

## 미세혈관 수술 후 혈관 연축의 예방을 위한 개선된 온열전등

좋은문화병원 수부-미세수술센터, 인제대학교 간호학과\*

안성민 · 황소민 · 허은숙 · 박정미 · 박경아 · 오진아\*

— Abstract —

### Improved Heat Lamp for Preventing Arterial Spasm after Microvascular Surgery

Sung-Min Ahn, M.D., So-Min Hwang, M.D., Eun-Suk Huh, RN,  
Jung-Mi Park, RN, Kyung-A Park, RN, Jina Oh, Ph.D. RN\*

*Hand and Microsurgery Center, Good Moonhwa Hospital,  
Department of Nursing, College of Medicine, Inje University\**

**Purpose:** Heat therapy by heat lamp after microvascular surgery is being used for preventing blood vessels's contraction and blood-flow's disturbance. As usually, incandescent lamp has been used. But there have been several problems and need for improvement in the existing heat lamp treatment. So we would like to introduce improved heat lamp to keep an appropriate temperature and intensity of illumination.

**Methods:** The existing heat lamps are the ones of general light stands covered with newspaper, having 60 watt light bulb of incandescence and lampshade made of aluminum. We have tried to improve shortcomings of the existing heat lamps by enlarging the size of aluminum lampshade and attaching a curtain that can block heat and light. We conducted a comparative study between the existing and improved heat lamps. Under the assumption that there are several affected parts, we have also measured the distance from heat lamp to patients' eye region and then intensity of illumination.

**Result:** The target temperature of surface was realized in 11 minutes with the maximum temperature reaching at 36.6 degrees C in 28 minutes at the existing heat lamp while the target temperature reached in 7 minutes with the maximum temperature reaching at 39.0 degrees C in 17 minutes at the improved heat lamp. The existing and improved heat lamp showed 38 lx and 0.1 lx of intensity of lamination, respectively.

**Conclusion:** Using improved heat lamps, we can keep an appropriate temperature and we think we can make contribution to patients' treatment by making them and their neighbors able to sleep with minimized disturbance thanks to low intensity of illumination secured by blocking light.

**Key Words:** Microvascular surgery, Heat therapy, Heat lamp

\*통신저자: 황 소 민

부산광역시 동구 범일 2동 899-8

좋은문화병원 수부-미세수술센터

Tel: 051-630-0199, Fax: 051-630-0145, E-mail: sominhwang@hanmail.net

## I. 서 론

1965년 Tamai<sup>1</sup>에 의해 미세혈관 수술을 이용한 절단 수지의 재접합이 성공한 이래 재접합술 및 유리피판술 등을 위한 미세혈관 수술은 수술 술기 및 경험, 수술 장비 및 재료, 술 후 감시 장치, 약물 등의 발전으로, 그 성공률이 저자에 따라 91%에서 98%까지 높아졌다. 하지만 수술 실패의 가능성은 여전히 존재하며, 그 원인으로는 크게 문합한 혈관의 연속(spasm)과 혈전 형성 그리고 미세혈관 술기상의 실수라고 알려져 있다.<sup>2-4</sup> 이런 수술 실패를 극복하고자 미세혈관 접합수술을 시행 받은 환자에게서 재접합한 혈관의 혈류 유지를 위해 여러 가지 방법이 사용되어 왔다. 그 중에서 온도 저하에 의한 혈관 연속 및 그로 인한 혈류 장애를 막고자 온열요법이 시행되어 왔는데, 적외선 치료기 등 좋은 제품도 있지만, 보편적으로 구하기 쉽고 가격이 저렴하기 때문에 백열등과 알루미늄 전등갓으로 이루어진 일반적인 온열전등이 사용되고 있다. 하지만 이러한 기존의 온열전등은 외부환경과 격리가 되지 않아 열의 누출에 따른 효과적인 온도 상승이 되지 않고, 외부환경의 온도 및 대류의 변화에 따라 예상하지 못한 온도변화가 일어날 수 있는 점이 지적되었다. 또, 온열전등의 높은 조도에 의해 환자뿐만 아니라 병실 내 환자들의 수면을 방해할 수 있다는 점이 문제가 되어 온열전등의 효율적인 온도 상승 및 유지, 높은 조도로 인한 수면방해 등을 해결하기 위해 저자들은 일반적으로 사용되는 온열전등에 간단한 조작을 통해 실효성 있는 개선된 온열전등을 제작하여 시험해보고 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

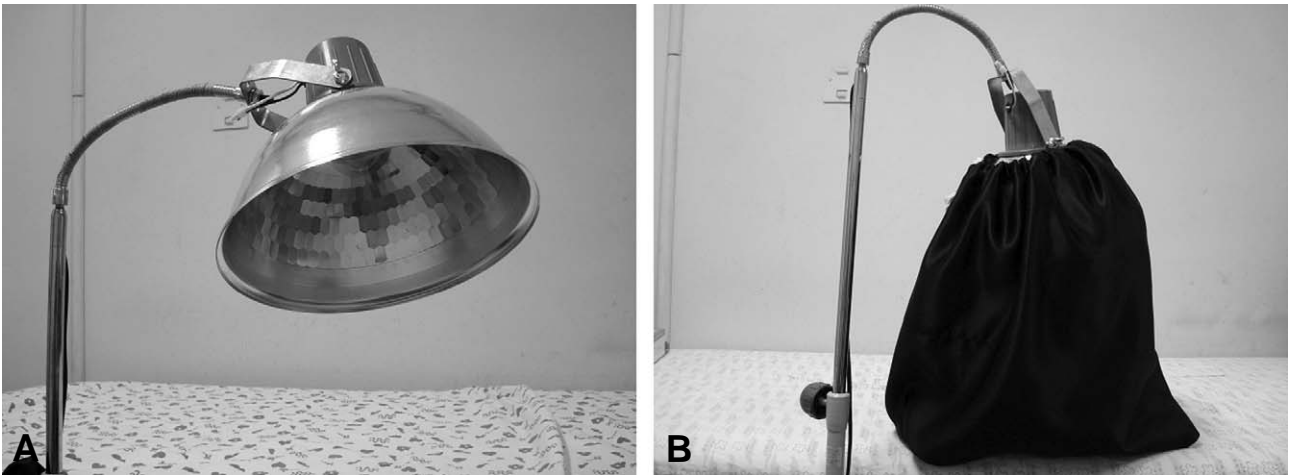
## II. 연구재료 및 방법

### 가. 연구재료

- 1) 기존의 온열전등(existing heat lamp)  
백열등에 알루미늄 전등갓을 씌운 후(Fig. 1A) 신문지를 덧씌운 스탠드형의 온열전등(Fig. 1B)
- 2) 개선된 온열전등(improved heat lamp)  
기존의 것보다 알루미늄 전등갓의 크기를 늘리고(Fig. 2A) 외부환경과 격리시켜 열과 빛을 차단시킬 수 있는 암막커튼(black-out fabrics)을 부착한 스탠드형의 온열전등(Fig. 2B)
- 3) 온도계(thermometer) (Fig. 3)  
정확한 실험실내 온도측정과 실험 중 표면온도(Table 1)를 측정하기 위한 디지털 온도계(range:  $-5\sim 50^{\circ}\text{C}$ , AW, Oregon Scientific)
- 4) 조도계(illuminometer) (Fig. 4)  
기존의 온열전등과 개선된 온열전등을 각각 사용시, 환자와 병실내 다른 환자에게 미치는 조도(lx)를 측정하기 위한 디지털 조도계(range:  $0.01\sim 20,000\text{ lx}$ , 1336, Woojung system)
- 5) 실험실  
연구는 실험실에서 이루어졌으며, 실험실은 환자의 병실과 유사한 환경으로 크기는  $4.39\times 1.62\times 2.35\text{ m}^3$  이며, 실내온도는  $25.5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ , 습도  $55\pm 1\%$ , 실내조도는 온도측정시는 400 lx, 조도측정시는 0 lx를 유지하였다.



**Fig. 1.** Existing heat lamp (A) General light stands having 60 watt light bulb of incandescence and lampshade made of aluminum. (B) Covered with newspaper.



**Fig. 2.** Improved heat lamp (A) Enlarging the size of aluminum lampshade than existing heat lamp. (B) Covered with curtain made of black-out fabrics.



**Fig. 3.** Thermometer (range: -5~50℃, AW, Oregon Scientific)

나. 연구방법

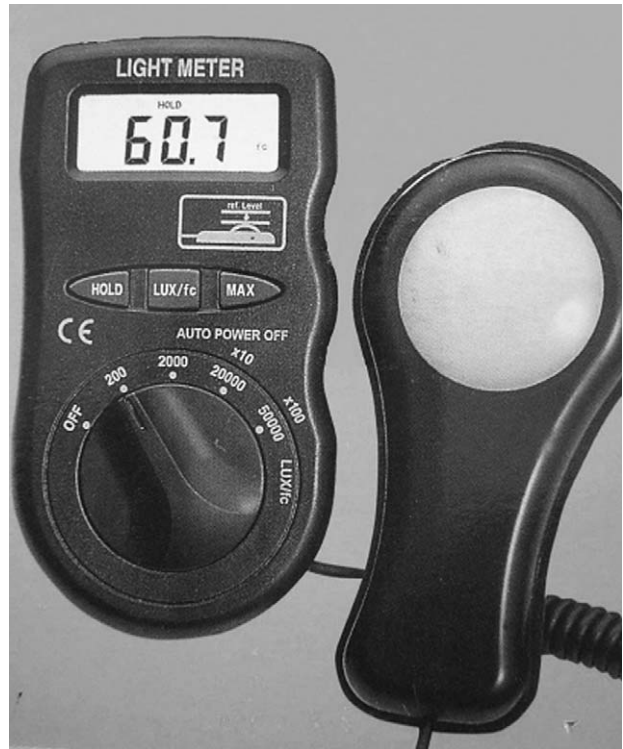
본 연구는 환자의 체온에 의한 오류를 방지하고 온열전 등 만의 효과를 알아보기 위해 실험실에서 아래의 방법으로 이루어졌다.

1) 온도측정

면 성분의 침대 덮개위에 온도계의 센서를 움직이지 않게 고정된 후 센서의 직상방에 열원인 백열전구가 위치하도록 온열전등을 설치하였다.

a. 기존의 온열전등과 개선된 온열전등을 이용한 준비 연구(pilot study)

기존의 온열전등과 개선된 온열전등을 각각 30 watt와 60 watt의 두 가지 백열전구의 열원에서 25~50 cm까지 5 cm 단위로 거리를 달리하며 시간의 변화에 따라 표면온도를 측정하였다. 이 시험을 통하여 최고온도가 목표



**Fig. 4.** Illuminometer (range: 0.01~50,000 lx, 1336, Woojung system)

온도(Table 1)인 35℃에 도달하면서 화상의 위험에서 안전하면서 상처치유를 방해하지 않는 40℃ 이하로 유지되어 온열치료에 합당한 조건을 각각 본연구(main study)를 위해 선정한다.

b. 온열치료에 합당한 조건을 이용한 본연구

준비연구에서 선정된 온열치료에 합당한 조건으로 기존의 온열전등에서는 60 watt의 열원과 25 cm 거리 조건이 선정되었고, 개선된 온열전등에서는 30 watt의 열원

과 30 cm 거리 조건이 선정되어 각각 condition A와 B로 표시하여 실험하였다.

즉, condition A는 60 watt의 열원과 25 cm의 거리 조건의 기존의 온열전등이고, condition B는 30 watt의 열원과 30 cm의 거리 조건의 개선된 온열전등이다.

Condition A와 B를 시간에 따른 표면온도의 변화를 관찰하여 목표온도인 35℃에 도달하는 시간과 최고온도 및 최고온도에 도달하는 시간을 기존 온열전등과 개선된 온열전등에서 측정하여 결과를 비교한다.

## 2) 조도측정

기존의 온열전등과 개선된 온열전등에서 환부가 수부라는 가정 하에 성인남자의 손에서부터 눈까지의 거리(약 75 cm)만큼 떨어진 곳에서 조도를 측정한다. 또, 옆 침상과 건너편 침상의 평균 거리만큼 떨어진 곳(각각 108, 398 cm)에서 조도를 측정한다.

## Ⅲ. 결 과

### 가. 온도측정

#### 1) 준비연구(Table 2)

표면온도가 목표온도인 35℃에 도달하면서 40℃ 이상으로는 올라가지 않는 온열요법의 이상적인 조건으로는 기존의 온열전등에서는 60 watt의 열원과 25 cm 거리

조건이 치료에 합당하였고, 개선된 온열전등에서는 30 watt의 열원과 30 cm 거리 조건이 치료에 합당하였다.

#### 2) 본연구(Table 3)

두 온열전등 중에서 준비연구를 통해 치료에 합당한 조건으로 시간별 온도변화 추이를 관찰한 결과 condition A에서는 11분에 목표온도에 도달하였고 28분에 36.5℃의 최고온도에 도달한 반면, condition B에서는 7분에 목표온도에 도달하였고 17분에 39.0℃의 최고온도에 도달하였다.

#### 나. 조도측정(Table 4)

환자에게 영향을 미치는 조도는 기존의 온열전등에서 38 lx, 개선된 온열전등에서 0.1 lx로 측정되었다. 그리고 옆 침상에서의 조도는 각각 11 lx, 0 lx, 건너편 침상의 조도는 각각 6 lx, 0 lx 이었다.

## Ⅳ. 고 찰

재접합술 및 유리피판술 등의 미세수술은 수술 술기 및 경험, 수술 장비 및 재료, 술 후 감시 장치, 약물 등의 비약적인 발전을 했음에도 불구하고 실패의 가능성은 여전히 존재한다. 실패 원인으로는 당뇨, 고혈압, 저혈압 등의 전신 상태와 미숙한 수술 술기, 문합부위의 혈전형

**Table 1.** Definition of term

표면온도	발열원인 전구로부터 일정거리 떨어진 가상의 치료부위에서의 온도
목표온도	온열요법시 목표로 하는 표면온도로서 35℃로 설정한다.
최고온도	실험시 각 조건에서 3분 동안 온도가 상승 없이 고정되는 표면온도

**Table 2.** Results of Pilot Study

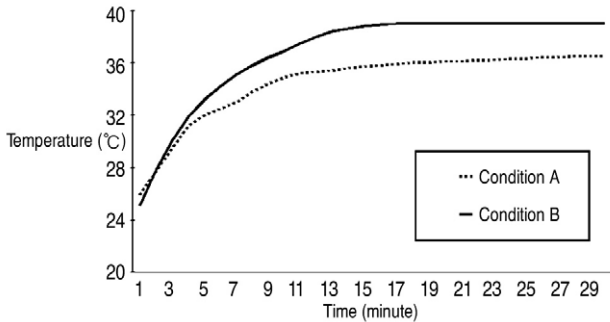
			25 cm	30 cm	35 cm	40 cm
30W	Existing	TRTT* (minute)	x <sup>†</sup>	x	x	x
	heat lamp	Max. temp.(℃)	32.2	30.6	29.0	28.6
	Improved	TRTT (minute)	5	7	14	19
	heat lamp	Max. temp. (℃)	44.3	39	36.7	35
60W	Existing	TRTT (minute)	11	x	x	x
	heat lamp	Max. temp. (℃)	36.5	33.2	32.0	30.6
	Improved	TRTT (minute)	1	2	2	2
	heat lamp	Max. temp. (℃)	H <sup>‡</sup>	H	H	48.8

\*: Time to Reach Target Temperature

<sup>†</sup>: Not reach to target temperature

<sup>‡</sup>: High temperature above 50℃

**Table 3.** Results of Main Study: Measurement of Temperature



성 그리고 혈관 연축 등을 들 수 있다.<sup>3,4</sup>

그 중에 수술의 성공을 위하여 원인이 되는 혈관연축을 방지하기 위해 수술 중에는 혈관문합 주변부의 혈관외막(adventitia)의 제거, 칼슘통로 차단제 도포 등을 시행하고 있고 수술 후에는 온열 장판, 온열 전등을 이용한 온열요법을 시행하고 있다.<sup>5</sup>

혈관이 저온에 노출되면 교감신경계(sympathetic nerve system)가 활성화되어 노르에피네프린(norepinephrine)이 유리가 되면 혈관외막의 알파수용체( $\alpha$ -receptor)가 자극이 되어 혈관연축을 일으킨다고 알려져 있다.<sup>6,8</sup> 온열요법은 이런 저온에 의한 노르에피네프린의 유리를 차단하여 혈관 연축을 방지하게 되고, 혈류량을 유지하게 된다.

일부에서는 시판되는 적외선 치료기를 이용하여 온열요법을 시행하고 있는데, 이런 적외선 치료기는 사용이 간편하지만 구입에 따른 비용적 문제로 보편화 되어있지 않다. 그리고 저자들이 경험한 바로는 짧은 시간 안에 온도가 상승하지만 열이 집중되지 못하여 거리에 따라 열전달 효과의 차이가 커서 가까이 두면 너무 고온으로 유지되어 화상의 위험성이 있는 반면에 거리를 두면 전등갓 역할을 하는 구조물이 없기 때문에 열이 방사되어 열전달이 효과적으로 되지 않아 목표부위엔 온도 상승이 부족하고 원하지 않는 부위까지 온도 상승이 이루어지는 단점이 있었다.

그래서 저자들은 구하기 쉽고 비용적 부담이 없는 일반 백열전구와 알루미늄 전등갓으로 구성된 온열전등을 이용하여 온열요법을 시행하고 있다. 이전까지 사용되어진 기존의 온열전등은 외부환경과 격리가 되지 않아 온도유지 및 치료가 어렵고, 열원인 백열전등의 밝은 빛 때문에 환자의 수면에 방해가 되고, 같은 병실 내 다른 환자들의 불만을 야기하는 문제점이 지적되었다. 그래서 이러한 문제점을 해결하기 위해 온열전등을 개선하였는데, 실험 결과를 살펴보면 개선된 온열전등에서 기존의 온열전등보다 낮은 watt의 열원과 떨어진 거리임에도 효과적인 온도 상승과 유지가 되었다. 그리고 개선된 온열전등이 기존의

**Table 4.** Results of Main Study: Measurement of Illumination

Side	Distance (cm)	Existing heat lamp (lx)	Improved heat lamp (lx)
Patient's Bed	75	38	0.1
Beside Bed	108	11	0
Opposite Bed	398	6	0

것보다 빠른 시간에 목표온도에 도달하였다. 이로 인해 실제로 환자에 적용시, 감시 및 소독 등의 작업 후에 실내온도 만큼 떨어진 환부 주위 온도를 보다 빠르게 치료에 적합한 온도로 상승시켜주는 효과도 얻을 수 있을 것으로 생각된다. 또, 효과적인 외부와의 차단으로 빛을 거의 모두 차단하여 온열전등의 밝은 빛에 의한 수면방해를 해결하였다.

Wadsworth 등<sup>9</sup>에 의하면 피부온도가 42°C까지 오르면 혈류량은 4~5배 증가한다고 하였고, 김수범 등<sup>10</sup>에 의하면 피부온도가 35~36°C 정도로 상승하였을 때 혈류량이 4배 정도 증가한다고 하였다. 하지만 무조건 온도가 높게 유지된다고 좋은 것은 아니다. Greenhalph 등<sup>11</sup>에 의하면 43°C 정도에서도 화상의 위험이 있다고 하였고, Gimbal 등<sup>12</sup>은 40°C 이상에서는 상처치유가 급격히 떨어진다고 하였다. 그러므로 40°C를 넘지 않는 것이 안전하고 적절한 치료라 생각된다.

이런 이유로 본 연구에서 치료에 합당한 조건을 기존의 온열전등과 개선된 온열전등에서 가급적 빠른 시간에 35°C에 도달하면서 최고온도가 40°C를 넘지 않는 경우를 선정하였다.

Rattenborg 등<sup>13</sup>은 그의 연구에서 구체적인 수치의 제시는 없었지만 빛이 수면을 방해한다고 하였다. 실제로 기존의 온열전등으로 치료받는 환자들은 물론, 병실 내 다른 환자들도 온열전등의 빛 때문에 불면증을 호소하였다. 본 연구의 결과, 개선된 온열전등의 빛 차단 효과는 뛰어났고, 실제로 환자에게 사용해본 결과 불면증에 관한 불만이 해소되었다. 이처럼 개선된 온열전등이 기존의 온열전등의 높은 조도 때문에 발생한 문제점을 완전히 해결할 수 있을 것으로 생각한다.

개선된 온열전등은 30 watt의 전구를 사용하는 반면에 기존의 온열전등은 60 watt의 전구를 사용하므로 부수적으로 절전효과까지 얻을 수 있게 됐다.

본 연구는 실험실에서 이루어졌는데, 이는 환자의 체온에 의한 오류를 방지하고 온열전등 만의 효과를 알아보기 위한 것으로, 차후 실제 환자에게 적용하여 효과를 알아보는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## V. 결 론

개선된 온열전등으로 미세혈관 수술 후의 온열요법을 시행하여 안정적인 온도 유지를 통해 온열요법의 효과를 최대화 시킬 수 있겠고 빛의 차단에 의한 낮은 조도로 인하여 환자 본인과 주위 사람 등의 수면방해를 최소화하여 환자 치료에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

## REFERENCES

- 1) Tamai S: Microvascular surgery in orthopedics and traumatology. *J Bone Joint Surg Br* 54: 637, 1972.
- 2) Salemarks L: International survey of current microvascular practices in free tissue transfer and replantation surgery. *Microsurgery* 12: 308, 1991.
- 3) Suominen S, Seljavaara SA: Free flap failures. *Microsurgery* 16: 396, 1995.
- 4) Lidman D, Daniel RK: Evaluation of clinical microvascular anastomoses-reasons for failure. *Ann Plast Surg* 6: 215, 1981.
- 5) Green DP, Hotchkiss RN, Pederson WC, Wolfe SW: Green's operative hand surgery. 5th ed, Philadelphia, Elsevier Inc., 2005, p 1569
- 6) Awwad AM, White RJ, Webster MHC, Vance JP: The effect of temperature on blood flow in island and free skin flap: An experimental study. *J Plast Surg Br* 36: 373, 1983.
- 7) McGrath MA, Penny R: The mechanisms of Raynaud's phenomenon: Part I. *Med J* 31: 328, 1974.
- 8) Phelps DB, Rutherford RB, Boswick JA Jr: Control of vasospasm following trauma and microvascular surgery. *J Hand Surg* 4: 109, 1979.
- 9) Wadsworth H, Changmugam APP: Electrophysical agents in physiotherapy, 2nd ed, Marricville, Science press, 1983, p 1
- 10) Kim SB, Kim YJ, Kim C, Park MS: The effect of heat therapy on cutaneous blood flow and skin temperature at pre-auricular region. *J Kor Oral Maxillofac Surg* 30: 401, 2005.
- 11) Greenhalph DG, Lawless MB, Chew BB, Crone Wa, Fein ME, Palmieri TL: Temperature threshold for burn injury: an oximeter safety study. *J Burn Care Rehabil* 25: 411, 2004.
- 12) Gimbal NS, Farris W: Skin grafting- the influence of surface temperature on the epithelization rate of split thickness skin donor sites. *Arch Surg* 92: 554, 1966.
- 13) Rattenborg NC, Obermeyer WH, Vacha E, Benca RM: Acute effects of light and darkness on sleep in the pigeon. *Physiol Behav* 84: 635, 2005.