

## 미세전류 전기자극이 흰쥐의 화상에 미치는 영향

김세훈·김정우

(서남대학교 의과대학 해부학교실)

박장성

(서남대학교 물리치료학과)

## Effect of Microcurrent Electrostimulation on the Burn of Rats

Kim Se-Hoon, P.T. · Kim Jung-Woo, Ph.D.

(Dept. of Anatomy, College of Medicine, Seonam University)

Park Jang-Sung, P.T., Ph.D

(Dept. of Physical Therapy, Seonam University)

### ABSTRACT

**Purpose:** This study aims to examine effect of microcurrent electrostimulation on burn healing by electric intensity and of which the electric intensity on the acute burn being cured with microcurrent electrostimulation therapy.

**Methods:** 28 Sprague Dawley Rats is classified into a control group of 8 rats, an experimental group I of 10 rats and an experimental group II of 10 rats. The control group is not cured, the experimental group I is exposed to 10 Hz, and 100  $\mu$ A with microcurrent electrostimulation, and the experimental group II is exposed to 10 Hz, 300

---

교신저자 : 김정우 (우) 590-711 전북 남원시 광치동 서남대학교 의과대학 해부학교실

전화 : 063-620-0312

$\mu A$  for 15 minutes a day. The next day, 2th, 4th, and 6th day after rats is burned.

Result: There are not significant differences of length change of the burn cure between the control group, the experimental group I, and the experimental group II by a period. However, systematically hair follicle cell on the 2th day and epidermal cell on the 6th day turn up in the experimental group I, and the experimental group II.

Inquiry: Nancy(1994) did not obtain the desired result when the skin of a pig is exposed to 0.1 Hz, and 100  $\mu A$  for wound healing. In the result of the study, when burn length is measured on the 2th, 4th, and 6th to see the length change of acute burn, there is not significant differences among 3 groups.

Conclusion: Statistically, there is not significant differences of the length change between 3 groups. However, systematically the burn is cured faster in the experimental group I, and the experimental group II than in the contrast group.

## 1. 서론

산업의 발전과 생활양식이 다양해짐에 따라 화상환자의 발생빈도는 날로 증가하고 있으며, 치료법의 발달로 오히려 사망률은 감소하고 있기 때문에 장애자의 발생빈도는 점점 증가하고 있는 추세이다. 따라서 이러한 화상환자를 위한 재활의학적 치료와 환자관리의 필요성은 더욱 절실하게 되었다 (Artz, 1979).

화상환자의 치료와 관리에 있어서 재활의학의 참여는 화상의 초기에 시작되어야 하며, 물리치료, 작업치료를 비롯하여 환자와 가족의 교육, 심리요법의 제공과 직업훈련에 이르기까지 가장 장기적인 치료를 요한다 (Davidson, 1981; Larson, 1978).

화상은 열, 화약약품, 전기, 방사선 등에 접촉하여 초래된 신체손상이며 뜨거운 물이

나 증기에 의한 것을 말한다. 2도 화상은 피부를 더 깊이 관통하며 물집이 생길 수 있다. 이 모든 과정은 조직을 파괴한다 (Encyclopaedia Britannica, 1994).

전기자극 중 10-6A(1  $\mu A$ )의 범위에서 조직에 감각수준하자극(sub-sensory level stimulation)을 제공하는 형태를 미세전류자극(microcurrent stimulation)이라고 한다 (McMakin, 2004). 이러한 미세전류자극은 경피신경전기자극(transcutaneous electrical nerve stimulation)이나 유도전류(faradic current)와 같은 형태보다 전류의 강도가 훨씬 낮기 때문에 다른 형태의 전기자극과는 구분되고, 주파수 및 극성을 다양하게 사용하면 각 세포 그룹에서 보다 많은 효과를 얻어낼 수 있다 (Champman-Jones 등, 2002).

미세전류자극은 여러 가지 원인으로 초래된 창상, 욕창, 궤양, 화상, 부종, 외상, 피부 이식술 후 치유촉진으로 사용한다. 양극 활성전극을 창상부에 대고 비활성전극을 적절

한 부위에 대거나 또는 활성전극과 비활성 전극을 창상부위 위, 아래에 대고 자극한다(이재형, 1995). 또한 이재형(1995)은 미세전류전기자극이 직접 세포의  $Ca^{2+}$ 에 영향을 주고 평활근을 이완시켜 혈류량을 증가시키며, 신경물질로도 간접적으로 작용한다고 보았다. 미세전류전기자극에 사용되는 전기의 수준은 아주 낮은 전류로서 신체 자체의 생리적 전류의 범위정도이기 때문에 감각적으로 편안하게 느껴지며 전기적인 안정성도 탁월하여 부작용이 거의 없다. 대부분 환자들이 거의 느끼지 못하는 감각이하의 전류범위는 적용방법의 전류밀도와 환자 개인의 피부저항에 따라 다르기는 해도 대개  $200\sim 300\ \mu A$  이하이다(정진우, 1991). 미세전류전기자극에서는 가피의 형성, 염증세포의 출현이 빠르게 일어나고 섬유아세포의 활동도 빠른 시간 내에 일어났다. 또한 상피의 재생이 빨리 일어나며 결합조직의 배열이 치밀하여 상처회복이 빠르게 진행되었다(권원안 등, 2000).

미세전류전기자극에 대한 연구들에서 주파수는 0.3 Hz, 전류강도는  $100\ \mu A$ 로 통증치료에서 유효하지 않았다(Elizabeth et al, 1997). 또한 미세전류전기자극기로 암컷 쥐의 피부창상을 14일 동안 하루에 2시간씩 0.3 Hz,  $100\ \mu A$ 를 사용하여 치료한 결과 유효하지 않았다고 보고하였다(Leffmann et al, 1994). 그러나 돼지의 창상부에 양극은 전극을 매입하고  $50\sim 300\ \mu A$ 의 연속직류전류로 자극한 결과 5일 후 콜라겐 합성능력이 증가하였고 상피화가 빨라져 창상치유가 촉진되었다고 보고하였다. 30명의 궤양환자를 대상으로  $100\ \mu A$ 의 저강도 직류전류로

자극하고 보존적 치료군과 창상크기변화를 측정하여 비교한 결과 전기자극군의 치유속도가 1.5~2.5배 빨랐다고 보고하였다(이재형, 1995). 미세전기자극 치료를  $300\ \mu A$ 로 1회 30분 치료하고 레이저 치료에서는  $1\ J/cm^2$ , 1회 10분 동안 6 mW로 치료한 결과 미세전기자극 치료에서 유효하였다(Hüseyin, 2004).

따라서 본 연구는 흰쥐의 등쪽 피부 부위에 파라핀으로 화상을 유발시킨 후 전류강도에 따른 미세전류전기자극이 화상 회복률과 조직학적 변화 등에 미치는 효과를 알아보기 위하여 주파수 10 Hz, 전류강도  $100\ \mu A$ 와 주파수 10 Hz, 전류강도  $300\ \mu A$ 를 이용하여 미세전류전기자극기에 효과를 알아보고자 하는데 목적이 있다.

## II. 연구방법

### 1. 실험대상

본 연구는 몸무게가  $160\sim 260\ g$ 인 생후 15~20주의 Sprague Dawley 암컷 흰쥐 28마리를 이용하며, 예비실험을 통하여 실험의 제한점을 보완하고, 허약하거나 피부에 손상을 가진 쥐는 제외시킴으로써 실험결과에 미칠 수 있는 외적 요인들을 최소화 하였다. 실험군 및 대조군은 총 3군으로 구분하여 실험을 진행하며, 화상을 유발한 후 대조군( $n=8$ )은 처치를 하지 않으며, 실험군 I( $n=10$ )은 미세전류전기자극기로 주파수 10 Hz, 전류강도  $100\ \mu A$ 와 실험군 II( $n=10$ )는

주파수 10 Hz, 전류강도 300  $\mu$ A로 각각 15분간 적용 하였다. 사육실은 평균온도 21 $\pm$ 2 $^{\circ}$ C, 평균습도 55 $\pm$ 10%로 유지하며, 명암은 12시간 주기로 하였다. 각 군당 실험 화상 유발 후 치료일로부터 1일, 2일, 4일, 6일이 경과한 시기에 각각 조직을 적출 하였다. 고형사료와 물은 자유롭게 먹도록 하며, 예비실험은 2007년 1월 6일부터 동년 동월 7일까지 실시하였고, 실험기간은 2007년 1월 8일부터 동년 동월 14일까지 7일간 실시하였다.

## 2. 연구 방법

### 1) 화상유발

화상유발을 위해 실험동물들의 등 쪽과 배 쪽 경계 부위를 전기면도기를 사용하여 직경 7 cm를 삭모하였다. 삭모된 부위에 화상을 일으키기 위하여 118~122 $^{\circ}$ C의 파라핀을 스포이드로 흡입하여 떨어뜨린 후 3~5분 후에 제거해 주었다(그림 1).

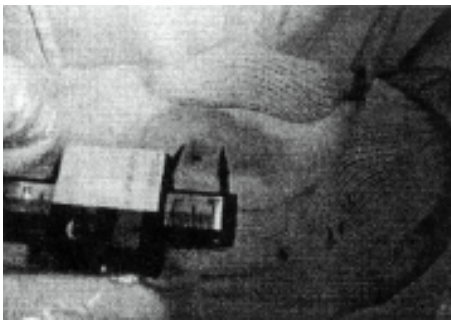


그림 1. 화상크기 측정

### 2) 미세전류전자자극기 적용

본 실험은 두개의 실험군에 각각 10마리

를 선정하여 미세전류전자자극기로 실험군 I을 주파수 10 Hz, 전류강도 100  $\mu$ A로 적용하였고, 실험군 II를 주파수 10 Hz, 전류강도 300  $\mu$ A로 하였으며 하루에 15분씩 적용하였다(그림 2).

양극을 두부 쪽으로 음극을 꼬리 쪽으로 미세전류전자자극기를 적용하였다(이재형, 1995)

실험군의 동물은 1일 1회씩 일정 시간을 정하여 5일 동안 치료하였다. 그리고 대조군 8마리를 무작위로 선정하여 아무런 처치도 하지 않았다.

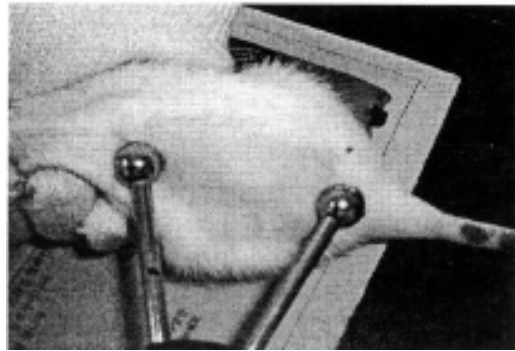


그림 2. 미세전류전자자극 적용

### 3) 조직학적 검사

실험동물을 수술용 메스를 사용하여 화상 부위를 1~2 cm 간격 넓이로 조직을 적출하였으며, 대조군은 1, 2, 4, 6일 간격으로 화상조직을 적출하였고 실험군은 각각 2, 4, 6일 간격으로 화상조직을 적출하였다. 적출한 조직은 10% 포르말린 고정액에 담가 48시간 후 흐르는 물에 수세하였다. 다음 일반적인 조직의 탈수, 투명 및 침투과정을 자동조직 처리장치기를 사용하고, 파라핀 블록을 제작하였다. 제작된 파라핀 블록을

회전식 조직 박절기를 사용하여 화상중양 부위에서 수직방향으로 5  $\mu\text{m}$  두께의 연속 횡단 절편을 작성하여 39°C로 24시간 건조한 후 Hematoxylin-Eosin(H&E) 염색을 실시하였으며, 탈수, 봉입하여 조직슬라이드를 제작하였고 광학현미경을 사용하여 각 군의 화상조직의 회복정도를 관찰하고 부착된 현미경 사진작업을 수행하였다

### 3. 분석방법

통계학적 분석은 윈도우용 SPSS 12.0프로그램을 사용하였다. 본 연구는 각 집단의 화상 후 1일, 2일, 3일, 4일이 지남에 따라 화상 크기의 차이를 알아보기 위해 독립 t-test를 사용하였다. 분석 시 유의수준  $\alpha = .05$ 로 하였다.

## III. 결 과

### 1. 조직학적 변화

화상 부위에 조직학적 변화를 관찰하고자 H&E 염색 후 광학현미경으로 조직 관찰을 시행하였다. 화상 2일 후에 대조군에서는 모낭세포가 새롭게 형성되는 것을 발견하지 못하였으나, 실험군 I 과 실험군 II에서 모낭세포가 재생되는 것이 관찰 되었다(그림 3a, 3b, 3c).

화상 6일 후에 대조군은 새롭게 표피층이 재생이 지연되었으나 실험군 I 과 실험군 II에서는 표피층의 완전히 형성되는 것을 발견 하였다(그림 3d, 3e, 3f).



그림 3a. 화상 2일후  
대조군(H&E, x100)



그림 3b. 화상 2일후  
실험군 I (H&E, x100)



그림 3c. 화상 2일후  
실험군 II(H&E, x100)



그림 3d. 화상 6일후  
대조군 (H&E, x100)



그림 3e. 화상 6일후  
실험군 I (H&E, x100)



그림 3f. 화상 6일후  
실험군 II(H&E, x100)

## 2. 화상치유 평균 길이 변화

화상치유 평균 길이변화를 보면 화상 후 5일까지 실험군 I (32.56%)과 실험군 II (33.94%)에서는 화상치유 크기의 변화가 비

슷하였다. 그러나 대조군(22.3%)에서는 화상 치유 크기의 변화가 실험군 I 과 실험군 II 보다는 적게 증가하였다(표 2).

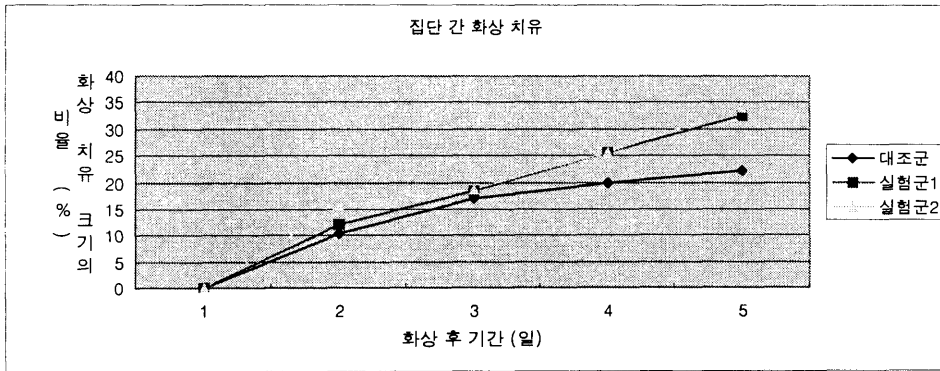


그림 4. 기간별 화상치유의 길이변화

## IV. 고 찰

본 연구는 화상치유에 효과적인 미세전류 전기자극 강도를 알아보고 미세전류전기자극치료 시 화상치유에 관여하는 조직학적 변화를 관찰하고자 하였다.

선행 연구를 통한 치유 기전을 살펴보면 크게 3단계인 염증기, 증식기, 성숙기로 나눌 수 있다. 염증기는 손상직후에 시작하여 약 3~5일에 끝나며 발적, 부종, 미온, 통증이 특징이다. 증식기는 표피 재형성이 일어나고 상처가 깊어지는 동안 섬유모 세포는 확산하고 증식한다(Susan et al, 2007). 본 연구는 1일 부터 6일 동안 조직학적으로는 표피의 괴사와 상부 진피의 부종을 보였다.

조직학적 변화를 보면 2일에서 실험군 I 과 실험군 II는 대조군보다 모낭세포 회복의 차이가 보였다. 또한 6일에서는 표피세포 회복의 차이를 보였다. 또한 급성기 화상의 크기 변화를 보기 위해서 2, 4, 6일째까지의 화상길이를 측정하였는데 대조군과 실험군 사이에서 화상길이 변화에 유의하지 않았으나 화상치유의 과정에 있어서 다소 그 크기가 줄어드는 것을 관찰할 수 있었다.

미세전류전기자극 치료기는  $\mu A$ 로 치료하는 것으로서 경피신경자극 치료기에서 사용하는 mA와는 생체전기에 대한 의미 측면에서 매우 다름을 알 수 있고, 상처치유에 대한 미세전류전기자극의 높은 효과가 증명되었다(Carley et al, 1985). 본 연구는 화상치유에 미세전류전기자극 유무와 전류 강도에 따라 효과를 알아보고자 미세전류전기자극

기의 전류강도에 따른 치료를 적용함으로써 급성기 화상치유에 미치는 조직학적 변화를 관찰하였는데 실험군에서 모두 진피조직 속에서 모근 세포의 재생이 대조군에 비하여 빨리 재생됨을 확인 하였다. 이것은 전기자극에 의한 모근세포의 재생을 촉진함을 의미한다. 또한 상피세포의 재생 또한 대조군에 비하여 빨리 완성됨으로서 전기자극이 상피세포의 재생에도 관여함을 증명한다.

본 연구는 선행 논문에서 사용된 피부 부위를 삭모한 후 고온수를 처리하는 방법을 참고하였다. 이러한 물을 이용한 방법에 의한 화상모델은 불에 의한 화상방법보다 신뢰할 만한 결과를 보여준다고 하였는데, 그 이유는 화상의 깊이와 면적을 쉽게 표준화할 수 있고, 전신적인 화상에 의한 다른 외상으로부터 실험동물을 보호할 수 있기 때문이라고 하였다(Schildt et al, 1970). 화상으로 인한 피부자체의 손상 결과를 살펴보면, 2도 화상으로 홍반, 부종 및 통증과 수포를 초래하였다(김상태 등, 2001).

물리치료분야에서 사용하는 미세전류전기자극으로 시술한 지 3분이나 5분 안에 즉각적인 전기적 무통각증이 일어나기도 하지만 미세전류전기자극 치료의 평균 치료시간은 15~20분이다(박래준, 2004). 본 연구는 이러한 화상 치유에 효과적인 미세전류전기자극기를 15분씩 적용하였다.

Nancy 등(1994)은 돼지 피부에 주파수는 0.1 Hz, 전류강도는 100  $\mu$ A로 창상치유 시 유효하지 않았다. 본 실험 결과에서도 급성기 화상의 크기 변화를 보기 위해서 2, 4, 6 일째까지의 화상길이를 측정하였는데 대조군에 비해 10 Hz, 100  $\mu$ A와 300  $\mu$ A의 강도

로 치료한 군에서 화상길이 변화에 유의하지 않았으나, 화상치유의 과정에 있어서 다소 그 크기가 줄어드는 것을 관찰할 수 있었다.

본 연구에서는 대조군에 비해 실험군 I 과 실험군 II를 적용하였을 때 조직학적 검사에 가장 큰 변화를 보였는데 화상치유에 전 과정을 본 것이 아니므로, 차후에 더 오랜 기간 동안의 연구를 통해서 화상치유의 전 과정을 살펴봄으로써 어떠한 강도가 가장 효과적으로 치유되는 지를 연구 할 필요가 있다.

## V. 결론

본 연구는 화상치유에 미세전류전기자극 유무와 전류강도에 따른 효과를 알아보고자 미세전류전기자극기와 전류강도에 따른 치료를 적용함으로써 급성기 화상치유에 어떠한 전류강도가 더 효과적인지 알아보기 위해 화상 길이를 측정하였고, 조직학적 치유 과정을 보기 위해 조직을 적출해 광학현미경을 통해 관찰하였다. 28마리의 SD종을 3 그룹으로 각각 8마리 10마리 10마리씩 나누었으며, 각 군당 치료를 화상 유발 후 6일간 시행하였다. 1, 2, 4, 6일째 되는 날 조직을 적출하여 H&E 염색을 시행하였고 조직을 관찰한 결과 화상 후 2일 경과 후 실험군 I 과 실험군 II에서는 모낭세포가 가장 뚜렷하게 형성되었다. 그러나 대조군에서는 형성되지 못했다. 또한 6일 경과 후 실험군 I 과 실험군 II에서는 표피세포가 관찰되며

조직 치유가 잘 되었음을 볼 수 있었다. 하지만 대조군에서는 표피세포가 관찰되지 않았다.

화상길이 변화는 화상 유발 후 매일 화상 길이를 측정하였는데 그 결과 화상 길이 변화는 대조군과 실험군 I 과 실험군 II에서 통계학적으로 가장 유의한 차이가 없었으나, 화상치유의 과정에 있어서 다소 그 크기가 줄어드는 것을 관찰할 수 있었다. 따라서 이 실험을 통해 미세전류자극 유무와 전류강도에 따라 유의한 차이가 없었지만 조직학적으로는 실험군 I 과 실험군 II에서 빠른 화상 치유를 보였다.

## 참고문헌

김상태, 안규중. : 피부과학. 145, 2001  
권원안, 박래준, 박윤기, 황태연 : 맥동전자장에너지의 미세전류가 가토의 상처치유에 미치는 영향. 대한물리치료학회지, 12(3); 319-329, 2000.  
이재형 : 전기치료학. 418, 423-426, 1995.  
이재형 : 조직치유 전기자극. 57, 1999.  
박래준 : 전기치료학. 430, 2004.  
정진우 : Microcurrent의 통증완화 효과에 대한 고찰. 대한물리치료사학회지, 12(2); 195-205, 1991.  
Artz CP : Burns: A team approach. Philadelphia, W.B. Saunders. 1979.  
Carley HI Wanapel SF. : Electrotherapy for acceleration of wound healing: low intensity direct current. Arch phys Med

Rehabil. 66;443-446, 1955.  
Chapman-Jones D, Hill D. : Novel microcurrent treatment is more effective than conventional therapy for chronic achilles tendinopathy. Physiotherapy, 88(8);471-80, 2002.  
Davidson TN, et al : Social support and post-burn adjustment. Arch Phys Med Rehabil, 62;274-278, 1981.  
Hüseyin Demir : Laser therapy better than ultrasound at promoting wound healing in rats. Professional Medical News, 10, 2004.  
Jeffrey A, Bonacci, Elizabeth JH. : Effects of Microcurrent Treatment on Perceived Pain and Muscle Strength Following Eccentric Exercise. Journal of Athletic Training, 32(2);119-123, 1997.  
Larson DL, et al : Contractures and scars formation in burn patient. Clin Plast Surg, 1;653-666, 1974.  
Leffmann DJ, Arnall DA, Holmgren PR et al : Effect of microamperage stimulation on the rate of wound healing in rats: a histological study. Physical Therapy, 74(3);3:195-200, 1994.  
McMakin CR. : Microcurrent therapy: a novel treatment method for chronic low back myofascial pain. J Bodywork and Movement Therapies, 8;143-53, 2004.  
Schildt B, Nilson A. : Standardised burns in mice. Eur Surg Res, 2;23-33, 1970.  
Susan B. O'Sullivan, Thomas J. :



Schmitz. Physical Rehabilitation,  
1091-1113, 2007.  
Nancy NB., Alison LM., Judith MW., et  
al. : Pulsed Microamperage Stimulation:

A Controlled Study of Healing of  
Surgically Induced Wounds in Yucatan  
Pigs. Physical Therapy, 74(3);201-213,  
1994.