

## 경흉고감신경절부의 전기자극의 체표면 체열변화에 미치는 영향

대구대학교 재활과학대학

황 태 연

대구대학교 물리치료학과

박 래 준

동신대학교 물리치료학과

김 태 일

전남과학대학 물리치료과

김 용 남

## Influencing of Electrical Stimulation to Cervicothoracic Sympathetic Ganglion on the Temperature Change of Body Surface

**Hwang, Tae-Yeun**

*Department of Physical Therapy Graduate School of Rehabilitation Science Taegu University*

**Park, Rae-Joon, P.T., Ph.D.**

*Department of Physical Therapy Taegu University*

**Kim, Tae-Yul, P.T., M.P.H**

*Department of Physical Therapy Dongshin University*

**Kim, Yong-Nam, P.T., M.S**

*Department of Physical Therapy Chunnam Techno College*

### < Abstract >

This study was carried out to determine the influencing of electrical stimulation to cervicothoracic sympathetic ganglion(CTSG; stellate ganglion) on the sympathetic tone. For the purpose of this study, the stimulation was given to both the interferential current stimulation(ICS: AMF 100 Hz) group consisting of 10 person(males 8, females 2) and the transcutaneous nerve electrical stimulation(TENS: 100 Hz) group of 10(males 7, females 3) in the right side of the trachea with probe electrodes. Then, the temperature changes on the surfaces of the forehead, cheek, neck and internal ear of cephalocervix, which is subject to the influence of the cervicothoracic sympathetic ganglion, and the palm, which is the end of the upper limbs, measured before, immediately after, 10 minutes after and 20 minutes after experiment. The results are summarized as follows.

1. The emergence of remarkable Horner's symptoms which appear due to the changes of the tone of

cervicothoracic sympathetic ganglion was not seen. However, in the interferential current stimulation group there were two persons who felt the sense of warmth in the facial region and one person who felt it in the upper limbs, and in the transcutaneous nerve electrical stimulation group there was each one person who felt the sense of warmth in the facial region and in the upper limbs, respectively. Both groups have each one person who felt the sense of oppression in the eyelids. Three persons of the interferential current stimulation group and two persons of the transcutaneous nerve electrical stimulation group have the sense of hoarse voice or numbness in the neck. These are the symptoms that appeared during stimulation, so it is difficult for them to be considered as the direct effects of the changes of the tone of cervicothoracic sympathetic ganglion.

2. The t-test was performed to determine the significance between the right, which is the experimental side, and the left, which is the non-experimental side. Significant changes were seen in the necks of the interferential current stimulation group and in the cheeks and internal ears of the transcutaneous nerve electrical stimulation immediately after experiment ( $P < .05$ ). And the interferential current stimulation group showed a very high significance in the cheeks immediately after experiment and in the necks ten minutes after experiment ( $p < .01$ ). Therefore, it could be seen that the electrical stimulation had an influencing on the changes of body temperature of the cephalocervix.

3. In both the interferential current stimulation group and the transcutaneous nerve electrical stimulation group, the foreheads, cheeks and necks of the cephalocervix in the experimental side(right) rather than the non-experimental side(left) had mostly a statistically significant rise in temperature immediately after experiment. The one-way ANOVA was carried out to determine the temperature change of on the surface of the body with the lapse of time; before, immediately after, ten minutes after and twenty minutes after experiment. But no statistical significance was found from both the right and left sides.

## 1. 서 론

자율신경계는 교감신경계와 부교감신경계로 구성되어 있으며, 신체의 호흡, 순환, 소화, 체온조절, 대사 등 생체의 생명 유지에 필수적인 기능과 신체 항상성 유지에 절대적으로 관여한다(대한신경외과학회, 1989).

최근 들어, 자율신경계의 기능 조절을 통한 통증 및 질환을 치료하는 방법으로 화학적 신경차단술이 통증치료실 의사들에 의해 흔히 이용되고 있다. 특히, 경흉교감신경절은 하경교감신경절과 제1흉교감신경절이 부분적으로 융합되어 형성되는 성상신경절이며, 오희근(1995)은 모든 신경차단 중에서 60~70%를 차지하는 성상신경절차단은 성상신경절이 존재하는 부위의 결합조직 내에 국소마취제를 주입하여 약물의 확산으로 그 지배영역에 있는 교감신경을 차단시키는 방법으로 자율신경 절전 섬유 및 절후섬유 뉴우론의 흥분 전달을 억제시켜 안면, 두부, 경부, 상지, 상흉부의 혈류를 증가시키고 교감신경의 과긴장 상태를 안정화시키는 목적으로 이용된다고 하였다.

若杉(1988)는 성상신경절 차단요법은 무려 150여 가지나 되는 질환의 치료에 유용하다고 하였다. 그러나 국소마취제나 신경파괴제를 이용한 화학적 차단요법은 폭넓은 질환에 적용하는 치료법임에도 불구하고 적지 않은 문제점을 가지고 있다. Carron(1975)과 若杉(1988)는 성상신경절의 반복된 화학적 차단은 환자에게 심리적인 부담을 주며, 척수강이나 추골 동맥내 주사, 기흉, 주사 부위의 부종과 통증 등의 합병증이 일어날 수도 있다고 하였다. 한영진, 최훈(1994)과 은현희 등(1997)의 화학적 신경차단에 따른 경부혈종, Adriani 등(1952)의 식도손상, 그리고 허금주, 주진철(1996)과 장병환 등(1995)의 지속적 호녀중후군의 발생 등이 보고되고 있으며, 천임순 등(1993)은 심각한 합병증으로 경련발작, 무의식, 전척추마취 등이 발생할 수 있어 시술자에게 세심한 주의와 이에 대한 신속한 처치가 요구된다고 하는 등의 여러 가지 치료적 문제점도 가지고 있다.

1965년 Wall과 Melzak에 의해 제시된 새로운 통증기전 이론인 관문조절설이 제시되면서 통증조절에 있어 비파괴적이고, 비침습적인 방식으로 전기신경조절이라

는 의학적 관심을 불러 일으키게 되었고(Gerald와 Lampe, 1978), 따라서 경피신경전기자극이 인체에 유해하지 않으며, 중독되지 않고 통증을 치료한다는 점에서 물리치료 분야에서 널리 이용되고 있다(Longgobardi et al., 1989).

근래 들어서는 전기자극을 이용한 통풍의 조절과 더불어 전기자극이 교감신경의 긴장도에 미치는 영향에 대한 연구가 많이 이루어져 있다(Dooley와 Kasprak, 1976; Leandri 외, 1986; Schwartz, 1990; 박장성, 이재형, 1999). 그러나 연구자마다 연구 결과에 대해 논란이 되고 있으며, 이는 실험 방법과 전기자극기의 양식 그리고 결과 측정방식에서 차이가 있다.

Schoeler(1975)는 레이노드씨질환 환자에게 90~100Hz의 간섭전류로 10분간 정상신경절을 자극한 결과 손가락 혈관에서 맥박용적이 2배 증가하였다는 보고와, Wadsworth와 Chanmugan(1983)은 정상신경절에 간섭파를 적용하면 팔의 혈액순환에 변화가 온다고 하였고, Leandri 등(1986)은 제2~3 요추부에 경피신경전기자극 후 자극부위의 온도 증가가 있었다고 보고하였다. 그러나 Heidi와 Barbara(1995)는 5명의 정상인을 대상으로 좌측 정상신경절 부위에 대한 간섭파 자극 후 전완의 혈류변화와 손바닥의 체온측정에서 혈류의 변화나 체온의 변화가 없었고, 또한 교감신경 차단성 징후인 Horner 증후군이나 실험자의 주관적인 손바닥의 열감도 없었다고 보고하였다.

해부학적 특성상 교감신경절은 척추의 복측에 위치하고 있고, 흉요추부 교감신경절은 척추와 흉곽 그리고 복부장기에 둘러 쌓여 체표면에서 전기자극이 용이하지 않지만, 정상신경절은 하경교감신경절과 제1흉부교감신경절이 약 80%에서 융합되어 형성하며, 대개 그 위치는 제 7경추 횡돌기 기시부와 제1흉추 첫 번째 늑골두앞 사이에 존재하며(오홍근, 1995), 비교적 흉,요추부 교감신경절보다 골격조직에서 벗어나 있고, 피부로부터 정상신경절까지는 다른 조직이 거의 없기 때문에 전기자극이 용이하다 하겠다. 따라서 정상신경절의 해부학적 위치를 고려하고 주위연부조직의 저항을 최소화하여 목표로 하는 정상신경절에 적절한 자극이 적용되었는가가 중요하다 하겠는데, 이에 대한 자극방식으로 화학적 차단제를 이용한 정상신경절 신경차단법에서 많이 이용되고 있는 기관측부 접근법은 정상신경절과 가장 근접한 거리에서 자극할 수 있을 것이다. 또한 주위 연부조직의 자극을 최소화시키기 위해 국소부위에 전류가 집중되는 것이 중요

한데, 전류밀도를 높이려면 전극의 크기가 적어야 하므로(민경옥, 1993), 탐침전극을 이용하여 전기자극을 실시하는 것이 가장 이상적인 자극방식이라 할 수 있을 것이다.

저주파치료로써 경피신경전기자극(transcutaneous electrical nerve stimulation:TENS)과 주파수가 서로 다른 중주파전류를 인체에 통전시켜 진폭변조 교류전류(amplitude modulated alternative current)를 이용하는 간섭전류자극(interferential current stimulation:ICS)은 물리치료실에서 많이 이용되고 있는데, 경피신경전기자극은 전류의 선택이나 전류의 강도가 주로 감각신경을 조절 대상으로 하고 있고, 급만성 통풍의 감소효과가 있다(Gersh 외, 1980). 또한 간섭전류자극은 중주파의 높은 체내 침투성과 저주파의 효과적인 조직 자극의 이점을 동시에 살린 치료법(고경현 외, 1994)이며, Starkey(1999)는 중주파수로 이행된 전류로 조직침투에 있어 매우 낮은 저항 때문에 생체조직을 효과적으로 자극할 수 있다고 하였으며, Kloth(1992)는 고전적인 경피신경자극보다 진보된 간섭전류자극은 매우 짧은 통전시간(pulse duration)을 가지고 있기 때문에 높은 최대의 전류를 조직에 방출하고 조직의 투과성이 크다고 하였다. 또한 Nikolova (1987)와 Schoeler(1975)는 간섭전류자극이 말초혈관질환의 혈관확장에 유효하다고 하였으며, 순환의 효과에 대한 기전은 교감 혈관수축 신경섬유의 물리적 차단으로 나타난다고 하였다. 따라서 비교적 조직의 심부에 위치하고 있는 정상신경절의 전기자극으로 간섭전류자극이 효과적이라 할 수 있어 경피신경전기자극과 간섭전류자극의 비교가 필요하다고 본다.

교감신경 차단의 효과를 평가하는 방법으로는 피부온도의 측정, 발한량의 측정, 혈류 측정, 피부의 전기 저항 측정 등 여러 방법이 이용되고 있으나, 그 중에서 임상에서 가장 손쉽게 이용하는 방법은 혈류의 변화를 반영하는 피부온도의 측정이 보편적으로 이용되고 있다(Collins, 1993; Cousins et al., 1979). 피부온도 측정 방법에는 기존의 전자식 체온계에 의한 측정방식이 많이 이루어져 왔다(Rita와 Diane, 1984; 고경현 외, 1994; Heidi와 Barbara, 1995; 박래준, 1997). 그러나 최근 들어 체열 촬영술을 이용한 온도 측정방식이 이용되고 있는데(박돈목, 임정돈, 1998; 이상훈 외, 1994; 조희경 외, 1994.), 1986년 미국 열화회는 컴퓨터 적외선 전신 체열 촬영은 인체에서 자연적으로 방출

되는 눈에 보이지 않는 적외선을 촬영하여 통증부위나 질병부위의 미세한 체열 변화를 컴퓨터가 천연색 영상으로 나타내 줌으로써 신체의 이상을 진단하는 방법이라고 하였다. 박영주 등(1994)은 교감신경차단 효과를 확인하는 여러 가지 검사방법들은 침습적이고 복잡하여 임상적으로 유용하지 못한 반면, 체열촬영은 차단 부위의 혈류변화 및 혈관이완의 효과를 체열의 변화로 쉽게 관찰할 수 있으며 비침습적이고 유해한 광선의 노출이 없어 안전하므로 임상적으로 유용할 수 있다고 하였다. 따라서 좀 더 폭넓은 부위의 온도측정이 가능하며, 전반적인 체온의 분포를 시각적으로 볼 수 있는 적외선 컴퓨터 체열촬영을 이용한 체표면 체열의 변화를 통해 간접적인 말초혈류의 변화를 보는 것이 유용하다고 볼 수 있다.

본 연구에서는 여러 저자들의 연구를 토대로 경흉교감신경절인 성상신경절에 대한 간섭전류자극과 경피신경 전기자극이 교감신경의 긴장도 변화의 간접적인 지표인 두경부와 상지의 혈관반사에 미치는 영향을 알아 보고, 전기자극 치료가 교감신경 부조화 질환의 치료 및 교감신경 전기조절의 가능성을 제시하는데 그 목적이 있다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상 및 기간

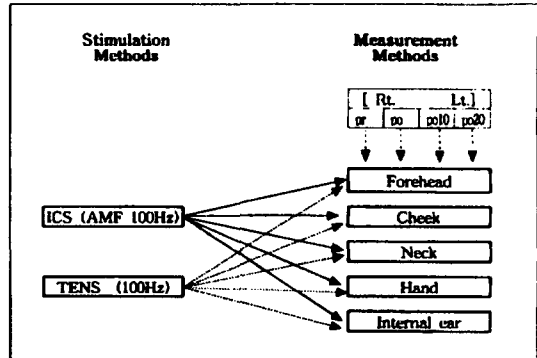
연구대상은 실험에 참여하기로 자원한 비교적 여러 가지 질환의 요인이 적은 20세에서 40세사이의 신체 건강한 성인 중에서 심혈관질환 병력이 없는 자, 신경학적 또는 근골격계 질환이 없는 자, 최근 1개월내에 기타 질환으로 정기적인 치료를 받은적이 없는 자, 그리고 실험전 체열촬영에서 현저한 비정상적인 체열분포를 보이지 않는 자로써 20명으로 하였다. 대상자는 무작위로 1실험군(간섭전류자극) 10명과 2실험군(경피신경전기자극) 10명으로 나누어 실험하였다.

실험기간은 1999년 12월 4일부터 2000년 3월 5일까지였다.

### 2. 실험도구

실험에 이용된 전기자극기로 1실험군은 간섭파치료기(Endomed 581, Netherlands)로 자극하였고, 2실험군은 경피신경자극치료기(ENS 911, Netherlands)를 사

용하였다. 전기자극후 두경부와 손바닥의 체온의 변화를 측정하기 위한 도구로서 적외선 컴퓨터 체열촬영기(IR-CT : infrared-computer thermography, Japan)를 이용하였고, 내이의 온도는 적외선 전자식 체온계(Doc. Thermo, Taiwan)를 사용하였다.



<Fig. 1> Research model

- \* pr : pre-stimulation
- \* po : post-stimulation
- \* ICS : interferential current stimulation
- \* TENS : transcutaneous electrical nerve stimulation
- \* AMF : amplitude modulation frequency

### 3. 연구모형

본 연구에서는 전기자극방식으로 간섭전류자극과 경피신경전기자극이 각 독립변수로 이용되었으며, 실험측(우측)과 비실험측(좌측)의 시간경과에 따른 각 부위별 체열측정이 종속변수로 이용되었다(Fig. 1).

### 4. 실험방법

모든 대상자는 실험 2시간 전부터 체열 온도에 영향을 미칠수 있는 냉,온 음료와 흡연을 제한하였으며, 실험 30분전에 편안하게 휴식을 취하게 하면서 체열촬영부위를 개방하고 손바닥을 느슨하게 편채로 실험시간동안 측정부위의 접촉을 금하게 하였으며, 실험실 온도는 20~25 °C 사이를 유지하게 하였다.

간섭파치료기와 경피신경전기자극치료기의 전극 한개는 표면전극(5×7Cm)으로 전기 전도도를 높이기 위하여 스펀지에 물을 묻혀서 피실험자의 후경부 우측으로

배치하고, 또다른 전극은 탐침전극(직경 1.5Cm)을 이용하여 기관 우측부 하단에서 정상신경절 위치 방향으로 실험자의 손으로 고정하여 자극하였으며, 전류강도는 피 실험자가 고통을 느끼지 않을 정도의 근수축 역치하로 하였고, 자극시간은 20분간 실시하였다. 이때, 실험 주 파수는 경피신경전기치리기 100Hz, 간섭파치리기의 4000Hz의 회로와 4.100Hz의 회로를 교차시켜 나타나는 진폭변조 주파수(amplitude modulation frequency: AMF) 100Hz로 하였다.

### 5. 측정방법

간섭전류자극군과 경피신경전기자극군의 각 실험에 따른 결과의 측정은 실험전, 실험직후, 실험후 10분, 실험후 20분에서 실험측인 우측과 비실험측인 좌측을 각각 실시하였다. 그 방법은 두경부의 전면, 측면 그리고 손바닥을 적외선 체열촬영기(IR-CT:infrared-computer thermography, Japan)로 촬영하여 모니터에 나타난 체열화상을 가지고 이마의 편측 중앙부위, 볼의 관골부위, 목의 상외측 그리고 손바닥 부위를 컴퓨터 프로그램되어 있는 측정장치로 마킹하여 측정하였으며, 내이의 온도는 적외선 전자식 체온계(Doc. Thermo. Taiwan)를 이용하여 3회 측정한 평균값으로 하였다.

### 6. 자료분석

연구 결과에 대한 자료분석은 SPSS/PC+를 이용하여 통계처리하였으며, 실험측과 비실험측간의 온도변화의 유의성 검정을 위해 종속적 t-검정(paired t-test)을 하였고, 각 실험군의 측정부위별로 시간경과에 따른 온

도변화의 유의성을 알아보기 위하여 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 이용하였다.

### 7. 연구의 제한점

본 실험에서는 말초혈류 변화의 객관적인 자료를 얻기 위하여 이용된 체표면 체열촬영은 두경부와 상지의 폭넓은 부위의 온도측정을 하기 위하여 이용되었는데, 이는 등고선모양의 체열분포영역이 다양한 칼라로 나타내어 주게 되고, 컴퓨터 모니터에 나타난 체열 사진을 가지고 측정부위를 마킹하면 그 부위에 온도가 수치상 나타나게 되어 온도를 측정할 수 있는 방식이기 때문에 시간대별 체열촬영 사진에서 정확히 같은 위치에서 측정되었다고 보기 어려운 연구의 제한점을 가지고 있다.

## III. 연구결과

### 1. 대상자의 일반적 특성

본 연구는 신체 건강한 20세에서 40세사이의 20명을 대상으로 하여 간섭전류자극군 10명과 경피신경전기자극군 10명이었다.

대상자의 성별 분포는 간섭전류자극군과 경피신경전기자극군에서 남녀 각각 8명과 2명, 7명과 3명이었고, 평균연령은 28±5.67세와 27±6.12세, 체중은 61.89±8.96Kg과 60.59±9.34Kg으로 두 군간의 큰 차이는 없었다(table 1).

그리고 평균 실험실 실내온도는 22±1.21°C였다.

Group		ICS group (n = 10)	TENS group (n = 10)
Age(years)		28 ± 5.67	27 ± 6.12
Weight(Kg)		61.89 ± 8.96	60.59 ± 9.34
Sex	Male	8	7
	Female	2	3

\* ICS: interferential current stimulation

\* TENS: transcutaneous electrical nerve stimulation

## 2. 경흉교감신경절 긴장도 변화의 주관적 징후

본 실험에서는 전기자극후에 성상신경절의 화학적 차단후에 볼 수 있는 현저한 Horner's 증후군의 출현은 보이지 않았다. 그러나 안면부의 온감과 상지의 온감을 느낀 사람이 간섭전류자극군에서 2명과 1명, 그리고 경피

신경전기자극군에서 각 1명씩이 있었고, 눈꺼풀의 중압감 느낀 사람이 간섭전류자극과 경피신경전기자극군에서 각 1명이 있었으며, 목의 둔감이나 마비감의 출현이 간섭전류자극군에서 3명, 경피신경전기자극군에서 2명이 있었다(Table 2). 그러나 모두 자극중에 나타난 징후로써 경흉교감신경절 긴장도 변화의 직접적인 영향이라 보기는 어렵다.

Table 2. Subjective signs of cervicothoracic ganglion block

Signs		ICS group (n = 10)		TENS group (n = 10)	
		Number	%	Number	%
Warmth sense	Face	2	20	1	10
	Upper limbs	1	10	1	10
Oppression sense	Eyelids	1	10	1	10
Hoarse voice sense & Numbness	Neck	3	30	2	20

\* ICS : interferential current stimulation

\* TENS : transcutaneous electrical nerve stimulation

## 3. 전기자극 전후의 실험측과 비실험측간의 온도변화 비교

이마, 볼, 목, 손바닥 그리고 내이의 실험측인 우측과 비실험측인 좌측간의 온도변화를 실험시간대별로 측정하였는데, 그 중에서 볼부위와 목부위 그리고 내이에서

유의성이 나타났으며(Table 3), 실험직후에 간섭전류자극군의 목과 경피신경전기자극군의 볼과 내이에서 통계학적 유의성이 있었다( $P < .05$ ). 그리고 간섭전류자극군의 실험직후의 볼부위와 실험 10분후의 목부위에서 매우 높은 통계학적 유의성을 나타내었다( $P < .01$ ).

Table 3. The changes of skin temperature by electrical stimulation methods.

(Unit: °C)

		Pre.		Post.		Post. 10		Post. 20	
		R.	L.	R.	L.	R.	L.	R.	L.
Cheek	ICS	31.87±1.57	31.53±1.62	32.66±1.69	32.03±1.86**	32.27±1.47	31.73±1.80	31.93±1.59	31.73±1.78
	TENS	31.75±.82	31.68±.81	32.08±.87	31.76±.84*	31.76±.84	31.70±.83	31.72±.82	31.62±.82
Neck	ICS	32.99±.85*	32.71±.80**	32.92±.78	32.70±.56	33.65±.72	33.33±.80	33.00±.77	32.62±.83
	TENS	32.43±.38	32.36±.40	32.84±.45	32.52±.40	32.53±.42	32.35±.38	32.26±.46	32.31±.39
Internal	ICS	36.59±.30	36.45±.27	36.81±.33	36.51±.21	36.77±.38	36.52±.27	36.60±.29	36.47±.25
	TENS	36.60±.18	36.60±.19	36.71±.18	36.59±.16*	36.66±.15	36.57±.24	36.61±.17	36.54±.22

Mean ± SD(Standard Deviation), \* :  $P < .05$  \*\* :  $P < .01$

\* ICS : interferential current stimulation

\* TENS : transcutaneous electrical nerve stimulation

\* pr : pre-stimulation

\* po : post-stimulation

#### 4. 측정부위별 체온의 변화

##### 1) 이마부위

간섭전류자극군과 경피신경전기자극군 모두에서 실험 측인 우측부위에서 전기자극 직후에 통계학적 유의성 있는 온도가 상승되었으나, 실험 10분과 20분후에는 온도

감소는 경향을 보여 경흉교감신경절부 전기자극이 짧은 시간동안 이마부위의 체열 온도에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.(Fig. 2.1).

##### 2) 볼부위

볼부위에서는 실험직후에 간섭전류자극군의 좌, 우측).

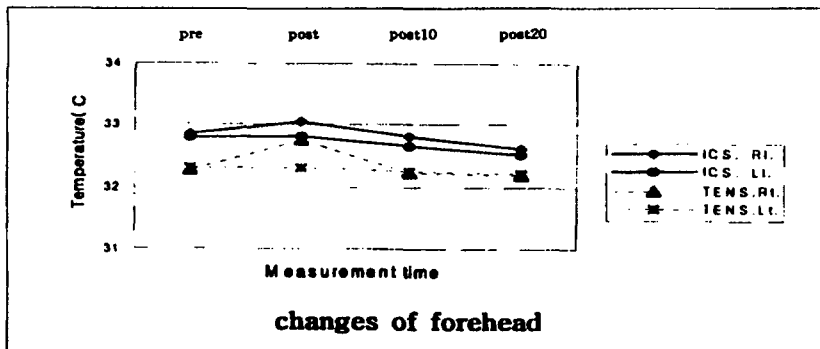


Fig. 2.1.  
The temperature changes of forehead

- \* ICS : interferential current stimulation
- \* TENS : ranscutaneous electrical nerve stimulation

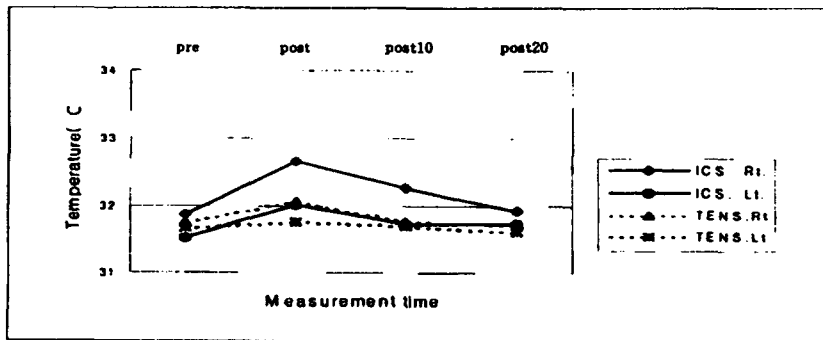


Fig. 2.2.  
The temperature changes of cheek

- \* ICS : interferential current stimulation
- \* TENS : ranscutaneous electrical nerve stimulation

##### 3) 목부위

간섭전류자극군의 우측 목부위에서 실험직후에서 실험 10분후까지 통계학적 유의성이 있는 비교적 높은 온

도상승이 유지되는 것으로 나타나, 간섭전류자극이 경피 신경자극군에 비하여 목부위의 체온에 더 많은 영향을 미치는 것을 알 수 있었다(Fig. 2.3).

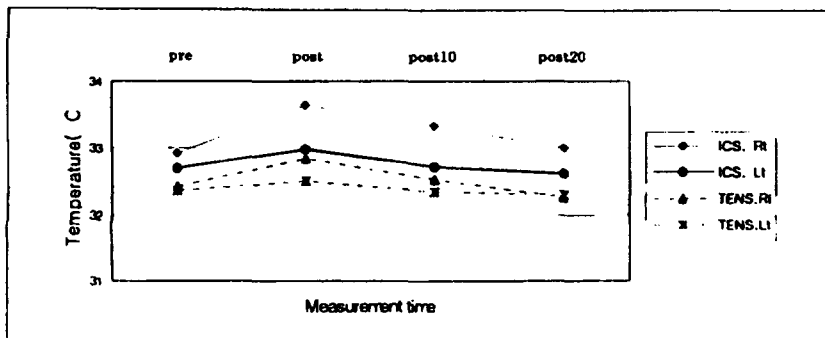


Fig. 2.3  
The temperature changes of neck

- \* ICS : interferential current stimulation
- \* TENS : ranscutaneous electrical nerve stimulation

#### 4) 손바닥부위

상지의 원위부인 손바닥부위에서는 간섭전류전자극

군과 경피신경전기가극군의 좌,우측 모두에서 통계학적 유의성있는 온도변화는 보이지 않아, 손바닥의 체온변화에는 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다(Fig. 2.4).

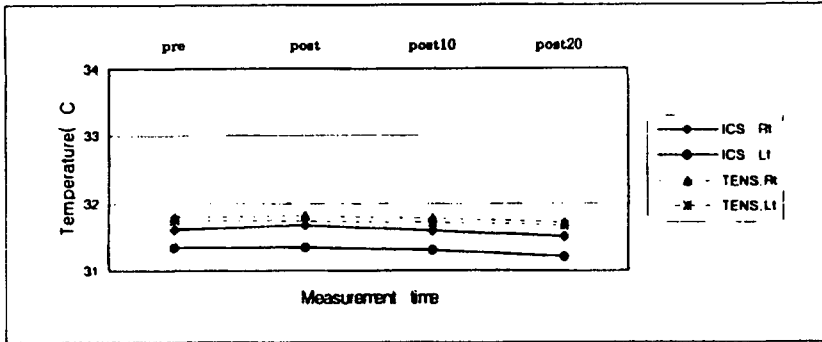


Fig. 2.4  
The temperature changes of hands

\* ICS : interferential current stimulation  
\* TENS : ranscutaneous electrical nerve stimulation

#### 5) 내이부위

내이부위의 온도측정은 적외선 전자식 체온계(Doc. Thermo. Taiwan)를 이용하여 3회 측정된 평균값으로

하였는데, 간섭전류자극군의 실험측인 우측에서 실험직 후에 통계학적 유의성있는 약간의 온도상승이 있었다 (Fig. 2.5)

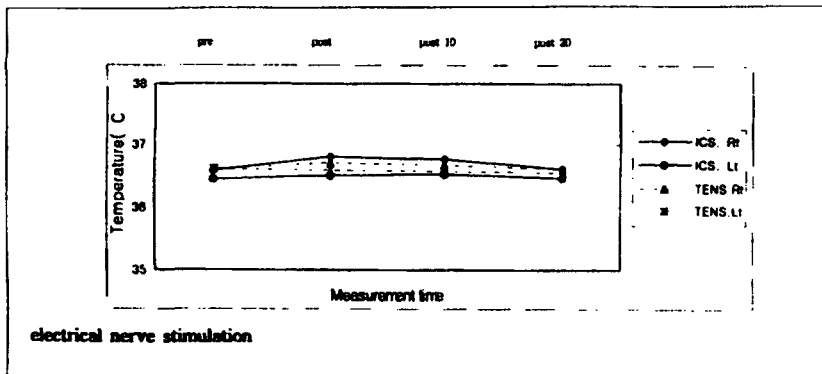


Fig. 2.5.  
The temperature changes of internal ears

\* ICS : interferential current stimulation  
\* TENS : transcutaneous electrical nerve stimulation

### 5. 시간경과에 따른 측정부위별 일원배치 분산분석 비교

간섭전류자극군과 경피신경전기가극군의 각 부위별 실험측(우측)과 비실험측(좌측)의 실험전에서 실험 20분까지의 시간경과에 따른 체온의 변화에 대한 유의성 검정을 위하여 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였으나, 시간경과에 따른 통계학적 유의성은 없었다.

### IV. 고 찰

교감신경계의 해부학적 특성을 보면, 생체의 절전교감신경의 세포체는 척수의 중간 내측주(intermediolateral column)에 존재하며, 제2흉추에서부터 제2요추까지 복측 신경근과 연결되고 해부학적 연계성은 제7경추에서부터 제3요추와 제4요추에까지 이른다고 한다. 이 중에서 제1흉추와 제2흉추에서 오는 섬유는 주로 두부, 목 부분에 분포하고, 이 섬유는 교감신



경사슬에 들어와서 위쪽으로 주행하여 성상신경절, 중경신경절, 상경신경절 등에서 시냅스를 형성후 총경동맥을 따라서 두부로 가거나 상박신경총이나 목에 분포하는 경신경에 연결된다. 또한 상지로 가는 교감신경절전섬유는 제2흉추와 제8흉추 사이에서 시발하여 교감신경사슬로 들어와서 위로 주행하여 제2흉부교감신경절, 성상신경절, 혹은 중경신경절에서 시냅스한 후 대부분 상박신경총에 합쳐진다(오홍근, 1995). 특히 성상신경절은 하경교감신경절과 제1흉교감신경절이 약 80%에서 융합되어 형성되는 경흉교감신경절(cervico-thoracic sympathetic ganglion)인데, 대개 그 위치는 제7경추 횡돌기 기시부와 제1흉추 첫 번째 늑골두알 사이에 존재하며(오홍근, 1995), 길이 2.5 Cm, 폭 1 Cm, 두께 0.5Cm인 난원형 조직이며, 주위 조직으로는 아래쪽에 늑막, 안쪽으로 경장근, 바깥쪽으로 사각근, 앞쪽으로 쇄골하동맥이 뒤쪽으로 횡돌기와 제1늑골절 등이 인접하고 있다(Bonica, 1990). 비교적 성상신경절을 포함하는 느슨한 결합조직 내에 있어 통증치료실에서 국소 마취제를 주입해서 그의 지배영역에 있는 두부, 경부, 상지 및 상흉부에 이르는 교감신경을 차단하는 방법으로 이용되고 있는데(허금주, 주진철, 1996), 화학적 차단방법으로는 후방접근법, 측방접근법, 기관측부접근법이 있으나 후자가 가장 안전하고 간편하게 이용된다(Bonica, 1990). 본 실험에서는 가장 근접한 위치에서 효과적인 자극을 위해서 기관측부에서 탐침전극을 손으로 잡고 직접 적용하였는데, 피실험자는 전기자극시 목 심부에서 묵직한 중압감을 느낀다고 하였고, 자극강도는 근육축의 역치하 자극이 되게 하였다.

자극조건 중에서도 자극빈도의 설정이 중요한데, 고경현 등(1994)과 박장성, 이재형(1999)의 선행 실험을 토대로 실험주파수를 경피신경전기자극기의 주파수 100Hz와 간섭파치료기의 4000Hz의 회로와 4.100Hz의 회로를 교차시켜 나타나는 진폭변조 주파수(amplitude modulation frequency: AMF) 100Hz의 자극빈도를 이용하였으며, Schoeler(1972)에 의하면 치료 주파수가 90-100Hz일 때 교감신경절에 물리적인 차단이 생겨서 말초 혈액순환의 증가가 나타난다고 하였다.

근래에 전기자극이 말초혈류량 변화에 미치는 영향에 관한 연구가 많이 이루어지고 있고(Rita & Diane, 1984; Bergsline et al. 1988; 김선엽 외, 1995, 등), 성상신경절의 전기자극에 대한 연구로써, 고경현 등

(1994)은 정상인을 대상으로 성상신경절에 간섭파 자극 후 두 번째 손가락 등쪽면에서 온도를 측정된 결과 약 0.4°C의 체온 상승이 있었으나 말초혈류량의 변화에 영향을 미친다고 볼 수 없다고 하였으며, 박래준(1997)은 경추의 성상신경절에 고압맥동치료기와 경피신경전기자극치료기로 자극하여 두 번째 손가락끝의 온도변화를 보았는데, 경피신경전기자극군은 전기자극 20분까지 온도가 증가하였고, 고압맥동치료기 자극군은 전기자극 후 10분까지 온도가 상승하여 전기자극 동안 유지되다가 전기자극 후 10분경에 원래의 온도로 회복되어 짧은시간 전기자극은 교감신경의 긴장도를 감소시킨다고 하였다.

교감신경차단시 확장된 혈관 운동은 일차적이고 가장 명백한 효과이며(Collins, 1993), 화학적 차단의 성공적 시술여부의 판단은 주관적 관찰외에 피부온도의 직접 측정, 발한량의 측정, 피부의 전기저항 측정 등이 객관적으로 이용된다(Cousins & Bridenbaugh, 1988).

본 실험에서 성상신경절의 긴장도 변화에 대한 징후로써, 현저한 Horner's 증후군의 출현은 보이지 않았으나, 간섭전류자극군과 경피신경전기자극군 모두에서 안면부의 온감과 상지의 온감을 느낀 사람이 각각 3명과 2명이 있었고, 눈꺼풀의 중압감이 2명, 그리고 목의 선감이나 마비감이 5명이 있었는데, 이들은 실험중에 나타난 징후들이고 실험후에는 거의 증상이 사라졌다. 이효근 등(1995)의 2% mepivacaine HCl의 3ml와 4ml의 국소 마취제를 이용하여 성상신경절 차단 후의 증상 및 징후 발생에서 Horner 증후군 발생이 80~100%, 안면부의 온감이 35~85%, 그리고 상지의 온감이 0~6%가 나타났다고 보고하였는데, 본 실험에서 나타난 여러 가지 징후들은 화학적차단에서 나타난 징후와는 차이가 있음을 알 수 있다.

본 실험에서는 상지 원위부인 손바닥의 적외선 체열촬영에서 측정된 온도는 통계학적으로 유의한 차이가 없었는데, 이는 저자마다 실험방법이나 체온측정방식의 차이와도 연관이 있을 수 있다고 할 수 있다. 그런데 성상신경절 화학적 차단시에도 상지의 피부온도 상승정도는 매우 다양하게 나타난다고 하며, 혈관수축성질환시에는 질환부위의 급격한 혈류증가로 높은 피부온도의 상승이 예상되지만 차단전의 피부온도가 33°C 이상일 경우 차단 후의 피부온도 상승은 그렇게 크지 않으며, 성공적 차단의 확인을 위해 피부 온도 상승이 적어도 1.5°C 이상 되어야 한다고 하는데(박영주 외, 1994), 심규호 등(1996)의 보고에 의하면 성상신경절에 대한 화학적 차

단술후 전완부에서 피부 체온계로 온도변화를 측정할 결과에서 차단후의 온도변화가  $0.6 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 의 상승이 있었다고 하여 상지에서 그다지 높지 않은 온도 상승을 보였다.

성상신경절은 두경부와 상지의 혈관반사에 영향을 미친다는 점에 착안하여 두경부의 온도변화를 측정하였는데, 이에 대한 선행연구가 거의 없어 비교연구는 어렵지만 본 실험에서 나타난 결과는 간섭전류자극군과 경피신경전기자극군의 이마부위, 볼부위, 목부위에서 실험직후에 비교적 높은 온도상승이 있었으며, 특히, 간섭전류자극군의 실험측인 우측의 볼부위와 목부위의 자극전후의 온도차가  $0.79^{\circ}\text{C}$ 와  $0.73^{\circ}\text{C}$ 로 통계학적으로 유의한 온도상승이 있어, 간섭전류자극이 경피신경전기자극에서보다 두경부에서 체온상승에 영향을 미치는 것으로 알 수 있었다.

체표면의 체열의 피부온도는 주위온도의 영향을 많이 받으므로 일정한 온도 유지가 중요하며, 온도가  $31^{\circ}\text{C}$  이상이 되면 혈관확장이 되어 교감신경차단에 의한 혈류의 변화를 평가하기 곤란하며  $20 \sim 22^{\circ}\text{C}$ 의 실내온도 유지가 필요하다(Collins, 1993). 그래서 본 실험에서도 실험실 실내온도를  $20 \sim 25^{\circ}\text{C}$ 사이에서 평균  $22.1 \pm 1.21^{\circ}\text{C}$ 를 유지하였는데 밀폐된 실내공간에서도 피실험자는 약간의 서늘함을 느낀다고 하여, 실험결과에서 볼 때, 전체 실험군에서 시간경과에 따라 체온이 감소되는 경향을 보였는데, 실내온도가 변수로 작용했을 가능성도 배제할 수 없다.

본 연구에서 실시한 경흉교감신경절부에 대한 전기자극의 실험결과에서 볼 때, 두경부에서는 통계학적 유의성이 있는 체온상승을 보인 반면, 상지말단에서는 통계학적 유의성이 있는 체온의 변화가 없었다. 이는 전기자극이 성상신경절 긴장도에 직접적인 영향을 미치지 못하거나, 성상신경절에 대한 직접적이고 효과적인 전기자극되지 못하고 그 상부에 위치하는 상경교감신경절이나 중경교감신경절에 주로 영향을 미쳤을 가능성, 또는 두경부로 분지하는 총경동맥이나 목에 분포하는 경신경 등의 자극으로 인한 간접적으로 영향을 미쳤을 가능성 등을 생각해 볼 수 있다. 따라서 경흉교감신경절부에 대한 전기신경조절의 가능성에 대한 연구는 앞으로 좀 더 다양한 실험조건과 결과측정 그리고 교감신경부조화 질환

등에 대한 폭넓은 연구가 필요하다고 본다.

## V. 결 론

본 연구의 목적은 경흉교감신경절(성상신경절)에 대한 전기자극이 교감신경 긴장도에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 간섭전류자극군(진폭변조주파수 100Hz) 10명과 경피신경전기자극군(주파수 100Hz) 10명을 기관 우측부에서 탐침전극으로 각 20분간 전기자극하여, 경흉교감신경절의 영향하에 있는 두경부인 이마, 볼, 목, 내이 그리고 상지의 말단인 손바닥부위의 체온의 변화를 실험전, 실험직후, 실험후 10분, 그리고 실험후 20분에 측정할 결과는 다음과 같다.

1. 경흉교감신경절 긴장도 변화로 볼 수 있는 현저한 Horner's 증후군의 출현은 보이지 않았으나, 안면부의 온감과 상지의 온감을 느낀 사람이 간섭전류자극군에서 2명과 1명, 그리고 경피신경전기자극군에서 각 1명씩이 있었고, 눈꺼풀의 중압감을 느낀 사람이 간섭전류자극군과 경피신경전기자극군에서 각 1명이 있었으며, 목의 선감이나 마비감의 출현이 간섭전류자극군에서 3명, 경피신경전기자극에서 2명이 있었다. 그러나 모두 전기자극 중에 나타난 징후로써 교감신경절의 긴장도 변화의 직접적인 영향으로 보기는 어렵다.

2. 실험측인 우측과 비실험측인 좌측간의 유의성을 t-검정한 결과, 간섭전류자극군의 실험직후의 목에서 그리고 경피신경전기자극군에서는 실험직후 볼과 내이에서 통계학적 유의성있는 변화를 볼 수 있었다( $P < .05$ ). 그리고 간섭전류자극군의 실험직후 볼에서, 실험후 10분의 목에서 매우 높은 통계학적 유의성을 나타내었다( $P < .01$ ). 따라서 전기자극이 두경부의 체온 변화에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

3. 간섭전류자극과 경피신경전기자극군 모두에서 비실험측(좌측)에 비하여 실험측(우측) 두경부인 이마, 볼, 목부위의 실험직후에서 대부분 온도상승이 있었으나, 실험전에서 실험후 20분까지의 시간경과에 따른 체온 변화의 유의성 검정을 위한 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)에서는 통계학적 유의성이 없었다.

## 〈 참고 문헌 〉

- 고경현, 김주철, 이충휘. (1994). 간섭파 자극후의 말초 혈류량 변화. 대한물리치료사학회지. 제1권 제1호, 19-25.
- 김선엽, 최홍식, 권오윤. (1995). Burst형과 고빈도형 경피신경전기자극치료가 실험적 동통역치와 체온에 미치는 영향 비교. 대한물리치료사학회지. 제2권 제2호, 1-15.
- 대한마취과학회 교과서 편집위원회. (1990). 마취과학. 여문각.
- 민경옥. (1993). 전기치료학 I. 현문사.
- 박돈목, 임정도. (1998). 전기자극이 정상인과 요통환자의 체표면 온도 변화에 미치는 영향. 대한물리치료사학회지. 제5권 제4호, 101-113.
- 박래준. (1997). 경피신경전기자극과 미세전류자극이 정상인의 교감신경 긴장도에 미치는 영향. 대한물리치료학회지. 제9권 제1호, 51-57.
- 박영주, 우남식, 이에철. (1994). 체열활영술을 이용한 성상신경절 차단 of 평가. 대한통증학회지. 제7권 제2호, 258-262.
- 박장성, 이재형. (1999). 간섭전류자극이 말초혈류속도에 미치는 영향. 대한물리치료학회지. 제11권 제2호, 37-42.
- 심규호, 태일산, 류지환. (1996). 성상신경절 차단술과 상완신경총 차단술이 상지 피부온도에 미치는 영향. 대한통증학회지. 제9권 제2호, 340-343.
- 오홍근. (1995). 통증의학. 군자출판사.
- 은현희, 황효용, 류홍현, 이용우. (1997). 성상신경절 차단후 발생한 경부혈종. 대한통증학회지. 제10권 제1호, 124-126.
- 이상훈, 이규창, 우남식, 이에철, 김선복, 이형환. (1994). 체열활영으로 관찰한 전기수지자극의 효과. 대한통증학회지. 제7권 제2호, 222-230.
- 이효근, 정소영, 양승근, 이희전, 서영선, 김찬. (1995). 성상신경절 차단에 필요한 국소 마취제의 최소 용량. 대한통증학회지. 제8권 제1호, 60-64.
- 대한신경외과학회. (1989). 신경외과학. 중앙문화사.
- 장병환, 김정호, 강훈수. (1995). 성상신경절 차단 후 발생한 지속적 호너증후군. 대한통증학회지. 제8권 제2호, 367-369.
- 조희경, 박병용, 한능희, 이원형, 김혜자, 박찬희, 이준규. (1994). 체열활영술을 이용한 통증의 진단과 치료. 대한통증학회지. 제7권 제1호, 53-58.
- 천임순, 김종일, 반종석, 민병우. (1993). 성상신경절 차단요법에 대한 임상경험. 대한통증학회지. 제6권 제2호, 204-207.
- 한영진, 최훈. (1994). 성상신경절 차단후에 발생한 경부혈종. 대한통증학회지. 제7권 제2호, 270-272.
- 허금주, 주진철. (1996). 성상신경절 차단후 경험한 지속적 호너 증후군. 대한통증학회지. 제9권 제1호, 248-250.
- 若杉文吉. (1988). ペインクリニック神経ブロック法. 東京. 醫學書院.
- Adriani J., Parmley J., & Ochsner A. (1952). Fatalities and complications after attempts at stellate ganglion block. Surgery. 615-629. American Academy of Thermology. (1986). Technical guidelines. 2nd ed., Washington, D.C., 108-12.
- Bergslien O., Thoresen M., & Odemark H. (1988). The effect of three electrotherapeutic method on blood velocities in human peripheral arteries. Scand. J. Rehab. Med. 20, 29-33.
- Bonica JJ. (1990). The management of pain. 2nd ed. Philadelphia. Lea & Febiger. 1941-1942.
- Carron H., & Litwiller R. (1975). Stellate ganglion block. Anesth. Analg. 54, 567-570.
- Chad Starkey. (1999). Therapeutic Modalities. F.A Davis company. Philadelphia.
- Collins VJ. (1993). Principles of anesthesiology. 3rd ed. Philadelphia. Lea and Febiger. 1438-1444.
- Cousins MJ., & Bridenbaugh PO. (1988). Neural blockade in clinical anesthesia and management of pain. 2nd ed. Philadelphia, Lippincott. New York. 461-500.
- Cousins MJ., Reeve TS., & Glynn CJ., et al. (1979). Neurolytic lumbar sympathetic blockade: duration of denervation and relief of rest pain. Aneasth. Intensive care. 7, 121-135
- DeDomenico G. (1982). Pain relief with interferential therapy. Australian Journal of

- Physio-therapy 28, 14-18.
- Dooley DM., & Kasprak M.(1976). Modification of blood flow to the extremities by electrical stimulation of the nervous system. *South Med. J.* 69(10), 1309-1311.
- Gerald N., & Lampe BS.(1978). Introduction to the use of transcutaneous electrical nerve stimulation devies. *management of pain*, 58, 1450-1454.
- Gersh MR., Wolf SL., & Rao VR. (1980). Evaluation of transcutaneous electrical nerve stimulation for pain relief in peripheral neuropathy. *Phy. Ther.* 60, 131-135.
- Heidi J. Indergand, & Barbara J. Morgan. (1995). Effect of interference current on forearm vascular resistance in asymptomatic humans. *Physical Therapy*, 75, 306-312.
- Kloth LC. (1992). Electrotherapeutic alternatives for treatment of pain. In: Gersch MR, ed. *Electrotherapy in Rehabilitation*. Philadelphia, Pa: FA Davis Co. 197-217.
- Leandri M., Brunetti O., Parodi CI. (1986). Telethermographic findings after transcutaneous eletrical nerve stimulation. *Phys. Ther.* 66(2). 210-213.
- Longobardi AG., Clelland JA., Knowles CJ., & Jacson JR.(1989). Effect of auricular transcutaneous electrical nerve stimulation on distal extremity pain: a pilot study. *Phys. Ther.* 69(1), 10-17.
- Nikolova L. (1987). Surgical conditions. In: *Treatment with interferetial current*. Edinburgh, Scotland: Churchill Livingstone, 95-181
- Rita A. Wong, & Diane U. Jette. (1984). Change in sympathetic tone associated with different forms of transcutaneous electrical nerve stimulation in healthy subjects. *Management of pain*. 64, 478-482.
- Schoeler H. (1975). *Physikalische grenzstrangblockade*. *Tecknik in der Medizin* 2(1), 16-18.
- Schwartz RG.(1990). Electric sympathetic block: methods of measurement and a study assessing its effectiveness. *Adv. Ther.* 7(5), 289-291.
- Starkey C.(1999). *Therapeutic modalities*. 2nd ed. Philadelphia. F.A. Davis company.
- Wadsworth H., & Chanmugan APP. (1983). *Electrophysical agents in physiotherapy*. New South Wales, Australia. Science Press.