

경피신경전기자극과 미세전류자극이 정상인의 교감신경 긴장도에 미치는 영향

대구대학교 재활과학대학 물리치료학과
박 래 준

The Effects of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation and Microampere Electrical Nerve Stimulation on Sympathetic Tone in Healthy Subjects

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

Dept. of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Taegu University

<Abstract>

The purpose of this study was to determine the effect of two different forms of transcutaneous electrical nerve stimulation(TENS) and one of microcurrent high voltage pulsed galvanic current(HVPC) on sympathetic tone in healthy subjects.

Fourty subjects received TENS(20) and PVPC(20) during short time(20min). Left finger tip skin temperatures were measured at four interval for each treatment : 1)before treatment, 2)after 10 minutes treatment, 3)after 20 minutes treatment, and 4)after 10 minutes rest.

The results were as follows.

- 1) TENS treatment group increased skin temperature after treatment 20 minutes, but HVPC treatment increased skin temperature after 10 minutes and recovered normal skin temperature after 10 minutes treatment. It means that short time(20min) electrical stimulation decreased sympathetic activities.
- 2) Sympathetic activities of TENS stimulation were influenced by age, but HVPC were not.
- 3) During 10 minutes, both treatment increased sympathetic activities, but HVPC treatment reversed sympathetic activity more rapidly than TENS.
- 4) The changes of skin temperature means by sex, males in TENS treatment group were higher than females, but HVPC were reversed.

I. 서 론

생체에 전기자극을 하면 생리학적, 병리학적으로
변화를 초래시킨다는 것은 이미 오래전 부터 알려져

왔다. 전기자극은 1789년 이탈리아의 해부학교수인
Galvani가 개구리를 사용하여 직류로 실험을 한 후
많은 학자들이 저주파전류인 감용전류(faradic cur-
rent)나 정현파전류(sinusoidal current)를 사용하여
동물이나 사람에게 적용해 왔다(박래준, 1993).

이 논문은 1996학년도 대구대학교 연구비 지원에 의한 논문임

종래에 사용되어 왔던 저주파 치료기, 경피신경자극 치료기는 모두 출력 전류가 밀리암페어 단위로 자극되고 있다. 그러나 최근에는 환자에게 전체 전류량은 줄이고 전압은 높여서 효과를 극대화 하기 위한 마이크로암페어 단위의 미세전류 치료기가 사용되고 있다.

미세전류는 생체전기의 의미를 이해하면 쉽게 이해할 수 있다. Becker는 "상처의 전류"를 측정할 수 있다고 하였고 이 전류가 상처부위의 뉴런을 둘러싼 신경초를 통하여 전도되어 조직의 회복과 재생이 시작된다는 가설을 제시하였다.(민경옥, 1996) 또한 Illingworth와 Barker(1980)는 한 어린이의 손톱이 절단된 부위에서 발생한 전기를 측정하였는데 이 부위의 전류가 10-30 μ A/cm 범위의 미세전류임이 발견되었다.

미세전류와 가장 유사한 것은 고전압(high voltage)인 고압맥동전류전류(high voltage pulsed galvanic current)이다. 두 전류의 유사점은 둘 다 마이크로암페어 범위의 전류를 송출한다는 것이다. 고압전류는 150V와 500V사이의 고정된 전압을 사용하나 새로운 미세전류 치료 방식은 전압이 전환될 수 있으며 조직이 치료되는 동안 기계에 내게되어 있는 회로 모니터에 의해 전도율이 매순간 자동적으로 조절된다. 그래서 문제의 두 마이크로 암페어 치료기는 낮은 저전류로 조직에 쉽게 침투하기 위하여 하나는 고전압으로 다른 하나는 저전압으로 해결책을 가지고 있다.

미세전류는 세포의 생리와 성장을 자극하는 능력 때문에 "생물학적 자극" 또는 "생체공학적 요법"이라고도 한다. 미세전류에 대한 연구로는 Cheng(1982)의 ATP생성, 단백질 합성, 세포막 투과에 대한 다양한 전류강도에 따른 생리학적 효과를 연구하였다.

한편 경피신경전기자극치료(Transcutaneous electrical nerve stimulation)는 통증질환에 다양하게 사용되어 왔는데 그 효과는 치료군과 대조군과 비교할 때 차이가 있다고 하였다(Thorsteinsson 등, 1978; Melzack 등, 1983; Jeans 등, 1979). 이와같은 경피신경전기자극법과 전기자극(Electrical nerve stimulation)과는 엄격히 구별하기가 어렵다(민경옥, 1993). 왜냐하면 경피신경자극법 역시 넓게 보면 전기자극 치료법의 일종이기 때문이다. 그러나 현재 우리가 사용하고 있는 일반적인 개념으로의 전기자극치료법과 경피신경자극법은 구별이 가능하다.

양자간에는 몇가지 중요한 차이가 있는데 우선

자극대상이 서로 다르다. 즉 전기자극치료법에서는 운동신경을 자극 대상으로 하지만 경피신경 자극법에서는 감각신경을 조절 대상으로 한다. 이것은 임상적 치료시 대단히 중요한 사실로써 전류의 선택이나 전류강도 결정에 중요한 변수가 된다. 왜냐하면 전기자극치료법에는 운동신경을, 그리고 경피신경자극 치료법에는 감각신경만을 효율적으로 자극할 수 있는 전류를 선택해야 하기 때문이다. 사용 전류의 차이는 효과의 차이로 나타나는데 전기자극치료법에는 주로 마비 혹은 약화된 근육의 운동이나 운동감각유지 효과가 있는데 반해 경피신경자극치료법에서는 급·만성 통증의 감소효과가 있다고 한다(Gersh 등, 1980).

자율신경계는 교감신경계와 부교감신경으로 내장, 혈관, 및 샘 등에 분포하여 이들 기관의 기능을 일상 생활에 필요한 정도로 무의식적 또는 반사적으로 조절하는데 그 중 교감신경은 신경말단에서 아드레날린이 유리되는 "아드레날린 동작성 뉴런"으로 심장 활동 촉진, 혈관수축, 소화기능 억제 등으로 작용한다.

그러므로 교감신경 긴장도(sympathetic tone)의 증가시에는 혈관수축 반응이 촉진되어 혈류량의 감소가 발생되고, 교감신경 긴장도의 감소시에는 혈관 수축반응이 억제되어 혈류량의 증가가 나타난다고 하였다(김정진, 1992).

전기자극에 의한 심혈관 반응의 변화에서 Walker 등(1988)은 고압맥동전류는 고압자극이나 자극지속 시간이 극히 짧으므로 심혈관 반응을 일으키기에는 충분치 않다고 하였다.

Abrams 등(1980)과 Kaada(1982)는 체지에 경피신경 전기자극을 적용했을 때 교감신경 긴장도를 감소시켜 혈액 순환이 증가되고 피부 온도가 증가하였다고 보고하였다.

Alon 등(1981)은 후 경골동맥에 역치이하 강도로 고압맥동전류를 적용하면 혈류량에 별다른 변화가 없다고 하였고, Mohr 등(1987)은 쥐의 뒷다리에 고압맥동전류를 적용하여 혈류량이 증가하였다고 보고하였다.

Bergslin 등(1988)은 고압맥동전류 및 두가지 종류의 전기치료(ECT, dia dynamic)를 인체에 적용한 후에 혈류속도의 변화를 측정하였으나 혈류의 변화는 치료받은 부위와 받지 않은 부위에서 모두 없었고, 아픈 감각이 생기는 전기치료시 오히려 혈관의 수축이 치료한 부위와 하지 않은 부위에서 모두 나타남을

보고하였다.

이와같이 여러 형태의 전기자극이 교감신경의 긴장도에 영향을 미친다는 보고가 있는 반면 그렇지 않다는 보고도 있다. 본 연구의 목적은 전기자극치료에 사용되고 있는 두가지 전류 즉 생체전류와 같은 마이크로 암페어 단위의 고압직류맥동전류와 밀리암페어 단위의 경피신경전기자극치료법을 짧은 시간(20분) 인체에 적용했을 때 교감신경 긴장도에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고, 또 이와같은 전기자극 치료법이 고혈압, 신경증 같은 자율신경 실조의 치료에 생체 귀환치료(biofeedback)로 응용될 수 있는 근거를 제시하고자 한다.

II. 연구 대상 및 방법

1. 연구대상 및 방법

1) 대상

1996년 7월 1일부터 1996년 9월 30일까지 본 대학에 재학중인 학생들로 본 연구의 취지와 목적을 알고 자명한 자들 중 다음의 조건을 충족시키는 40명(남20, 여20)을 대상으로 경피신경자극치료군 20명, 미세전류치료군 20명으로 나누어 실험하였다.

- (1) 급성 관절염이나 심장에 문제가 없는 자
- (2) 심부정맥혈전증의 소인이 없는 자
- (3) 이전에 방사선 치료를 받은 적이 없고 악성 종양이 없는 자
- (4) 피부 질환이 없는 자

2) 방법

실험실의 온도는 연구기간동안 일정하게 평균 23도C를 유지하고 연구대상자는 30분 전에는 음식을 먹거나, 뜨겁거나 찬 물체를 잡지 않도록 한다.

피부온도 측정은 전기자극 전, 자극 중 10분, 자극 중 20분, 자극 후 10분에 실시하고 말초 혈류량 변화에 따른 피부온도의 측정은 Roddie 등(1957)이 사용한 thermal biofeedback이 일반적으로 이용되는데 두번째 손가락 끝의 온도를 측정하여 혈류량이 대부분 교감신경의 혈관수축작용에 의해 조절된다는 사실을 규명하고자 하였는데, 본 연구에서는 신뢰도를 높이기 위하여 digi-therm(일본)을 사용하여 같은 방법으로 전기치료하여 모지와 시지로 온도계의 센스를 잡고 두번째 손가락 끝의 온도를 측정하여 검정을 하였다.

전기자극기는 고압맥동치료기인 Intellect 500S(Chatanooga, Japan)를 사용하여 초당 펄스를 80으로 하였다. 전극은 표면전극을 사용하고 직경 7cm의 비활성 전극 한개를 요부에, 직경 5cm의 활성전극 2개를 양쪽 경추 상상교감신경절에 적용하였다. 전기자극시 전극의 표면전도성을 높이기 위해 거즈에 물을 분무한 이후에 전기자극을 실시하였다.

맥동 유형은 교대 맥동(2.5msec)으로 적용하여 비교 실시한다.

전기자극 시간은 20분으로 하며 대상자는 엷드린 자세를 유지한다. 전류강도는 대상자의 감각에 의존하며 눈에 보이는 근 수축이 일어나는 강도의 90% 범위에서 사용하였다.

경피신경전기자극치료는 Physiomed 22-Port(독일)를 사용하여 전도율을 높이기 위하여 전극용 gel을 전극에 도포하여 사용하였고, 전극 부착점은 고압맥동전류와 같이 하였다. pulse width 300µsec, pulse rate 20pps 로하여 전류강도는 근수축이 일어나지 않는 강도로 하였다.

각 단계별로 측정된 피부온도의 변화가 통계학적으로 유의한가를 알아보기 위하여 서술분석(descriptive analysis)을 적용하여 각 변인별 평균값과 표준편차값으로 변화를 검증하였고 두 실험군간의 차이는 종속적 t-검증(paired t-test)을 적용하였다.

III. 결 과

1. 치료 방법에 따른 피부 온도의 변화

경피신경전기자극군이나 고압직류자극군이 모두 전기자극 후 10분까지 온도가 증가하여 전기자극 기간 동안 유지되다가 전기자극이 끝난 후 10분경에 원래의 온도로 회복되어 짧은 시간 전기자극은 교감신경의 긴장도를 감소시키는 것으로 나타났다(Table 1).

Table 1. The changes of skin temperature by treatment methods. unit : °C

	TENS mean ± SD	HVPC mean ± SD
0	25.36 ± 9.96	24.80 ± 11.48
10	25.89 ± 10.03	25.22 ± 11.67
20	26.04 ± 10.12	25.19 ± 11.50
30	25.35 ± 9.82	24.91 ± 11.31

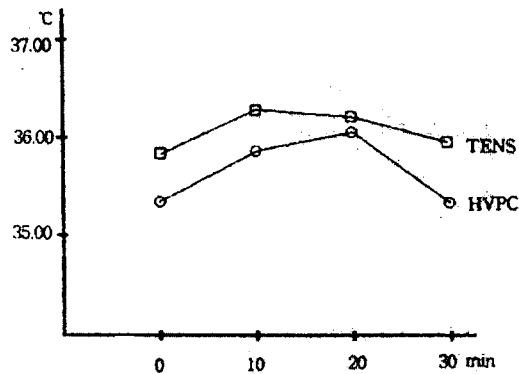


Fig 1. The changes of skin temperature by treatment methods.

2. 연령에 따른 온도의 변화

실험 대상자 중 25세를 전후하여 경피신경자극치료에 의한 온도 변화에서 다른 변인에 비해 특히 컸으나 10분 경과후 부터는 변화에 따른 다른 표준 편차값이 비슷하게 나타났으나 고압직류자극치료에서는 유의차가 없었다. 따라서 경피신경자극에 따른 교감신경 긴장도는 연령과 관계가 있는 것으로 나타났고 전류의 형태에 따라 다르게 나타났다(table 2).

Table 2. The changes of skin temperature by age distribution

	unit : °C	
	age ≤ 25 mean ± SD	25 < age mean ± SD
TENS0	24.57 ± 10.39	30.10 ± 5.47
10	24.80 ± 10.36	32.43 ± 3.91
20	24.89 ± 10.42	32.93 ± 3.93
30	24.17 ± 10.06	32.43 ± 3.63
HVPC0	24.53 ± 10.68	26.40 ± 17.61
10	24.95 ± 10.85	26.80 ± 17.87
20	24.95 ± 10.67	26.58 ± 17.73
30	24.70 ± 10.50	26.15 ± 17.46

**p<0.01

3. 치료 방법간의 온도 변화 비교

치료 방법간의 온도 변화 비교는 치료 후 10분까지는 두 치료 그룹간에 차이가 없었으나 20분과 30분에서는 고압직류치료군에서 유의하게 온도가 감소하기 시작하여 경피신경자극치료보다는 미세전류치료인 고압맥

동직류 전류가 초기에는 두 방법 공히 교감신경의 긴장도를 감소시키나 고압맥동 직류가 빨리 교감신경 긴장도의 역전을 가져 올 수 있는 것으로 나타났다(table 3).

table 3. Comparison of skin temperature inter treatment method.

unit : °C	
	mean ± SD
TENS0	25.36 ± 9.96
TENS0-10	25.89 ± 10.03
TENS0-20	26.04 ± 10.12
TENS0-30	25.35 ± 9.82
TENS10-20	26.04 ± 10.12
TENS10-30	25.35 ± 9.82
TENS20-30	25.35 ± 9.82
HVPC0	24.80 ± 11.49
HVPC0-10	25.22 ± 11.67
HVPC0-20	25.19 ± 11.50
HVPC0-30	24.91 ± 11.31
HVPC10-20	25.19 ± 11.50
HVPC10-30	24.91 ± 11.31
HVPC20-30	24.91 ± 11.31

**p<0.01

4. 성별에 따른 피부온도의 변화

성별에 따라서 실험군간에는 경피신경전기자극군에서 전반적으로 피부온도의 변화가 남자의 평균이 여자보다 높았고 고압직류자극군은 경피신경전기자극군과 달리 여자가 남자보다 높았다(table 4).

Table 4. Changes of skin temperature by sex.

	unit : °C			
	mean ± SD(M)	mean ± SD(F)	max(M)	max(F)
TENS0	26.18 ± 10.03	24.83 ± 10.18	33.80	34.50
10	27.34 ± 9.87	24.95 ± 10.32	35.60	34.40
20	27.82 ± 10.07	24.89 ± 10.29	35.60	34.90
30	27.13 ± 9.79	24.19 ± 9.96	35.40	34.20
HVPC0	23.50 ± 15.48	25.64 ± 8.43	35.80	35.80
10	24.45 ± 16.00	25.72 ± 8.32	36.10	35.70
20	24.21 ± 15.83	25.82 ± 8.08	36.30	34.90
30	23.85 ± 15.57	25.59 ± 7.95	36.00	34.80

IV. 고 찰

미세전류와 가장 유사한 것은 고전압(high voltage)인 고압맥동직류전류이다. 두 전류의 유사점은 둘

다 마이크로 암페어 범위의 전류를 송출한다는 것이다. 고압전류는 150V와 500V사이의 고정된 전압을 사용하나 새로운 미세전류 치료 방식은 전압이 전환될 수 있으며 조직이 치료되는 동안 기계에 내재되어 있는 회로 모니터에 의해 전도율이 매순간 자동적으로 조절된다. 그래서 문제의 두 마이크로 암페어 치료기는 낮은 저전류로 조직에 쉽게 침투하기 위하여 하나는 고전압으로 다른 하나는 저전압으로 해결책을 가지고 있다.

미세전류는 세포의 생리와 성장을 자극하는 능력 때문에 “생물학적 자극” 또는 “생체공학적 요법”이라고도 한다. 미세전류에 대한 연구로는 Cheng (1982)의 ATP생성, 단백질 합성, 세포막 투과에 대한 다양한 전류 강도에 따른 생리학적 효과를 연구하는데 적은 양의 전류만으로 상처 치유 촉진과 동통 조절에 효과가 있으며(Gersh, 1992) 또한 급성 외상 치유를 가속화 시킨다고 하였으며(Leffmann 등), 외상에 의한 근육 손상과 관련된 질환에 있어서 손상 초기에 미세 전류로 자극하면 근육 조직의 손상을 억제하는데 효과적이라고 하였다(김태열, 1995).

한편 경피신경전기자극치료는 통증 질환에 다양하게 사용되어 왔는데 그 효과는 치료군과 대조군과 비교할 때 차이가 있다고 하였다(Thorsteinsson 등, 1978; Melzack 등, 1983; Jeans 등, 1979). 이와같은 경피신경전기자극법과 전기자극(Electrical nerve stimulation)과는 엄격히 구별하기가 어렵다(민경옥, 1993). 사용전류의 차이는 효과의 차이로 나타나는데 전기자극치료법에는 주로 마비 혹은 약화된 근육의 운동이나 운동감각유지 효과가 있는데 반해 경피신경자극치료법에서는 급·만성 통증의 감소효과가 있다고 한다(Gersh 등, 1980).

경피신경전기자극의 통증조절 기전은 관문조절설, 엔돌핀설, 반복자극에 따른 말초신경의 흥분성 변화, 피질억제, 시상 통증부호 변화 등의 이론으로 설명하고 있으며 경피신경전기자극의 유형에 따라 다르다(이재형, 1995).

자율신경계는 교감신경계와 부교감신경으로 내장, 혈관 및 샘 등에 분포하여 이들기관의 기능을 일상 생활에 필요한 정도로 무의식적 또는 반사적으로 조절하는데 그 중 교감신경은 신경말단에서 아드레날린이 유리되는 “아드레날린 동작성 뉴런”으로 심장 활동 촉진, 혈관수축, 혈압상승, 동공확대, 손·발바닥의

발한 증가, 혈당상승, 소화기능 억제 등으로 작용한다.

그러므로 교감신경 긴장도(sympathetic tone)의 증가시에는 혈관수축 반응이 촉진되어 혈류량의 감소가 발생되고, 교감신경 긴장도의 감소시에는 혈관수축반응이 억제되어 혈류량의 증가가 나타난다고 하였다(김정진, 1992).

교감신경계의 활성화와 동통감각과의 관계는 분명하지 않다. Chusid(1970)와 Cotman 등(1980)은 많은 통증 전도 신경섬유가 교감신경절로 떨어간다고 하였으나 분명한 교감신경의 통증에 관여하는 영향은 밝히지 못하였다. 이들은 강한 자극은 교감신경 긴장도를 증가시키고 과도한 교감신경긴장은 통증을 일으킬 수 있다고 하였다.

이러한 관계를 기초로하여 통증 중후군의 치료는 교감신경 긴장도를 조절하여 말초혈관을 수축시킬 수 있다는 것이다. Raynaud병과 같은 말초혈관 질환은 교감신경의 긴장도가 증가하면 말초혈관이 수축하여 손과 발의 통증이 증가하기 때문에 thermal biofeed back이 사용될 수 있다. 따라서 통증은 원위부 피부 온도를 증가시킴으로 완화될 수 있다. 이와같은 열 치료는 교감신경의 활성을 감소시키게 되는 것이다(Freedman 등, 1981).

작열통, Sudeck위축, 그리고 경수중후군(shoulder-hand-syndrome)과 같은 반사성 교감성 이영양증은 심한 통증과 교감성 혈관 장애라고 할 수 있다(Bonica, 1973). 따라서 교감신경을 차단하면 이와 같은 증상은 완화할 수 있다.

Wall(1974)은 완전한 흰쥐의 좌골신경을 이용하여 교감성 아민의 감수성에 대하여 실험을 하였는데 사람에서 말초신경손상 같은 증가하는 동통의 경험은 교감성 아민과 관련된 과도한 감수성과 관련이 있다고 하였다. 실험을 통한 동통완화의 결과는 교감신경의 활성을 감소시키면 과도한 말초신경의 통증발화를 감소시킬 수 있다고 하였다.

전기자극에 의한 심혈관 반응의 변화에서 Walker (1988)은 고압맥동 전류는 고압자극이나 자극지속 기간이 극히 짧으므로 심혈관 반응을 일으키기에는 충분치 않다고 하였다.

Abrams 등(1980)과 Kaada(1982)는 체지에 경피신경전기자극치료를 적용했을 때 교감신경 긴장도를 감소시켜 혈액순환이 증가되고 피부온도가 증가하였다고 보고하였다.

Alon 등(1981)은 후 경골동맥에 역치 이하 강도로 고압맥동전류를 적용하면 혈류량이 별다른 변화가 없다고 하였고, Mohr 등(1987)은 쥐의 뒷다리에 고압맥동전류를 적용하여 혈류량이 증가하였다고 보고하였다.

Bergslin 등(1988)은 고압맥동전류 및 두가지 종류의 전기치료(ICT, dia dynamic)를 인체에 적용한 후에 혈류속도의 변화를 측정하였으나 혈류의 변화는 치료받은 부위와 받지 않은 부위에서 모두 없었고, 아픈 감각이 생기는 전기치료시 오히려 혈관의 수축이 치료한 부위와 하지 않은 부위에서 모두 나타남을 보고하였다.

고경현 등(1994)은 간섭파를 이용하여 경추와 전완의 교감신경절을 자극한 후 피부온도의 변화에 근거하여 말초혈류량의 변화를 보았는데 경추와 전완의 교감신경 모두에서 온도증가를 보였고 그 중 경추의 교감신경을 자극했을 때 더 큰 온도변화가 나타났으나 임상적인 유의성은 없었다. 여기서 임상적인 유의성이란 1도 이상의 온도 변화를 말한다고 하였다. 이들은 간섭파로 교감신경을 자극했을 때 간섭파가 교감신경 긴장도를 감소시켜서 피부의 혈액순환을 증가시킨다고 보고 하였다.

또한 Donald 등(1970)은 교감신경 섬유를 직접 자극했을 때 교감신경 긴장도가 증가되고 결과적으로 혈관 수축활동이 활성화되어 큰 혈류량이 감소된다고 하였다.

반면에 Wong 등(1983)은 건강인 12명의 한쪽 상지에 경피신경전기자극치료의 다양한 주파수 즉 고주파, 저주파, 파열 주파, 위약군으로 나누어 장시간(75분) 자극을 했을 때 피부온도를 측정한 결과 전기자극이 교감신경 긴장도를 증가시켜 피부온도가 자극을 받은 동측뿐만 아니라 그 반대편에서도 떨어진다고 하였다.

본 연구에서는 짧은 시간(20분) 경피신경전기자극의 경우는 전기자극 시작 후 온도가 상승하기 시작하여 20분까지 피부 온도 상승이 있었고 미세전류인 고압맥동전류를 자극한 결과 자극 후 10분 부터 인체의 원위부인 수지의 온도가 증가하기 시작하여 전기자극 동안 지속되다가 전기자극 후 10분에 원래대로 회복하는 현상을 보여 짧은 시간 전기자극이 교감신경의 긴장도를 감소시키는 것으로 나타났으나 Wong 등(1983)은 75분 정도 장시간 자극하여 오히려 교감신경 긴장도를 증가

시켜 혈관이 수축되는 현상을 보고하여 전기자극치료의 치료 시간의 중요성을 인식하는 결과를 얻게 되었다.

또한 본 연구에서 성별에서는 유의차가 나타나지 않아 교감신경의 긴장도는 성과는 관계가 없는 것을 알 수 있었다. 그러나 경피신경전기자극군에서 연령에 따라 유의차를 보여 강한 전기자극시 나이에 따라 교감신경의 긴장도가 변화할 수 있을 것으로 유추된다.

본 연구에서 두가지 방법으로 실험한 결과 두 방법간에는 짧은 시간 전기자극하여 특별한 차이를 발견하지 못하였으나 고압맥동전류자극군에서 20분에 온도가 감소하기 시작하여 경피신경군보다 자극의 효과가 빠른 것으로 유추할 수 있었다. 따라서 통증 조절의 효과를 높이기 위해서는 미세전류의 사용이 추천될 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구에서는 두가지 전류 즉 경피신경전기자극과 미세전류의 일종인 고압맥동전류를 적용하여 단시간(20분)을 적용한 결과로써 교감신경에 미치는 효과를 알아 보기에는 미흡하나 향후 장시간 또는 다양한 전류 형태를 이용한 연구가 필요하며 통증조절 뿐만 아니라 자율신경 실조의 치료에도 이용될 수 있을 것으로 기대가 된다.

V. 결 론

1996년 7월 1일 부터 1996년 9월 3일 까지 남녀 40명을 대상으로 미세전류의 한 형태인 고압맥동전류전류와 경피신경전기자극을 이용하여 실험한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 경피신경전기자극군은 전기자극 20분까지 온도가 증가하였고 고압맥동전류자극군은 전기자극 후 10분 까지 온도가 상승하여 전기자극 동안 유지되다가 전기자극 후 10분경에 원래의 온도로 회복되어 짧은 시간 전기자극(20분)은 교감신경의 긴장도를 감소시키는 것으로 나타났다.
2. 경피신경전기자극에 따른 교감신경 긴장도는 연령과 관계가 있는 것으로 나타났으나 고압맥동전류에서는 차이가 없어서 전류의 형태에 따라 다르게 나타났다.
3. 경피신경전기자극보다는 미세전류형태인 고압맥동전류가 초기에는 두방법 공히 교감신경의 긴장도를 감소시키나 고압맥동전류가 빨리 교감신경 긴장도의

역전을 가져 올 수 있는 것으로 나타났다.

4. 성별에 따라서는 경피신경전기자극군에서 전반적으로 피부온도의 변화가 남자의 평균이 여자보다 높았고 고압맥동직류군은 여자가 남자보다 높았다.

참 고 문 헌

고경현, 김주철, 이충희 : 간섭파 자극 후의 말초혈류량 변화, 대한물리치료사학회지, 제1권 제1호, 19-26, 1994.

김정진 : 생리학, 고문사, 1992.

김태열 : 미세전류신경근자극이 Delayed onset muscle soreness, 혈청 creatine kinase, 최대수의 적동척성 수축에 미치는 영향. 경상북도학술대회논문집, 제6권 1-16, 1995.

민경옥 : 전기치료학1, 현문사, 254-258, 1993.

민경옥 : 극저전류, EST연수강좌집, 141-187, 1996.

박래준 : 전기자극이 개구리 뒷다리 부종형성에 미치는 영향. 대한물리치료학회지, 제7권 제1호, 1-8, 1995.

이재형 : 전기치료학, 대학서림, 376, 1995.

Abrams S, Asiddao R, Reynolds A : Increased skin temperature during transcutaneous electrical stimulation. Anesth Analg, 59 : 22-25, 1980.

Alon G, Bainbridge J, Croson G : High voltage pulsed direct current effects on peripheral blood flow. Phy Ther 61 : 738, 1981.

Bergslin O, Thoresen M, Odemark H : The effects of three electrotherapeutic methods on blood velocities in human peripheral arteries. Scand J Rehab Med 20 : 29-33, 1988.

Bonica J : Causalgia and other reflex sympathetic dystrophies. Postgrad Med 53 : 143-148, 1973.

Cheng N, et al : The effect of electric current on ATP generation protein synthesis and membrane transport in rat skin. Clin Ortho 171 : 264-272, 1982.

Chuid JG : Correlative neuroanatomy and fuction neurology. Los Altos, CA Lange medical publications. 145-158, 1970.

Cotman CW, McGaugh JL : Behavioral neuroscience : An introduction. New York, NY, Academic Press Inc, 515-568, 1980.

Donald DE, Rowlands DJ, Forguson DA : Similaring of blood flow in the normal and the sympathetic tomized dog hind limb during graded exercise. Circ Res., 26 : 185-199, 1970.

Freedman R, Lynn S, Lanni P, etal : Biofeedback treatment of Raynaud's disease and phenomenon. Biofeedback Self Regul 6 : 335-360, 1981.

Gersh MR : Electrotherapy in rehabilitation. Phila-

delphia : FA. Davis Company. 26-24, 1992.

Gersh MR, Wolf SL, Rao VR : Evaluation of transcutaneous electrical nerve stimulation for pain relief in peripheral neuropathy. Phy Ther 60 : 131-135, 1980.

Illingworth CM, At Barker : measurement of electrical currents emerging during the regeneration of amputated finger tips in children. Clin Phy Physiol meal 1 : 87-89, 1980.

Jeans ME : Relief of chronic pain by brief, intense transcutaneous electrical stimulation : A double-blind study. In Bonica JJ, et al(eds) : Advances in Pain Research and Therapy. New York, NY, Reven Press, 13 : 601-606, 1979.

Kaada B : Vasodilation induced by transcutaneous nerve stimulation in peripheral ischemia(Raynaud's phenomenon&diabetic polyneuropathy). Eur Hert J, 3 : 303-314, 1982.

Leffmann, DJ, Arnall, DA, Holmgren PR, and Cornwall MW : Effect of microamperage stimulation on the rate of wound healing in rats : A hitological study. Phys Ther, 74(3) : 195-200, 1994.

Melzack R, Vetere P, Finch L : Transcutaneous electrical nerve stimulation for low back pain : A comparisson of TENS and massage for pain range of motion. Phy Ther 63 : 489-493, 1983.

Mohr TM, Akers TK, Wessman HC : Effects of high voltage stimulation on blood flow in the rat hind limb. Phy Ther 67 : 526-533, 1987.

Rita A, Wong, Jette DU : Changes in sympathetic tone associated with different forms of transcutaneous electrical nerve stimulation in healthy subjects. Phys Ther 22 : 478-482, 1983.

Roddie I, Shephert J, Whelan R : The contribution of constrictor and dilator nerves to the skin vasodilation during body heating. J Physiol, 136 : 489-497, 1957.

Thorsteinsson G, Stonnington HH, Stillwell GK et al : The placebo effect of transcutaneous electrical stimulation. pani 5 : 31-41, 1978.

Walker DC, Currier DP, Trelkeld AJ : Effect of high voltage pulsed electrical stimulation on blood flow. Phy Ther, 68 : 481-533, 1988.

Wall P : Ongoing activity in peripheral nerves : The physiology and phamachology od impulses originating from neuroma. Exp Neurol 43 : 580-593, 1974.

Wong RA, Jette DU : Changes in sympathetic tone associated with different forms of transcutaneous electrical nerve stimulation in healthy subjects. Phys Ther, 22 : 478-482, 1983.