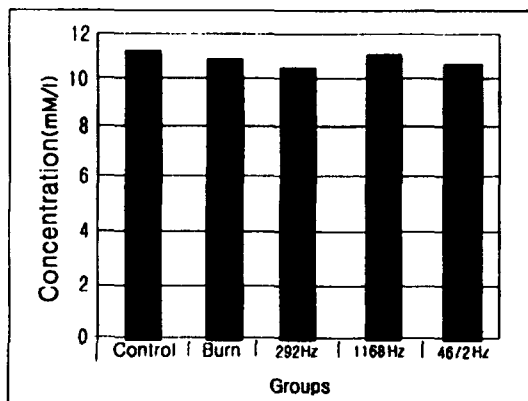


Fig 3. The Changes of the Serum Calcium Concentration on the Treatment Wavelengths of He-Ne IR Laser for 7Days.

IV. 고 찰

화상치료의 목적은 burn shock의 예방과 국소 부위

의 창상감염을 국소화시키는데 있으며, 화상환자의 수액 요법으로는 수분과 혈장단백 손실을 보충해야 한다고 보고하였다(김승주, 1983). Moyer 등(1965)은 화상부위의 수분과 전해질, 특히 화상부위의 Na⁺가 농도가 높아져 부종이 발생한다고 하였고, Shimazaki 등(1977)은 고장성 용액을 투여한 환자의 Na⁺의 농도가 165mEq/L 까지 증가하여 소변량의 급격한 감소를 나타냈다고 하였다. Monafu 등(1973)과 Calwell 등(1971)에 의하면 화상환자에 250 mEq/L 이상의 Na⁺을 포함한 유산을 가한 고장성 식염용액을 사용하여 수액용법을 실시한 결과 부종형성 감소를 보였다고 보고하였다. 그리고 Puritt(1978)는 혈관내 체액의 손실은 화상 후 6시간 내지 8시간 사이에 가장 크며, 24시간 동안 점차적으로 부종이 발생 발생한다고 하였다. Fox 등(1954)는 화상으로 인한 환부 조직부위에는 Na⁺량이 증가되는 동시에 수분은 부종부위로 소실되므로 혈장 내에서 화상 후 24 시간 내지 72 시간 내에 Na⁺의 감소를 보였고, K⁺는 화상에 의해 파괴된 조직세포와 혈구로부터 유리되어 세포 밖으로 나오기 때문에 K⁺가 증가하게 된다고 하였다

본 연구 결과에서는 국소적인 화상으로 인한 상처치유로 혈액 내 체액손실이나 국소적인 부종은 나타나지 않았으며, 혈중 Na⁺농도도 대조군이나 화상대조군 모두에서 큰 변화가 없었고 유의성도 나타나지 않았다. 또한 레이저 치료효과도 큰 의미는 나타나지 않았는데, 이것은 레이저가 Na⁺의 혈중농도 변화에 별 영향을 주지 않은 것으로 사료된다.

K⁺는 Na⁺와 반대로 주로 세포내액에 존재하며, 그 양이온의 대부분을 차지하여 혈액 중에서는 혈구 중에 대부분이 내포되어 있지만 혈장 중에도 일정량이 내포되어 있다. 물 및 그 밖에 전해질 이온과의 상대적 조성에 의해 삼투압 및 산-염기평형 조절에 관여하고 있다. 그 기능은 생체 내에서 신경 및 근육의 흥분성의 유지에 관여하며, 특히 심근의 활성화에 중요한 작용을 하고 있다. 또한 혈장 중 K⁺의 농도는 여러 종류의 호르몬의 조절을 받는 동시에 세포내액으로부터 유출, 신장에서의 여과 및 재흡수 정도에 따라서 변동된다. 김승주(1983)의 연구에서 K⁺ 농도가 대조군에 비해 당뇨대조군이나 레이저 3분 치료군들에서 증가한 것은 화상으로 인한 급격한 세포 파괴 혹은 세포 내 K⁺와 H⁺이 교환 증가나 K⁺ 배출이 억제되었을 가능성 때문이며, 레이저 4분 치료군과 5분 치료군에서 감소된 것은 화상으로 인한 상처가 치유

단계에 들어가 레이저 치료효과가 있는 것으로 판단되고 하였다.

본 실험에서 292 Hz 파장 레이저로 치료한 군들에서는 상기 보고와 일치하였으나 1168 Hz 치료군에서는 오히려 감소되었다. 이것은 레이저의 파장이 신체 조직에 다른 효과적인 영향을 미친다고 생각되어 이 역시 앞으로 연구되어야 할 과제라고 사료된다. 특히, 어떤 기전에 의해 레이저 에너지가 그런 효과를 갖고 있는지 연구가 필요하다고 생각된다

Ca²⁺은 약 50% 정도가 알부민과 결합하여 존재하고 45%가 이온화 상태로 혈장과 세포간질액에 있는데, 이는 신경과 근육계통의 안정성 유지에 매우 중요하게 작용하고 있다. 김승주(1983)의 연구에서는 화상후 6-7mg%의 저알부민증은 알부민이 부족된 저알부민증(hypoalbuminemia)으로 오는 경우가 많으며, 이로 인한 임상증상은 별로 나타나지 않아 문제되지 않지만 화상환자의 Ca²⁺치는 알부민치와 관련지어 관찰할 필요가 있다고 보고하였다. 장희평(1972)도 Ca²⁺은 소아, 16세 및 성인 화상환자에서 7-10mg%로 낮게 나타났으며, 이것은 저알부민증에 의한 것이라고 보고하였고, 이온물질들은 생리적 항상성 유지기전에 의해 정상유지를 조절되므로 Ca²⁺과 혈청 알부민을 동시에 검사하는 것이 필요하다고 하였다.

본 연구에서 Ca²⁺ 농도가 대조군에 비해 화상대조군이 나 레이저치료군에서 유의성 있게 감소된 것은 상기 연구보고와 일치한다. 그러나 Ca²⁺ 농도가 대조군 이하로 감소된 것은 알부민이나 세포 간질액으로 이동된 결과로 해석되지만, 그 확실한 기전은 지속적인 연구가 필요하다고 생각된다.

V. 결 론

본 실험은 저 에너지 레이저의 효과를 알아보기 위한 기초실험으로 혈청 무기질의 농도 변화를 조사하였다. 흰쥐에 3도 화상을 유발시켜 He-Ne IR 레이저로 7일 동안 5분씩 조사하여 파장에 따른 혈청 무기질의 농도변화를 비교·분석하여 얻은 결과는 다음과 같다.

1. Sodium(Na⁺)농도는 레이저 파장에 따른 변화는 없었다.

2. Potassium(K⁺)은 화상대조군에 비해 292 Hz 치료군은 유의하게 증가하였고, 1168 Hz 치료군은 오히

려 유의하게 감소되었다.

3. Calcium(Ca²⁺)은 화상대조군에 비해 1168 Hz 치료군에서 정상치로 증가되었다.

상기와 같은 결과로 미루어 볼 때 저에너지 레이저의 파장에 따른 효과는 화상치유 혈청에 관여할 수 있는 혈청 무기질 성분 변화에 영향을 주는 것으로 생각된다.

< 참고 문헌 >

- 김승주 : 화상후 Hemoglobin, Hematocrit 치와 혈청 Na⁺, K⁺, 및 Ca²⁺치의 변동에 관한 고찰. 고려대학교 대학원 의과대학 석사학위 논문. 1983.
- 장희평 : 화상후 혈액상 혈청 주요 전해질 및 뇨 소견의 변동에 관하여. 대한의과학 회지, 14:107-112, 1972.
- Ann SY : Effects of low-power laser and TDP on the cutaneous wound healing. D. thesis of the department of biology graduate school. Catholic University of Taegu, 1997.
- Basford JR, Hallman PM, Sheffield CG, Mackey GL : Comparision of cold-quartz ultraviolet, low-energy laser, and occlusion in wound healing in a swine model. Arch. Phys. Med. Rehabi., 67: 151-154, 1986.
- Caldwell FT, Casali RE, Flanigan W, et al : What constitutes the proper solution for resuscitation of severely burned patient. Ann. J. Surg., 122: 655-662, 1971.
- Fox CL, Lasker SE, Winfield JM, et al : Albumin, potassium, sodium, and chloride redistribution and electrolyte loss after surgical trauma and extensive burn. Ann. Surg., 140: 524-530, 1954.
- Goldman L : Effects of new laser systems on the skin. Arch. Dermatol., 108: 385-390, 1996
- Kana JS, Hutschenreiter G, Haina D, Waidelich W : Effect of low-power density laserradiation on healing of open skin wounds in rats. Arch. Surg., 116: 293-296, 1981.
- Lievens PC : The effect of I.R. laser irradiation on the vasomotricity of the lymphatic system.

- Laser in Medical Science, 6: 189-191, 1991.
- Monafo WW, Chuntrasakul C, Ayvazian VH :
Hypertonic sodium solution in the treatment
of burn shock. Am. J. Surg., 126: 778-784,
1973.
- Moyer CA, Margraf HW, Monafo WW : Burn
shock and extravascular sodium deficiency
treatment with ringer's solution with lactate.
Arch. Surg., 90: 789-795, 1965.
- Munster AM : Post-traumatic immunosuppression
is due to activation of suppressor T-cells.
Lancet I: 1329-1334, 1976.
- McIrvine AJ, O' Mahony JB, Saporoschetz I,
Mannick JA : Depressed immune response in
burn patients. Ann. Surg., 196: 297, 1982.
- Puritt BA : Advances in fluid therapy and the
early care of the burn patient. World J. Surg.,
2: 139-145, 1978.
- Rapaport FT, Converse JM, Horn L, et al :
Altered reactivity of skin homografts in severe
thermal injury. Ann. Surg., 159: 390-397,
1964.
- Rochkind S, Rousso M, Villarreal M, et al :
Systemic effect of low-power Laser irradiation
on the peripheral and central nervous system,
cutaneous wounds, and burns. Lasers Surg.
and Med., 92: 174-182, 1989.
- Shimazaki S, Yoshioka T, et al : Body fluid
change during hypertonic lactated saline
solution therapy for burn shock. J. Trauma,
17: 38-45, 1977.
- Xi-Ming G, Tsi-siang S, Chin-Chun Y, Wei-Shia
H : Changes in lymphocytes response to
phytohemagglutinin and serum
immunosuppressive activity after thermal
injury. Burns, 10: 86-93, 1983.