

전기자극이 정상인과 요통환자의 체표면 온도 변화에 미치는 영향

극동정보대학 · 삼세한방병원*

박 돈 목 · 임 정 도*

The Effect of Electrical Stimulation on the Changes of Skin Temperature in Normal and Low Back Pain Patients

Park, Don Mork, M.S., P.T., Lim Jung Do., P.T.*

*Dept. of Physical Therapy, Kuk Dong College
Sam-Se Oriental general Hospital.**

— ABSTRACT —

The purpose of this study is to investigate the relationship between effects of TENS (Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation) and IFC(Interferential Current Therapy) to the change of body surface temperature. Cases are 22 normal persons and 22 patients with low back

pain. Digital Infrared Thermal Imaging system was used for the detection of body surface temperature. 50Hz in frequency and 25-35mA in intensity were applied to TENS and IFC, 15 and 10 minutes on each.

The results were follows :

1. TENS and IFC has on effect of decreasing surface temperature, which would be from cardiovascular factors. (P<0.001)
2. The influence of IFC to the body surface temperature is greater than TENS, and it seems to be vasoconstriction of sympathetic activity.
3. There were no significant differences of body surface temperature between the two groups before and after electrical stimulator.

서 론

신체의 온도 항상성과 체표온도의 중추적 조절은 되먹임기전에 의한 시상하부의 온도 조절 중추에 의해 이루어지고(합기선·신문균·최홍식, 1996 ; 이상훈·우남식·이예철, 1994), 전류가 인체에 미치는 직접적인 효과는 Joule의 법칙에 따르는 열 효과와 전자장효과 및 이온화 현상에 의해 새로운 화합물을 생성하게되는 화학적 효과가 있다(이재학, 1992).

전기자극 치료는(여기서는 간섭파치료: interferential therapy: IFC, 경피신경 자극치료: transcutaneous electrical nerve stimulation: TENS, 이 두 가지를 지칭한다) 우리나라 뿐만 아니라, 의료선진국에서도 온습포, 냉습포, 맛사지, 견인치료, 운동 치료등과 더불어 가장 많이 사용되어지는 치료 방법 중의 하나라고 할 수 있을 것이다 이 치료방법은 또한 유해하지 않으면서 중독 되지 않고, 동통을 치료한다는 점에서 물리치료 분야에서 호평 받고 있다(Longobardi·Clelland·Knowles·Jackson, 1989).

이러한 전기치료는 통증억제, 국소 혈류량 증가에 의한 미열효과 및 맛사지효과 등이 있으며, 그 외 말초신경 손상에 의한 마비환자에서 근위축속도의 지연, 근력의 강화와 중추신경 마비환자에 대한 근무용성 위축의 방지와 경직성의 완화, 근육 재교육 및 혈전증의 방지 등을 위해 쓰여지고 있다(Kottke & Lehmann, 1990 ; Sjolund·Margareta·Erikson, 1979). 경피신경전기자극은 전류를 적절히 사용하여 피부의 말초지각신경을 자극함으로써 여러 가지 원인에 의한 동통에 대해 그 통증을 완화, 소실시키는 진통효과를 위해 사용하는 일종의 동통치료 방법으로써(이재학, 1992 ; Paxton, 1980) Melzack과 Walli (1965)이 발표한 관문조절설(gate control theory)에 그 기전을 두고 있다.

경피신경전기자극치료의 자율신경계에 미치는 영향에 대해 연구자들 간의 이견이 많은데,

TENS 자극이 교감신경의 긴장성 증가를 유발하여 피부온도가 감소하였다는 보고(Wong & Jette, 1984 ; Nalon·Hartsfield·Witters·Wason, 1993)와 온도가 증가하였다는 보고(Leandri·Brunetti·Parodi, 1986 ; Kaada & Eielsen, 1983 ; 김선엽·최홍식·권오윤, 1995)가 있었으며, 만성 동통환자에서는 피부 온도에 아무런 영향이 없었다는 보고(Ebersold·Laws·Albers, 1977)와 증가와 감소, 그리고 변화가 없음이 동시에 한 연구에서 나왔다는 보고(장일·유근식·이양균·박옥, 1991)도 있었다. 완전마비 환자에서 24Hz의 기능적 전기자극(functional electrical stimulation)시 체표온도의 증가가 있었다는 보고가 있었다(이창현, 1997).

다른 연구에서는 TENS 적용 후에 체온상승이 있으며, 체온은 실험직후에 가장 높았고, 또한 남녀간의 차이가 있을 뿐만 아니라, 여자에서 남자보다 더 높았다고 하였다(김선엽 등, 1995).

간섭파치료의 자율신경에 대한 연구보고는 많지가 않으며, 혈관 질환인 레이노병(Raynaud's disease) 환자와 말초혈관 폐쇄성 질환(Endarteritis obliteraus) 환자에서의 혈액순환 증진에 의한 온도증가의 보고가 있다(Nelson & Currier, 1987).

전기자극치료에 의한 체온변화는 TENS의 경우 C섬유의 자극으로 인한 근수축으로 혈액순환이 증진되어 온도의 상승이 나타난다고 하였으며(김선엽 등, 1995), TENS에 의한 혈관 확장과(Abram·Asiddao·Reynolds, 1976 ; Wong & Jette, 1984), 간섭파치료에 의한 혈관 확장(Nelson & Currier, 1987)이 보고되어 있으며, 피부온도의 감소는 교감신경의 긴장성 증가에 의한다고 하였다(Wong & Jette, 1984).

간섭파치료에 의한 긴장성 증가 기전으로는 간섭파가 교감신경을 자극하여 혈관수축을 일으키는 신경섬유를 직접자극했을 가능성과, 간섭파 전기자극에 의한 근육수축으로 근육내 혈

관의 혈액 요구량이 증대되어 2차적으로 피부 혈관의 수축을 유발하였을 가능성 등이 있다 (김진호·한태륜·이시옥, 1996).

또 다른 보고서에는 전기자극시의 체열상승 효과는 serotonin에 의한 교감신경계 억제 및 VIP(vasoactive intestinal polypeptide) 같은 능동적 혈관확장 호르몬 등에 의한다고 하며(Kaada & Helle, 1985). 이러한 체열상승 효과는 진통효과와 유의한 관계가 있다고 하였다(Masala 등, 1983).

체표면의 절대온도는 외부온도에 따라 변화할 뿐만 아니라 시간에 따라서도 변화하며, 부위에 따라서도 차이가 있다고 알려져 있다(전세일·박은숙·이창현, 1995).

체표면의 절대온도를 조절하는 주요 인자는 혈류로서, 신체의 피부에는 많은 혈관과 신경이 밀집되어 있어 말단부위의 체온조절에 중요한 역할을 한다고 알려져 있다(Uematsu·Edwin·Kim·Kozikowski, 1988a).

체표 면에서 수mm 이내의 혈류 조절은 주로 교감신경계에 의하여 조절되지만, 그 외 주위의 물리적 환경상황, 피부상태, 피부 표면의 지방 및 진피층을 통한 내부열 전도와 혈류를 통한 내부열 대류 등이 복합적으로 작용한다고 보고하였다(Edeiken & Shaber, 1986 ; Uematsu·Jankel·Edwin·Kim·Kozikowski, 1988b).

이와 같은 용도로 흔히 이용되는 간섭파치료나 TENS 치료 등의 효과는 구심성 신경의 활성화에 의한 것으로 설명되고 있다.

전기적 자극이 체열 변화에 대하여 다양한 기전들을 제시하고 있는바, 이 두 전기치료는 통증에 대한 진통효과를 목적으로 많이 사용하지만, 진통효과를 객관적으로 증명하는데는 많은 어려움이 있고, 전기자극과 체열변화가 서로 일치하는 것만은 아니겠지만, 밀접한 관계가 있는 것만은 분명하므로(장일 등, 1991) 이와 같은 연구가 필요하다.

본 연구의 목적은 물리치료 분야에서 광범위

하게 사용되어지고 있는 TENS와 간섭파치료를 정상인과 요통환자의(요부에 한정) 체표에 적용시켰을 때 나타나는 체온의 변화와 그것에 미치는 영향에 대해 알아보고자 한다.

연구 방법

연구 대상

1996년 12월부터 1997년 1월까지 김해 성모병원 물리치료실을 내원한 20~30대의 만성 요통환자 22명(남자 11명, 여자 11명)을 실험군으로 하였고, 본원 직원중 과거 요통의 경험이 없거나 최근 3개월 이내에 발병이 없었던 20~30대의 22명(남자 11명, 여자 11명)의 지원자를 대조군으로 하여 시행하였다. 대상자의 평균연령은 28.3세(21~38세)였다.

실험 대상자의 분류는 실험군 남자를 I군으로, 실험군 여자를 II군으로, 대조군 남자를 III군으로, 대조군 여자를 IV군으로 분류하였다.

실험 방법

1) 실험도구

실험도구는 본원에 설치되어 있는 적외선 체열촬영기(Digital Infra-red Thermal Imaging System, Dorex Inc. U.S.A.)와 TENS(Homer Ion, Japan), 간섭파 치료기(Nemectron, Germany)를 이용하였다.

적외선 체열촬영 검사는 인체의 체표 면에서 3~10 μ m의 파장을 가지고 방출되는 적외선의 미묘한 온도차를 감지하여 이를 등고선 모양의 체열 지도로 나타내어 신체의 이상부위를 진단하는 것으로, 1956년 Lawson이 유방암 환자의 체열촬영을 처음 보고하였고, 1982년에 Pochaczvsky등과 Wexler는 체열촬영 검사가 추간판 탈출증을 포함한 신경근 병변의 진단에 유용하다고 보고하였으며, 현재 여러 종류의 말초신경 병변 및 통증 부위의 객관적 증명과 법의학적인 측면에서도 이용되고 있으며, 특히 통증의 연구에 활발히 이용되고 있는 기

구이다(장일 등, 1991 ; 전세일 등, 1995).

Homer Ion TENS는 0~500Hz의 저주파를 이용할 수 있으며, 허리의 넓은 부위를 감당할 수 있는 3개의 도자를(+극 1개, -극 2개) 사용하였다.

간섭파치료는 4000Hz의 회로와 4000~4150Hz의 회로를 교차시켜 거기서 발생하는 저주파를 이용하여, 인체의 심부층에 치료하는 기기으로써, 간섭전류란 두개 또는 그 이상의 진동이 어떤 매체에서 동시에 같은 지점 또는 일련의 지점에 적용될 때 발생하는 현상으로 이렇게 발생한 간섭전류는 진폭변조 주파수(amplitude modulation frequency : AMF)를 갖게 되어 저주파 전류의 효과를 일으킬 수 있다(오경환, 1989).

2) 실험 과정

실험전 준비단계로서 각 실험 대상자에게 검사당일에 심한 육체적 활동 및 목욕이나 기타 피부에 자극을 줄 수 있는 일체의 행위를 하지 않도록 하고, 검사 전에는 충분한 휴식을 취한 후 촬영 15분전에 전신 탈의를 하도록 하였으며, 특히 여성은 촬영 당일에 브래지어나 끈기는 옷은 착용하지 않도록 하였다. 촬영실 내의 온도는 19~21°C를 유지하고, 습도는 50~55%를 일정하게 유지하도록 하여 실내 온도에 따른 검사의 오차가 없도록 하였다. 또 TENS 효과에 영향을 미칠 수 있는 약제(Diazepam, Codein, Narcotics등)의 복용과 흡연도 24시간 전에 하지 말 것을 요구하였다(장일 등, 1991 ; 이창현, 1997 ; 전세일 등, 1995). 촬영실을 나와 치료실에서 치료를 할 때는 얇은 수술용 가운만 입고 촬영부위는 항상 노출이 되게 하였다.

실험과정은 첫날, 19~21°C의 적정온도가 유지된 실내에서 15분간 노출상태에서 대기한 후 적외선 체열촬영을하고, 그 뒤 TENS 치료를 하였으며, 치료가 끝나면 바로 재촬영을 하였고, 15분 후와 30분 후에 똑같은 방법으로 촬영을 하였다. 그리고 2일 뒤 다시 체열촬영

을 한 후 간섭파를 치료하였고, 직후와 15분 후, 30분 후의 순서로 촬영을 하였다.

전기자극 방법시 주파수(frequency)는 TENS와 간섭파치료에서 50Hz를 선택하였으며, TENS는 35mA, 간섭파 치료는 25mA 내외의 자극강도로 근수축이 일어나지 않는 범위 내에서의 최대강도로 하였다. 각 치료시간은 TENS는 15분, 간섭파치료는 10분간으로 하였다.

3) 자료 분석

실험결과는 SPSS/PC+ 통계 프로그램을 이용하였다. TENS와 간섭파치료의 실험군과 대조군, 그리고 각 군간의 치료전과 치료직후, 15분 후, 30분 후의 체표면 변화를 알아보기 위해 t-test를 하였으며, 전체 군의 TENS와 간섭파치료에 대한 체표면 온도의 차이는 일원량 분산분석(ANOVA)을 하였다.

실험상의 한계

실험시 각 대상자들에게 실험과정상 지켜야 할 준수사항을 사전에 교육을 하였으나, 실지로 각 가정에서 정확히 지켰는지에 관해서는 대상자의 응답에 의존한 확인을 할 수밖에 없었으며, (예, 술은 24시간 전, 담배는 최소 2시간 전에는 금해야함) 실험시 체열 촬영실에서 전기치료실까지의 이동시 전신 탈의 상태로 있어야 하나 수술용 가운으로 대체하였다.

연구 결과

각 군의 대상자 특성

실험군으로 남녀 각 11명과 대조군으로 남녀 각 11명씩을 측정하였다. 각 군별 평균 연령과 신체 수준은 표 1과 같다.

실험군의 병력은 다양하였으나 일반적으로 만성적인 요통을 안고 있는 사람이 대부분이었으며, 남자 실험군에서 두 명이 오래 전에 추간판절제술을 받은 경험이 있었고, 여자 실험

군에서 3명이 C-T상의 경미한 추간판탈출 증세가 있었다.
대조군은 직원중 신체 건강한 남녀로 과거

요통의 경험이 없었거나 경험이 있었던 사람중 최근 3개월 이내에 재발이 없었던 사람으로 선별하였다.

Table 1. General characteristics of subjects.

	Number	Age(yr)	Weight(kg)	Height(cm)
I group	11	29.3	65.4	172.4
II group	11	27.6	58.4	159
III group	11	30.0	65.9	171.3
IV group	11	26.3	50.1	159.7

각 군의 TENS 치료전, 후의 체표면 온도 비교 다.

완전 탈의 후 적정 실내온도(19~21°)에서 일정시간을 유지한 후 TENS치료 전에 실시한 체표면 온도는 I군에서 31.3°, II군은 31.4°, III군은 31.7°, IV군은 31.1°를 나타내어 각 군간에 유의한 수준차는 없었으며, TENS치료 직후에는 전체군에서 약 0.7°의 온도가 낮아졌고, 통계학적으로 유의한 수준차를 보였다(P<0.001). 각 군 중의 여자 대조군에서 약 1°가 낮아져 가장 많은 차이를 보였는데, 각 군간의 유의한 수준의 차이는 없었

다. 치료 15분 후의 온도차는 전체 군에서 약 0.9°의 온도가 낮아져, 수치상 치료직후 보다 낮아졌으나 유의한 수준의 차는 없었다. 특히, 각 군 중에서 여자군보다 남자군에서 수치상 더 많은 차이를 나타내었다. 그러나 각 군간의 유의한 수준의 차는 없었다.

TENS 치료후 30분 뒤에 촬영한 체표면 온도에서도 15분 후와 마찬가지로 약 0.9°의 차이를 나타내었으나, 각 군간의 유의한 수준의 차는 없었다.

Table 2. The changes of skin temperature by TENS application.

	N	Pre.	Post.	15min.	30min.
		M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
I Group	11	31.3±1.47	30.9±1.34	30.3±1.54	30.7±0.85
II Group	11	31.4±1.74	30.7±1.42	30.5±0.98	30.4±0.87
III Group	11	31.7±0.51	30.7±0.53	30.7±0.59	30.5±0.54
IV Group	11	31.1±1.01	30.6±0.97	30.4±0.6	30.3±0.59
Total mean*		31.4±1.27	30.7±1.12	30.5±1.0	30.5±0.73

* : P<0.001.

각 군의 간섭과 치료전, 후의 체표면 온도 비교

간섭과 치료전의 체표면 온도 조사에서, 다른 군에서는 TENS치료전 체표면 온도와 별차이가 없었으나 I군에서는 평균 1.6°의 상승이

있었다(Table 3). 이것은 세 사람에서 당일 심한 통증이 있었으며, 체표면 온도 촬영결과 TENS치료전 보다 높은 온도분포가 나타났기 때문이었다.

치료직후의 온도차는 네 군에서 모두 유의한

수준의 온도차가 있었으며($P < 0.001$), 특히 I 군에서는 -2.2° 의 온도차가 있었다.

치료 15분 후의 조사결과는 치료직전과는 차이가 있으나 치료직후와는 유의한 수준의 차이가 없었으며, TENS치료 15분 후의 결과와도 유

의한 수준의 차이가 없었다. 치료 30분 후의 조사결과에서도 치료직전과는 차이가 있었지만, 치료 15분 후의 결과나 TENS치료 30분 후의 결과와는 유의한 수준의 차이가 없었다.

Table 3. The changes of skin temperature by IFC application.

	N	Pre.	Post.	15min.	30min.
		M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
I Group*	11	32.9±2.48	30.7±0.72	30.7±0.81	31.1±0.86
II Group*	11	31.6±1.53	29.7±0.77	30.0±0.9	30.1±0.95
III Group*	11	31.6±1.6	29.8±0.92	30.1±0.93	30.2±0.72
IV Group*	11	31.1±1.4	29.7±0.93	29.9±0.84	29.8±0.84
Total mean*		31.8±1.81	30.0±0.84	30.2±0.87	30.3±0.85

* : $P < 0.001$,

실험군과 대조군의 TENS 치료전, 후의 체표면 온도비교

실험군과 대조군의 TENS치료전 온도 분포는 똑같았으며, 치료 이후에도 두 군간의 별다

른 차이는 없었다. 그러나 치료전과 치료 후의 체표면 온도에는 차이가 있었으며, 특히, 직후보다 시간이 흐른 뒤인 15분부터 유의한 수준의 차이가 있었다($P < 0.05$).

Table 4. The changes of skin temperature by TENS application between experimental and control groups.

	N	Pre.	Post.	15min.	30min.
		M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
Experimental group	22	31.4±1.55	30.8±1.34	30.4±1.25*	30.6±0.85
Control group	22	31.4±0.84	30.7±0.76	30.6±0.6*	30.4±0.56

* : $P < 0.001$,

실험군과 대조군의 간섭과 치료전, 후의 체표면 온도 비교

실험군과 대조군의 치료전 온도분포는 실험군에서 약 1° 가 높았고, 치료직후에는 양 대상

군에서 유의한 수준 차를 나타내었으며($P < 0.05$), 실험군에서 약 2° 가량이 낮아져 대조군보다 더 많은 차이를 나타내었다. 하지만 두 그룹간의 유의한 수준의 차는 없었다.

Table 5. The changes of skin temperature by IFC application between experimental and control groups

	N	Pre.	Post.	15min.	30min.
		M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
Experimental group*	22	32.3±2.11	30.2±0.89	30.4±0.9	30.6±1.01
Control group*	22	31.3±1.48	29.7±0.9	30.6±0.87	30.0±0.78

* : P<0.05.

전체군의 TENS와 간섭파치료에 대한 체표면 온도비교

실험대상자 전체에서 TENS치료 후의 체표면 온도변화는 유의한 수준의 차가 있었으나 (P<0.001), 시간대별 차이는 없었다. 간섭파치료 후의 체표면 온도변화도 유의한 수준의 차가 있었으나(P<0.001), 시간대별 차이는 없었다. 단지, 수치상으로는 치료 직후에 가장 많은 차이를 보였으며, 그 이후 서서히 상승하는 수치를 나타내었다(Table 2).

또한 두 치료방법간의 체표온도 변화 폭을

살펴보면, 치료직후에 간섭파치료의 감소율이 가장 컸으며(-1.8°), TENS치료 직후와는 유의한 수준의 차가 있었다(P<0.001). 치료 15분 후의 변화에서는 직후와 큰 온도 변화의 차이는 없었으나, 두 치료방법간의 차이가 줄어들었으며, 유의한 수준의 차이가 있었다(P<0.05).

치료 30분 후의 두 치료방법간의 차이는 15분 후보다 더욱 줄어들었으며, 통계적으로 약하긴 하지만 유의한 수준의 차이를 보였다 (P<0.10).

Table 6. The changes of skin temperature in total groups by TENS and IFC application.

	N	Post.	15min.	30min.
		M±SD	M±SD	M±SD
TENS***	32	-0.7±0.92***	-0.9±1.02	-0.9±1.13
IFC***		-1.8±1.39***	-1.6±1.4**	-1.5±1.46*

*** : P<0.001, ** : P<0.05, * : P<0.10.

고찰

고대 희랍로마시대부터 인류는 동통을 제거하기 위한 목적으로 전기를 유발하는 물고기를 이용하여 치료를 하였다(Taub & Kane, 1975 ; 민경옥, 1993). 이후 전기가 발명되어 여러 가지 전기기구를 이용하게 되었으며, 각

종 동통치료에 유용하게 사용하게 되었다(박창서·박경희·강세운·안용팔, 1981).

요통은 인간의 일상생활에서 가장 흔히 고통 받고 있는 질환의 하나로서, 전체 인구의 약 80% 이상에서 경험한다고 하며(이강우, 1995), 그 중 많은 환자가 병원치료를 받고 있으며, 재발이 빈번하기 때문에 현대 문화병

이라 일컬어지는 요통에 관한 문제는 항상 큰 관심을 일으키고 있다(문상은, 1995).

본 연구는 임상에서 가장 많이 접하고있는 이러한 요통환자에게 동통치료를 목적으로 우리나라 물리치료사들이 가장 빈번히 사용하고 있는 TENS와 간섭 파치료를 적용했을 때 나타나는 체표온도의 변화와 변화의 지속시간을 알아봄으로써, 그 기기의 효과와 효과 지속시간과의 관련여부를 알아보고자 한다.

조직의 심부에서 느끼는 통증은 주로 근육과 관련된 경우가 많으며, 이러한 동통은 근경축을 일으키고 혈액순환의 장애가 되기도 한다(김선엽 등, 1995). 이러한 동통관리에 전기자극치료가 널리 이용되고 있다(이청기·강안기·박현·김종철·이삼철, 1993).

전기자극에 대한 인체의 신경생리학적 반응은 자극전류의 파형, 주파수, 빈도, 강도, 그리고 전기가 가해지는 부위, 자극시간등에 따라 다른 것으로 알려지고 있으며, 정확한 기전에 대한 연구보고는 많지 않다(이청기 등, 1993).

전기자극에 이용되는 전류를 크게 저주파(low frequency current)와 중주파(medium frequency current)로 나눌 수 있으며, 이들 용어의 확실한 정의는 되어있지 않으나, 저주파는 1000Hz 이하의 주파수를 가진 전류로 정의되며, 중주파는 4000~4500Hz 범위의 전류를 말한다(민경옥, 1993).

TENS는 감각신경을 전기적으로 자극하여 통증조절을 하는 것으로(이재학, 1992), 자극조건에 따라 구분하였을 때 주파수가 10~100Hz이상인 고빈도(high rate) 자극법과 1~4Hz정도의 저빈도(low rate) 자극을 이용하는 방법으로 나눌 수 있다(김선엽 등, 1995). 저빈도 자극은 엔돌핀에 의한 효과일 것이며, 고빈도 자극은 이와는 다른 것으로 고빈도 자극에 의한 효과는 대부분 바로 치료효

과가 나타나나, 저빈도 자극에 의한 효과는 약 20~30분 정도의 자극 후에 효과가 나타나며, 자극 후에는 지속효과가 고빈도에 비해 더 길다(Moore & Blacker, 1983).

TENS가 자율신경계에 미치는 영향에 대하여는 연구자들 간의 이견이 많다. TENS자극 후에 체표온도가 상승했다는 보고(Kadda 등, 1983a ; Leandri 등, 1986 ; 김선엽 등, 1995)가 있으며, 전기자극시 혈액순환의 증진이 피부온도를 증가시킨다고 하였다. 그리고 TENS자극에 의한 피부온도의 감소는 교감신경계의 긴장성 증가에 의한다고 하였다(Wong & Jette, 1984).

이와 같이 연구자들 간에 따라 체표온도의 변화가 다르게 나타나는 것은 대상자와 환경 및 자극치료기의 종류와 자극 시간, 빈도등 여러 가지의 차이에 있으며, 온도의 측정기구 또한 다르기 때문이었다.

김선엽(1995) 등은 burst형(1~4 burst/sec, 100~250 μ s)과 고빈도 저장도형(40~150Hz, 50~100 μ s)을 선택하여 정상인을 상대로 요골의 경상돌기 부위를 검사하였으며, 전자디지털 체온계(electrical digital thermometer)로 검사한 결과 체온의 상승이 있으며, 특히 여자에서 남자보다 더 높았다고 하였다.

Nalon(1993) 등은 건강한 사람을 대상으로 일 반적인 파형과 burst파를 사용하여 전완의 정중 신경(median nerve) 위에 100Hz를 20분간 자극을 한 다음 둘째 손가락과 다섯째 손가락, 그리고 자극부위를 검사하였으며, Physiotemp라는 전자온도계를 사용한 결과 증가하였다고 하였다.

Wong과 Jette(1984)는 20명의 정상인을 대상으로 네 가지의 다른 형태(고주파, 저주파, burst파, 그리고 가자극*(placebo stimulation) 등)의 TENS를 이용하여 한 쪽 상지를 자극한 뒤 동측과 반대측의 손끝 피부 온

* : 假자극(placebo stimulation)-전기자극에 대한 대상자의 심리적 반응을 살피기 위해 실제로 자극을 하지 않고 자극하는 것처럼 하는 것.

도를 측정하였다. 이들은 Cyborg J42라는 전자출력(digital readout) 장치의 온도계를 이용하여 측정된 결과 온도가 감소하였다고 하였다.

또한 장일 등은(1991) 척수손상 및 추간판 탈출증, 말초신경손상 환자를 대상으로 4Hz의 주파수로 TENS를 20분간 자극한 결과에서 19명의 환자중 증가가 4명(30.77%), 감소가 9명(69.23%)이었으며, 그 외는 변화가 없었다고 하였다.

Ebersold 등은(1977) 20명의 통증환자와 10명의 대조군을 통해 10~100Hz의 TENS 자극을 한 뒤 통증 부위와 그 주위를 전자온도계를 사용하여 측정된 결과 통증 감소는 있으나 피부온도의 변화는 없었다고 하였다.

혈액순환 증진의 기전은 자율신경의 활동에 의한 반사나 근육수축에 의한다고 하였다. 연속적 파동(pulse)이 16Hz인 전기로 자극했을 때 혈관에서의 혈류증가가 최대가 된다고 하였다(Lynn, 1989).

본 연구에서는 44명의 정상인과 요통환자에서 50Hz의 TENS를 자극한 결과, 체표온도의 감소효과가 있었으며, 전체적으로 치료 후 15분 후부터 통계적으로 유의한 차가 나타났다($P < 0.001$). 그리고 이러한 감소효과는 치료 30분 이후까지 지속되었음을 알 수 있었다.

간섭파치료의 경우 자율신경계에 미치는 영향에 관해 많은 연구가 이루어져 있지 않으며, 치료후 증가하였다는 설(Nelson, 1987)과 감소하였다는 설이 있다(Wong & Jette, 1984).

간섭파치료에 의한 긴장성 증가 기전으로는 간섭파가 교감신경계의 혈관수축 신경섬유를 직접자극했을 가능성과 전기자극에 의한 근육수축으로 인해 근육내 혈관의 혈액 요구량 증가에 대한 2차적 피부혈관수축을 유발한 가능성을 들 수 있다(김진호 등, 1996).

본 연구에서는 50Hz의 간섭파치료의 결과 TENS보다 더 많은 체표온도의 감소를 가져왔으며($P < 0.001$), 정상인에 대한 감소보다 요통환자에 대한 감소효과가 수치상 더 크게 나타났다.

요추간판 탈출증환자에서의 체표면 온도분포는 추간판 탈출부위인 요부에는 정상치보다 높은 온도의 상승이 있으며, 하지 쪽으로는 온도의 하강이 있다고 하였다(김영수·조용은·오성훈, 1990).

본 연구에 참여한 실험군은 만성적인 요통을 가지고 있으며, 병원에서의 전문적인 치료를 요하는 환자를 선발하였고, C-T상 요추간판 탈출증이 진단된 환자는 3명(13.6%)이었으며, 과거 추간판 절제술 경험이 있었던 환자가 2명(9.1%)이었다.

이번 실험에서 실험군 중 치료전 온도가 가장 높게 나타났던 대상자는 디스크 수술 경험이 있었던 환자로 촬영당일 심한 통증을 호소하였으며, 34.1°의 온도분포를 나타내었다. 그리고 가장 낮은 온도분포를 나타내었던 대상자는 23세의 만성적인 요통을 앓고 있는 여자환자로 28.7°였다. 반면 대조군에서 가장 높은 온도를 나타내었던 대상자는 32.8°였으며, 가장 낮았던 대상자는 29.6°의 온도분포를 나타내었다.

실험군과 대조군의 치료전 온도분포를 살펴볼 때 수치상으로는 실험군이 대조군보다 약 0.4° 높게 나타났으나, 통계적으로는 유의한 차이가 없었으며, 앞의 양 대상군의 온도분포 결과를 놓고 볼 때 대조군보다 실험군에서의 온도분포 폭이 크다고 할 수 있겠다. 이러한 큰 폭의 온도분포에 관해서 정확히 설명할 수는 없으나, 실험군에서 환자에 따라 통증을 느끼는 부위의 통증발성물질(histamine, substance P, bradykinin, prostaglandin 등)에 의한 체표온도 증가와(Hobbins, 1996) 통증에 의한 근경축으로 혈액순환이 감소되어 정상치보다 낮은 온도분포가 나타나는(김진호 등, 1996) 환자로 구성되어 있는 결과로 보인다 실험군과 대조군의 TENS 치료전 체표온도 평균은 실험군과 대조군이 31.4°로 나타났다.

TENS치료 직후에 나타난 온도변화에서 0.5° 이상의 상승이 있었던 대상자는 실험군에서만 3명(13.6%)이었으며, 가장 높게 증가한 대

상자는 1.5°이었다. 또한 $\pm 0.5^\circ$ 이내의 별 변화없이 나타난 대상자는 실험군에서 4명(18.2%), 대조군에서는 7명(31.8%)이었다. 그리고 2°보다 큰 감소차이를 나타낸 대상자는 실험군에서 2명(9.1%), 대조군에서 1명(4.5%)이었다. 치료 직후의 전체평균 감소는 0.7°였다.

TENS치료 15분 후에는 전체 평균적으로 가장 낮은 온도분포를 나타내었다. I군에서는 1°의 온도 감소가 보였으며, II군에서는 0.9°, III군에서는 1°, IV군은 0.7°의 감소를 나타내어 전체 평균 0.9°의 감소를 보였다.

치료 30분 후에는 I군에서 0.6°, II군은 1°, III군은 1.2°, IV군은 0.8°의 감소를 나타내어 15분과 같은 0.9°의 감소 분포를 유지하고 있었다. 이상의 결과로 볼 때 TENS 치료는 체표온도의 감소효과가 있으며, 이 감소효과는 30분 이상 지속된다고 할 수 있다.

간섭파치료 직후에 나타난 온도변화에서 2.5°보다 큰 폭의 감소를 보인 대상자는 실험군에서 7명(31.8%), 대조군에서 3명(13.6%)이었으며, 0.5°이상의 온도증가를 보인 대상자는 실험군에서 1명(4.5%)이 있었다. 그리고 $\pm 0.5^\circ$ 이내의 변화 폭이 적었던 대상자는 실험군에서 1명(4.6%), 대조군에서 1명(4.6%)이었다. 간섭파치료 직후의 온도감소 폭은 실험군이 2.1°, 대조군이 1.6°였으며, 전체평균 1.8°의 감소를 나타내었다.

간섭파치료 15분 후와 30분 후에는 치료 직후보다 수치상 각각 0.1°, 0.2°씩 증가하였으나 통계적으로 의미는 없었다. 특히, 15분 후부터는 치료전보다 증가한 대상자는 1명도 없었으며, 치료 직후에 증가했던 대상자도 15분 후부터는 감소를 나타내었으며, 치료 30분 후에 $\pm 0.5^\circ$ 이내로 변화없이 나타났던 대상자는 7명(31.8%)이었다.

이상에서 살펴본 바와 같이 나타난 결과는 다음과 같으며, 전기자극과 치료효과와의 관련 여부는 추후 더 논의해야할 과제라고 할 수 있겠다.

결 론

TENS와 간섭파치료를 이용한 44명의 정상인과 요통환자의 체표면 온도 평가에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 전기자극(TENS, IFC)은 체표면의 온도 변화에 영향을 미치며, 체표면 온도를 감소시켰다.($P < 0.001$)
2. 간섭파치료는 TENS보다 체표면 온도감소 효과가 더 컸다.
3. 정상인과 요통환자의 치료전 체표면 온도차에 대한 유의한 수준차이는 없었으며, 두 전기자극치료 후에도 두 대상그룹간의 유의한 수준차이는 없었고, 또한, 남녀간의 차이도 없었다.

참 고 문 헌

1. 강윤규, 이항재, 이명훈(1996) : 수부의 피부온도 분포. 대한 재활의학회지 20(2), 433-435
2. 권오진, 유근식, 이양균(1991) : Trigger Point에 대한 컴퓨터 적외선 체열촬영
3. 영방법 의 임상적 의의에 대한 고찰. 대한 재활의학회지 15(4), 527-533
4. 김민호, 박시복, 이강목(1995) : 피부온도 변화에 따른 전기자극유발 동통역치의 변화. 대한 재활의학회지 19(2), 338-342
5. 김선엽, 류이화, 박은화, 배혜진(1996) : 냉(cold)적용 방법에 따른 동통역치 및 피부온도의 변화. 대한 물리치료사학회지 제 3권 제3호, 271-279 김선엽, 최홍식, 권오윤(1995) : Burst형과 고빈도형 경피신경전기자극치료가 실험적 동통역치와 체온에 미치는 영향 비교. 대한 물리치료사학회지 제 2 권 제2호, 1-15

6. 김영수, 조용은, 오성훈(1990) : 요추간판 탈출증 환자에서 컴퓨터 적외선 전신 체열 촬영의 의의. 대한 신경외과 학회지 제19권 제10-12호, 1303-1313
7. 김진호, 한대륜, 이시옥(1996) : 경피적 전기자극과 간섭파가 교감신경계에 미치는 영향에 관한 연구. 대한 재활의학회지 20(3), 658-663
8. 문상은(1995) : 의료 재활교육이 요통에 미치는 실증적 연구. 경희대학교 행정대학원 석사학위논문, 1-6.
9. 민경옥(1993) : 전기치료학I. 현문사, p 13, 50~51, 61~63.
10. 박기영, 전세일, 박창일, 임신영, 김애영, 신동배(1993) : 요추 추간판 탈출증의 척추 전산화단층촬영과 척추강조영, 근전도 및 컴퓨터 적외선 체열촬영 소견과의 비교. 대한 재활의학회지 17(1), 42-50
11. 박병권(1992) : 요통환자와 비요통환자의 방사선학적 Parameter의 차이. 대한 재활의학회지 16(3), 272-275
12. 박인선, 구영일(1991) : 50Hz의 전기자극에 의한 말초신경전도의 변화에 대한 연구. 대한 재활의학회지 15(2), 82-87
13. 박창서, 박경희, 강세윤, 안용팔(1981) : 동통에 대한 경피신경자극의 임상효과. 대한 재활의학회지 5(1), 25-35
14. 박창일, 박은숙, 김유철, 임길병, 이창현(1996) : 완전 척추손상환자에서 중추성 통증에 대한 적외선 전신체열촬영의 소견. 대한 재활의학회지 20(2), 436-441
15. 서동원, 편성범, 김세주(1994) : 표면열 적용에 따른 피부온도 및 동통의 변화. 대한 재활의학회지 18(2), 227-232
16. 안미경, 편성범, 권희규(1993) : 냉각에 의한 동통에서의 TENS의 효과 연구. 대한 재활의학회지 17(2), 157-164
17. 오경환(1989) : 간섭전류 치료에 관한 고찰. 대한 물리치료사학회지, 제10권 제2호, 95-103.
18. 이강우(1995) : 요통의 운동치료. 대한 재활의학회지, 19(2), 203-208
19. 이도영, 장 일, 유근식, 이양균(1992) : 경피신경전기자극을 이용한 경혈 및 비경혈점 자극시 혈중 ACTH 및 Cortisol 농도 변화에 대한 연구. 대한 재활 의학회지 16(3), 260-264
20. 이상훈, 우남식, 이예철(1994) : 압성 상복부 통증환자의 내장신경 차단시 관찰한 체열촬영 소견. 대한 통증학회지. 7(1), 59-64
21. 이상훈, 이규창, 우남식, 이예철, 김선복, 이형환(1994) : 체열촬영으로 관찰한 전기수지자극의 효과. 대한 통증학회지 7(2), 222-230
22. 이용남, 조경자, 문재호, 이규성(1994) : 절단환자의 환상통에서 체열 촬영검사와 다면적 인성 검사. 대한 재활의학회지 18(3), 599-606
23. 이재학(1992) : 전기치료학. 대학서림, 19-23, 163-172, 271-311
24. 이재형, 박춘서, 강정구(1993) : 고빈도-저강도 경피신경전기자극이 혈장 β -endorphin 농도에 미치는 영향. 대한 물리치료학회지 제5권 1호, 39-46, 이창현(1997) : 척추 손상 환자에서 표면전극을 이용한 기능적 전기자극이 체 표면도와 심혈관계에 미치는 영향. Infrared Information Journal, 9-10 이청기, 강안기, 박 현, 김중철, 이삼철(1993) : 전기 자극치료가 인체에 미치는 영향(I). 대한 재활의학회지 17(2), 235-243
25. 장 일, 유근식, 이양균(1992) : 편측 상지 및 하지의 주사침에 의한 자침시 적외선 체열촬영을 이용한 교감신경 활동성 변화에 대한 고찰. 대한 재활의학회지 16(2), 197-204
26. 장 일, 유근식, 이양균, 박 옥(1991) : 신경손상 환자의 적외선 체열촬영 소견 및 TENS 적용후 변화에 대한 고찰. 대한

- 재활의학회지 15(4), 513-521
27. 전세일, 박은숙, 이창현(1995) : 정상 성인에서 컴퓨터 적외선 체열촬영 검사에 의한 체표온도 측정. 대한 재활의학회지 19(2), 425-430
 28. 정한영, 권희규(1993) : 경피전기자극이 체성감각유발전위에 미치는 영향. 대한 재활의학회지 17(3), 348-353
 29. 함기선, 신문균, 최홍식(1996) : 임상 신경해부학. 현문사, 161-164, 426-427.
 30. Abram SE, Asiddao CB, Reynolds AC (1980) : Increased skin temperature during transcutaneous electrical stimulation. *Anesth Anal* 59, 22-25.
 31. Abram SE(1976) : Increased sympathetic tone associated with transcutaneous electrical stimulation. *Anesth Anal* 45, 575-577.
 32. Callaghan M, Sternbach ra, Nyquist JK(1978) : Changes in somatic sensitivity during transcutaneous electrical analgesia. *Pain* 5, 115-127.
 33. Ebersold MJ, Laws ER, Albers JW (1977) : Measurement of autonomic function before, during, and after transcutaneous stimulation in patients with chronic pain and in control subjects. *Mayo Clin proc.* 52, 228-232
 34. Edeiken J, Shaber(1986) : Thermography : a reevaluation. *Skeletal Radiol* 15, 545-548.
 35. Hobbins WB(1996) : Autonomic vasomotor skin changes in pain states : significant or insignificant? *J Infrared Information*, 9-10
 36. Kaada B(1989) : Mechanism of vasodilation evoked by transcutaneous nerve stimulation (TNS). *Acupunct. Electrother. Res Int J* 10, 217-219.
 37. Kaada B, Eielasen O(1983) : In search of mediators of skin vasodilatation induced by transcutaneous nerve stimulation : I. Failure to block the response by antagonists of endogenous vasodilations. *Gen Pharmacol* 14, 623- 633.
 38. Kaada B, Eielasen O(1983) : In search of mediators of skin vasodilatation induced by transcutaneous nerve stimulation : II. Serotonin implicated. *Gen Pharmacol* 14, 635-641.
 39. Kaada B, Eielasen KB(1984) : In search of mediators of skin vasodilatation induced by transcutaneous nerve stimulation : IV. In vitro bioassay of the vaso-inhibitory activity of sera from patients of suffering from peripheral ischemia. *Gen Pharmacol* 15, 115-122.
 40. Kottke FJ, Lehmann JF(1990) : Krusen's handbook of physical medicine and rehabilitation. WB Saunders, Philadelphia, 375-432.
 41. Leandri M, Brunetti O, Parodi CI(1986) : Telethermographic findings after transcutaneous electrical nerve stimulation. *Phys Ther* 66, 210-213.
 42. Lee SC, Yin SJ, Lee ML, Tsai WJ(1982) : Effects of acupuncture on serum cortisol level and dopamine beta-hydroxylase activities in normal Chinese. *Am J Chin Med* 10, 62-69.
 43. Liao SJ, Liao MK(1985) : Acupuncture and tele-electronin infra-red thermography. *Acupunct. Electrother. Res Int J* 10, 41-66.
 44. Longobardi AG, Clelland JA, Knowles CJ, Jackson JR(1989) : Effects of

- auricular transcutaneous electrical nerve stimulation on distal extremity pain : a pilot study. *Phys Ther* 69(1), 10-17.
45. Lynn SM(1989) : Electrical stimulation for tissue repair: *Clinical Electrophysiology*. Williams & Wilkins, 231-244
 46. Masala A, Satta G, Analagna S, Zolo A, Rovasio P, Rassu S (1983) : Suppression of electroacupuncture(EA)-induced beta-endorphin and ACTH release by hydrocortison in man. Absence of effects on EA-induced anesthesia. *Acta Endocrinol(Copenh)* 103, 469-472.
 47. Melzack R, Vetere P, Finch L(1983) : Transcutaneous electrical nerve stimulation for low back pain. a comparison of tens and massage for pain and range of motion. *Phys Ther* 63(4), 489-493.
 48. Moore DE, Blacker MB(1983) : How effective is TENS. For chronic pain?. *Am J Nurs* 83(Aug), 1175-1177.
 49. Nalon MF, Hartsfield JK, Witters DM, Wason J(1993) : Failure of transcutaneous electrical nerve stimulation in the conventional and burst modes to alter digital skin temperature. *Arch Phys Med Rehabil* 74, 182-187.
 50. Nelson RM, Currier DP(1987) : *Clinical electrotherapy*. 1st Ed, Norwalk. Paxton SL(1980) : *Clinical Uses of TENS: A Survey of physical therapists*. *Phys Ther*, Jan 60(1), 38-44.
 51. Promeranz B, Paley D(1979) : Electroacupuncture hypalgesia is mediated by afferent nerve impulses : an electrophysiologic study in mice. *Wxp Neurol* 66, 398-402.
 52. Ruskin A(1984) : *Current therapy in psychiatry*. WB Saunders, Philadelphia, 161-191.
 53. Shin HK, Kim J, Chung JM(1986) : Inhibition and excitation of the nociceptive flexion reflex by conditioning stimulation of a peripheral nerve in the cat. *Exp Neurol* 92, 335-348.
 54. Sjolund BH, Margareta BE, Erikson (1979) : The influence of naloxone on analgesia produced by peripheral conditioning stimulation. *Brain Res* 173, 295-301.
 55. So YT, Aminoff MJ, Olney RK(1989) : The role of thermography in the evaluation of lumbo-sacral radioculopathy. *Neurology* 39, 1154-1158.
 56. Taub A, Kane K(1975) : A history of local analgesia. *Pain* 1, 125-138.
 - Uematsu S(1985) : Thermographic imaging of cutaneous sensory segment in patients with peripheral nerve injury : skin temperature stability between sides of the body. *J Neurosurg* 62, 716-720.
 57. Uematsu S, Edwin DH, Jankel WR, Kozikowski J, Trattner M(1988) : Quantification of thermal asymmetry. Part 1 : Normal values and reproducibility. *J Neurosurg* 69, 552-555.
 58. Uematsu S, Jankel WR, Edwin DH, Kim W, Kozikowski J(1988) : Quantification of thermal asymmetry. Part 2 : Application in low-back pain and sciatica. *J Neurosurg* 69, 556-561.

59. Wall PD, Melzack R(1989) : Text book of pain. Churchill Livingstone(2), 884-894
60. Wong RA, Jette DU(1984) : Changes in sympathetic tone associated with different forms of transcutaneous electrical nerve stimulation in healthy subjects. Phys Ther 64, 478-482.