

## 정상 성인 상지의 교차성 열효과

연세대학교 보건과학대학 재활학과  
구 애 련

연세의료원 신촌세브란스병원 재활의학과 물리치료실  
이 충 휘

### Abstract

#### Contralateral Heating Effect on the Upper Extremity in Normal Subjects

**Marion E. Current, M. P. H., B. P. T., Tea. Cert. P. T.**  
*Dept. of Rehabilitation, College of Health Science, Yonsei University*

**Yi, Chung hwi, Ph. D., M. P. H., R. P. T., O. T. R.**  
*Physical Therapy Section, Dept. of Rehabilitation Medicine,  
Shinchon Severance Hospital, Yonsei University Medical Center*

This research was done in order to determine whether, in normal humans, there is indeed a corresponding skin temperature increase on the contralateral upper extremity when heat is applied to one upper extremity. The research was carried out from the first to the end of June, 1990. The subjects were 87 healthy adults, 42 male and 45 female, students of Yonsei University's College of Health Science.

The subjects were seated with their right arm, up to mid-forearm, in water maintained at a temperature of 42 degrees Centigrade. The sensor of a digital thermometer was held lightly between the tips of the thumb and index finger of the left hand to ascertain the temperature. The continually changing temperature was measured at intervals of 3, 5, 10, 15, 25 and 30 minutes respectively after the start of the procedure by an independent observer. At the end of each trial, the temperature of the immersed index finger was taken.

The results were as follows. The temperature between the index and thumb contralateral to the immersed extremity rose 1.88 degrees Centigrade(6.0%) over the pre-experimental temperature. This was a statistically significant increase. This rise on the contralateral side was seen in both females and males. But although it appeared first in males, at the 25 minute mark there was no difference between males and females.

Thus it can be confirmed that when the temperature of one limb is increased in one side, there is also a concurrent increase in the contralateral limb's superficial skin temperature. Therefore, it has been proven that in cases where heat cannot be applied directly to one side of the body, an increase in temperature can be achieved by application of heat to the contralateral extremity, either upper or lower, with effective results.

## 차 례

- I. 서 론
- II. 연구방법
  - 1. 실험대상 및 실험기간
  - 2. 실험방법
  - 3. 분석방법
- III. 결 과
- IV. 고 찰
- V. 결 론
- 참고문헌

### I. 서 론

물리치료사들은 열(heat)이 갖고 있는 물리적인 성질을 인체에 적용하여 생리적인 효과를 얻고자 여러 가지 치료도구들을 사용하고 있다. 그 중에서도 물을 이용하는 수치료법은 수천년의 역사를 갖고 있다. 열을 국소에 적용할 때 제일 먼저 나타나는 효과는 피부표면의 혈관확장과 대사활동의 증진이다. 피부표면의 혈관이 확장되는 것은 피부표면에 열이 축적되어 세포조직의 온도가 올라가서 파괴되는 것을 막는데 도움이 되며, 혈액순환이 활발하게되어 직접 열을 받는 부위에서 멀리 떨어진 곳에서도 온도가 올라가게 된다(Tepperman과 Devlin, 1983). 이렇게 열 혹은 냉(cold)이 접촉하는 부위와는 멀리 떨어진 곳에서도 온도가 올라가거나 혹은 내려가는 현상을 동시감각 반응(consensual response)이라 한다.

수치료에서는 열을 적용할 때 국소적인 직접 효과 외에도 동시감각 반응에 의한 효과를 이용할 수 있다. 예를 들면 경골골절 환자로서

외부고정기(external fixator)를 해야만 하는 경우에 직접 환측에는 수치료를 할 수 없는 경우가 있다. 이런 경우에는 동시감각 반응 효과를 이용하여 건강한 쪽에다 국소열을 적용하는 것도 고려해 볼 수 있다. 그런데 동시감각 반응에 대한 이론적인 언급은 있었으나 실제로 동시감각반응이 일어나기까지 어느 정도의 시간이 걸리는지 혹은 실제로 동시감각 반응이 일어나는지를 실증적으로 검증해보려는 시도는 없었다. 그리고 현재 임상에서는 회전욕(whirl pool)을 건강한 쪽의 사지(limb)에다 적용하려는 시도가 거의 이루어지고 있지 않다. 또한 물리치료사는 물리치료 방법을 환자에게 적용할 때 치료적인 효과와 비용을 동시에 고려하여야 한다. 환자의 입장에서도 자신의 질병을 최대한으로 회복시킬 수 있는 방법에 대하여는 시간과 경비를 고려하여 가능한 방법을 모두 적용하고 싶어 할 것이다.

또한 물리치료사나 환자 모두 현재 적용되는 물리치료 방법이 실제로 인체에 효과가 있는지를 확인해보려는 시도가 계속해서 있어야 할 것이다.

이 연구에서는 건강한 성인들을 대상으로 한 쪽 상지에 따뜻한 물을 이용하여 열을 약 30여분동안 적용하였을 때 반대쪽의 상지에서도 실제로 온도가 상승하는지 그리고 온도가 상승한다면 얼마나 상승하는지 혹은 얼마의 시간이 걸려야 온도가 상승하는지를 알아보았다. 이 연구의 결과는 환부에 직접 열을 적용할 수 없는 환자에게 반대측에 열을 가하는 것이 실제로 환부에 치료적인 효과를 갖는다고 기대할 수 있는지 혹은 없는지를 예측할 수 있다는 점에서 의의가 있다.

## II. 연구방법

### 1. 실험대상 및 실험기간

이 실험은 1990년 6월 초부터 6월 말까지 약 한달동안 수행되었고, 연세대학교 보건과학대학 재학생 중 실험의 목적을 이해하고 참여하겠다고 승락한 87명을 대상으로 하였다. 실험대상자 중에서 남자는 42(48.3%)명, 여자는 45(51.7%)명이었고, 대상자 전체의 연령 범위는 23세에서 35세이었다. 실험에 참여한 학생들의 건강상태는 양호한 편이었고 키는 전체평균 165 cm, 몸무게의 전체평균은 56.9 kg이었다. 식사 전에 실험에 참여한 학생 수는 41명, 식사 후에 실험에 참여한 학생 수는 46명이었다. 실험대상자에 대한 남녀별 특성을 표 1에 제시하였다.

표 1. 실험대상자의 일반적인 특성

특 성	(N=87)	
	남(n=42)	여(n=45)
연령(세)	21.1±3.0	20.6±2.2
신장(cm)	171.4±5.4	159.7±5.2
체중(kg)	61.9±6.2	52.2±5.6

### 2. 실험방법

본실험을 시작하기 전에 대상자들의 연령, 신장, 체중, 자신이 생각하는 건강상태, 그리고 식사 전인지 혹은 식사 후인지를 물어서 개인별 기록을 작성하였고 실험의 내용과 순서를 자세히 설명한 후 실험에 참여할 것인지를 스스로 결정하도록 하였다.

실험대상자는 앉은 자세를 취하였다. 스티로폴로 만들어진 상자에 섭씨 42도의 더운 물을 담고 오른쪽 손바닥이 상자의 바닥에 닿을 정도로 충분히 담그었다. 그리고 왼쪽의 엄지와

검지손가락으로 디지털온도계\*1)의 온도감지기를 가볍게 쥐도록 하였다(그림 1).



그림 1. 실험 자세

실험시간은 약 40분이 걸렸다. 측정자는 잘 훈련된 재활학과 3학년 학생 2명이었다. 한명은 왼쪽의 더운 물이 처음에 설정한 온도로 실험이 끝날 때까지 지속되도록 유지시키는 역할을 맡았으며 다른 한명은 실험대상자의 왼쪽 손끝에서 감지된 온도를 실험시작부터 3분, 5분, 10분, 15분, 20분, 25분, 30분 그리고 실험이 끝난 즉시 물에 담겼던 오른쪽 손의 피부온도를 기록하는 임무를 맡았다. 실험 당시 실험실의 평균 온도는 섭씨 25.5도(표준편차 1.4도)이었다.

### 3. 분석방법

수집된 자료는 모두 부호화하여 개인용 컴퓨터에 입력시켰고 SPSS/PC+를 이용하여 통계처리를 하였다. 처음 왼쪽 팔의 피부온도를 기준으로 하여 오른쪽 팔을 더운 물에 담근 후 3분, 5분, 10분, 15분, 20분, 25분, 30분이 경과

\*1) Biofeedback Temperature Trainer Kit S/N(serial No.) 25067 Cat. No. BF-11 Electronics Inc. Englewood, Colorado 80112 U.S.A.

한 후, 그리고 종료 후에 오른쪽 손에서 측정된 온도를 짝비교 t-검정(paired t-test)을 하여 비교하였다. 또한 성별에서 차이가 있는 지를 알아보기 위하여 성별로도 t-검정을 하였다. 통계학적으로 유의성을 검정할 때 유의수준은 0.05로 정하였다.

### Ⅲ. 결 과

연구대상자 87명의 건강상태는 모두 양호한 편이었고 실험당시에 식사전 상태였던 사람이 41명(47.1%), 식사 후인 상태에서 실험에 임했던 대상자수는 46명(52.9%)이었다. 실험이 시작되면서 왼쪽 엄지와 검지사이에서 측정된 온도의 변화를 표 2에 제시하였다.

표 2. 온도의 변화

측정 시점	평 균	표준편차	단위 : 섭씨	
			평 균	증가량(%)
시작할 때	31.14	2.43	—	
3분경과	31.80	2.37	2.1	
5분경과	32.06	2.33	2.9	
10분경과	32.48	2.18	4.3	
15분경과	32.63	1.98	4.8	
20분경과	32.90	1.99	5.6	
25분경과	32.95	1.67	5.8	
30분경과	33.02	1.62	6.0	
끝날 때*	33.59	1.51	7.9	

\*더운 물에 담갔던 오른쪽 손의 피부온도임.

섭씨 42도의 더운 물에 오른쪽 팔을 약 30 분 동안 담근 후에 왼쪽 엄지와 검지에서 측정된 피부온도의 변화량은 섭씨 1.88도로 시작할 때의 온도보다 6.0% 증가하였다. 실험을 시작하기 전의 왼쪽 엄지와 검지에서 측정된 온도가 오른쪽 팔에 더운 물을 적용한지 몇 분 만에 오른쪽 손가락의 피부온도를 의미있게 증가시키는지 알아보기 위하여 짝비교 t-검정을 하였다. 그 결과 3분이 경과하면서부터 의미있

게 온도가 증가하였고 온도의 증가추세는 실험이 끝날 때까지 계속되었다.

더운 물을 오른 팔에 적용하였을 때 왼쪽 손의 엄지와 검지손가락의 피부온도가 변하는 양상이 성별에 따라 차이가 있는지를 알아본 결과를 표 3에 제시하였다. 표 3에 제시된 바와 같이 실험을 시작할 때의 남녀의 온도는 남자가 약간 높았고 이러한 차이는 통계학적으로도 의미가 있었다. 오른쪽 팔에 더운 물을 적용시킨 후 약 25분이 경과하면서부터는 왼쪽 엄지와 검지에서 측정된 피부온도의 차이가 의미가 없었다. 또한 남녀 모두 더운 물을 적용한 반대편의 엄지와 검지에서도 피부온도가 꾸준히 증가하는 양상을 보였다.

연구대상자를 식사 전과 식사 후인 사람으로 나누어 분석을 해본 결과 통계학적으로 유의한

표 3. 남녀별 온도의 변화

측정 시점	성	단위 : 섭씨			
		평 균	표준편차	t-값	
시작할 때	남	31.89	1.81	2.90*	
	여	30.45	2.74		
3분경과	남	32.49	1.69	2.77*	
	여	31.15	2.73		
5분경과	남	32.73	1.63	2.71*	
	여	31.44	2.71		
10분경과	남	33.09	1.80	2.60*	
	여	31.91	2.37		
15분경과	남	33.14	1.60	2.45*	
	여	32.14	2.19		
20분경과	남	33.42	1.66	2.44*	
	여	32.41	2.16		
25분경과	남	33.34	1.67	1.91	
	여	32.62	1.62		
30분경과	남	33.34	1.52	1.79	
	여	32.73	1.79		
끝날 때**	남	33.81	1.56	1.30	
	여	33.39	1.30		

\*p<0.05

\*\*더운 물에 담갔던 오른쪽 손의 온도임.

차이는 없었다. 따라서 식사 전이나 후인지 여부는 반대편의 온도증가에 전혀 관련이 없었다.

#### IV. 고 찰

인간은 주위의 환경이 변화하더라도 정교한 체온조절기관을 통해서 심부온도를  $36.7 \pm 0.2^\circ\text{C}$ 로 조절할 수 있는 항온동물의 특성을 갖고 있다(강두희, 1988). 인체의 심부 온도변화에 대응하는 방법을 살펴보면 일차적으로 주위의 환경을 조작하거나 의복을 벗고 입는 등의 방법이 있고, 이차적으로는 인체내부의 생리적인 조절을 통하여 미세하게 심부온도를 조절할 수 있다. 이때 생리적인 조절이 일어나는 부위는 시상하부의 체온조절중추이다.

체온조절중추에서는 피부표면으로부터 감지된 온도와 시상하부자체에 위치한 심부온도 수용체가 감지한 심부온도에 대한 정보를 종합하여 체열함량으로 종합한다. 체열함량이 적은 경우에는 시상하부의 뒷부분에 위치한 열생산중추를 자극하여 열보존 혹은 열생산반응을 활성화시키고 체열함량이 많은 경우에는 시상하부의 앞부분에 위치한 열발산중추를 자극하여 피부혈관을 확장시키거나 땀을 배출하는 등의 열발산반응을 일으켜 체온을 일정하게 조절한다.

인체의 온도는 대개 심부의 온도범위가  $36.2^\circ\text{C} \sim 37.8^\circ\text{C}$ 로 알려져 있으나  $35.5^\circ\text{C} \sim 38.4^\circ\text{C}$ 까지의 범위가 정상 체온의 범위로 보고되고 있다(DuBois, 1948; Ivy, 1944). 인체에는 오후 6시에서 10시 사이에 체온이 하루 중 최고에 달하는 정상적인 리듬이 있다는 사실은 잘 알려져 있다(Charles와 Sheldon, 1978).

한편 물리치료학에서는 손상이나 질병으로 인하여 국소적으로 순환이 안되는 신체부분에 열을 가하여 순환을 증가시키려는 노력을 하여 왔다. Abramson 등(1964)은 말초혈관질환이 있는 환자에게 여러 가지 물리적인 요소들을 적용하여 그 효과를 평가하였다. 그 결과 섭씨 45도의 열을 피부표면에 적용하면 피하지방과 피부에서 상당히 의미있는 온도증가가 있지만

근육과 같이 심부조직에서는 거의 효과가 없다고 하였다. 그리고 이렇게 높은 온도를 손상받은 부위에 직접 적용하면 순환능력이 없는 조직에 열을 가하게 되어 오히려 조직을 죽게 하는 결과를 낼 수 있다고 하였다.

따라서 직접적으로 열을 가하기보다는 손상받은 부위에서 좀 떨어진 곳에 열을 가하면 손상받은 조직의 국소 산소요구량을 증가시키지 않고도 국소의 혈액량을 증가시킬 수 있다고 하였다. 이 연구에서는 오른쪽팔에 섭씨 42도의 물을 적용하여 반대쪽 팔에도 온도상승의 효과가 있는지를 검증하였다. 약 30분동안 열을 가하였을 때 왼쪽에서도 오른쪽의 온도와 같은 정도로 상승하지는 않았지만 6.0%의 온도증가가 있음을 확인하였다. 그러나 실제로 이러한 정도의 온도증가가 임상에서 환자에게 적용하였을 때 치료적인 효과를 나타낼 수 있는 정도의 온도인지 여부는 이 연구의 결과만을 가지고는 확인할 수 없다. 다만 여러 가지 이유로 손상받은 부위에 직접 열을 적용할 수 없거나 혹은 금기인 경우에 반대쪽에 열을 가하여도 환부에 직접 열을 가한 것과 유사한 효과가 있을 수 있음을 보여준다.

이 연구에서는 국소에 표재열(superficial heat)을 가할 경우에 반대쪽에도 온도 상승의 효과가 있는 지는 알아보았지만 그 효과가 어느 정도 지속되는지 또 얼마의 시간이 경과하면 온도 상승이 더 이상 일어나지 않고 평탄함(plateau)에 도달하는지는 평가하지 못하였다. 다만 성별에 따라서 열을 가한 반대편에서의 온도상승효과가 처음에는 차이가 있었으나 25분이 경과하면서부터는 차이가 없었음을 알 수 있었다. 이러한 결과는 온열을 적용할 때 20분 내지 30분을 적용하면 생리적으로 열고자하는 치료효과는 이미 성취된 것으로 보는 임상적인 견해와 일치하는 것이라고 볼 수 있다.

그러므로 인체에 표재열을 가할 때에는 20분 내지 30분이 경과하면 국소에서 열이 상승하는 효과뿐만 아니라 반대편에서도 더 이상의 온도상승효과는 완만해지는 것을 알 수 있다. 앞으로 시행될 유사한 연구에서는 이러한 점을

보완한 연구설계가 필요하다.

## V. 결 론

이 연구는 온열을 피부에 적용하였을 때 반대편 상지에서도 같은 온도상승 효과가 있는지를 알아보기 위하여 시도되었다. 87명의 건강한 성인을 대상으로 1990년 6월초부터 6월말까지 연세대학교 보건과학대학 재활학과 실험실에서 실시하였다.

연구대상자들에게 오른쪽 팔을 섭씨 42도의 물에 담그게 하고 왼쪽 엄지와 검지손가락으로 디지털온도계의 온도감지기를 가볍게 쥐게한 상태에서 온도의 변화를 3분후, 5분후, 10분후, 15분후, 20분후, 25분후, 30분후, 그리고 실험이 끝난 후에는 오른쪽 엄지와 검지에서의 피부온도를 측정하였다. 그 결과 온열을 가한 반대편의 엄지와 검지사이에서 측정된 피부온도는 실험전에 비하여 섭씨 1.88도(6.0%) 증가하였고 이러한 차이는 통계학적으로도 유의하였다. 또한 성별에 관계없이 남녀 모두 온열을 적용한 반대편에서도 온도의 상승현상이 있었다. 열을 적용한 반대편에서의 온도상승효과는 처음에 남자가 높았으나 25분이 경과하면서 성별의 차이가 없었다.

이상의 결과로 표재열을 사지(limb)에 가하면 반대편에서도 동시감각 반응(consensual response)이 있음을 확인하였다. 따라서 환부에 직접 열을 적용할 수 없는 경우에 반대편의 상지 혹은 하지에 열을 가해도 유사한 효과를 기대할 수 있음을 입증하였다.

## 참 고 문 헌

1. 강두희 : 생리학, 서울 신광출판사, 1988.
2. Abramson DI : Physiologic basis for the use of physical agents in peripheral vascular disorders. Arch Phys Med Rehabil Mar : 216~244, 1965.
3. Abramson DI, Michell RE, Tuck S, et al : Changes on blood flow, oxygen uptake and

tissue temperatures produced by the topical application of wet heat. Arch Phys Med Rehabil May : 305~318, 1961.

4. Abramson DI, Tuck S, Chu LS, et al : Effect of paraffin bath and hot fomentations on local tissue temperatures. Arch Phys Med Rehabil Feb : 87~94, 1964.
5. Abramson DI, Bell Y, Tuck S, Mitchell R, et al : Changes in blood flow, oxygen uptake and tissue temperatures produced by therapeutic physical agents. Arch Phys Med Rehabil 5~13.
6. Borrell RM, Parker R, Henley EJ, et al : Comparison of in vivo temperatures produced by hydrotherapy, paraffin wax treatment, and fluidotherapy. Phys Ther 60(10) : 1273~1276, 1980.
7. Charles AD, Sheldon MW : Pathogenesis of fever in man. N Engl J Med 298, 607, 1978.
8. Detry JR, Brengelmann GL, Rowell LB, et al : Skin and muscle components of forearm blood flow in directly heated resting man. J Appl Physiol 32(4) : 506~511, 1972.
9. Dubois EF : Fever and the regulation of body temperature. Springfield, Charles C Thomas, 1948.
10. Ivy AC : What is normal or normality? Quart Bull Northwestern Med Sch 18 : 22, 1944.
11. Roberts MF, Wenger B : Control of skin blood flow during exercise by thermal reflexes and baroreflexes. J Appl Physiol 48 (4) : 717~723, 1980.
12. Saltin BA, Gaffe AP, Stolwijk AJ : Body temperature and sweating during thermal transients caused by exercise. J Appl Physiol 28(3) : 318~327, 1970.
13. Tepperman PS, Devlin M : Therapeutic heat and cold. Postgrad Med 73(1) : 69~76, 1983.