

외이경혈 미세전류신경근 자극과 체성경혈 미세전류신경근 자극이 압통역치에 미치는 효과

고현철, 조원호, 한승수
연세대학교 보건과학대학 재활학과

Abstract

Effects of Microcurrent Electrical Neuromuscular Stimulation of Auricular and Somatic Acupuncture Points on Experimental Pressure Threshold

Ko Hyun-chul, B.H.Sc., R.P.T.
Cho Won-ho, B.H.Sc., R.P.T.
Han Seung-soo, B.H.Sc., R.P.T.

Dept. of Rehabilitation Therapy, College of Health Science, Yonsei University

The purpose of this study was to compare the effects of high intensity, high frequency microcurrent electrical neuromuscular stimulation(MENS) of auricular and somatic acupuncture points and low intensity, low frequency microcurrent electrical neuromuscular stimulation(MENS) of auricular and somatic acupuncture points on experimental pressure threshold at the elbow according to the time. Fifty healthy adults, aged 19 to 26 years, were assigned randomly to one of five groups: 1) the high intensity, high frequency somatic group(n=10) received MENS to somatic acupuncture points, 2) the high intensity, high frequency auricular group(n=10) received MENS to auricular acupuncture points, 3) the low intensity, low frequency somatic group(n=10) received MENS to somatic acupuncture points, 4) the low intensity, low frequency somatic group(n=10) receive MENS to somatic acupuncture points, and 5) the placebo group(n=10) received placebo treatment and served as controls. Pressure threshold was measured before, after, 5 minutes, 10 minutes and 15 minutes. Pressure threshold has increased significantly($p<.05$) in the high intensity, high frequency auricular group following treatment after 5 minutes, with no statistically significant differences in pressure threshold change scores among five groups. Only the high intensity, high frequency auricular group demonstrated statistically significant change score in pressure threshold following treatment after, 5 minutes, 10 minutes and 15 minutes after compared to the placebo group. The results indicated that MENS applied to the high intensity, high frequency auricular group increases pressure threshold.

Key Words : Acupuncture; Electrical stimulation; Pressure threshold;
Microcurrent electrical neuromuscular stimulation.

I. 서론

일반적으로 동통이라 함은 인체에서 일어나는 방어 반사기전으로 매우 복잡한 주관적인 경험이다. Mountcastle(1980)은 동통은 손상 혹은 조직의 파괴를 유발시키는 자극으로 인해 나타나는 감각적 경험이라고 정의하였다. 지난 수 년 동안 동통의 관리에 대한 접근방법은 새롭게 발달되어 왔으나 아직도 완벽한 치료방법은 개발되어 있지 않다(McCreary 등, 1981). 근대에 사용되는 동통 치료법으로서는 약물치료, 정신치료, 수술적 치료, 운동치료, 물리치료 등의 다양한 형태의 치료방법이 있으나(Manheimer와 Lampe, 1984), 이들 중 몇몇 방법은 건강한 조직을 손상시키거나 중독시키는 등 바람직하지 못하다(Longobardi 등, 1989). 이에 비해 신체의 피부를 통한 전기자극은 간편하고 부작용이 없어 동통 치료법으로서 최근 많이 사용되고 있다. 특히 이들 전기자극 중 침형 경피신경 자극이나 은침전기자극, 그리고 미세전류신경근자극은 피부뿐만 아니라 체성경혈이나 외이경혈 등을 자극함으로써 동통을 감소시키는 데 사용되고 있다.

경피신경자극이나 간섭치료, 은침전기자극 등의 치료는 동통을 그 자극의 역치만큼 느끼지 못하게 만들거나 동통전달의 경로를 막아 신경차단(nerve block)시키는 관문조절이론, 엔돌핀설 등의 이론으로 설명할 수 있지만 미세전류신경근자극의 치료 원리는 전혀 다른 기전을 가지고 있다. Picker(1989)는 Arndt-Schultz 이론에 의하면 약한 자극은 생리학적인 활동을 증가시키지만 매우 강한 자극은 생리학적인 활동을 방해하거나 막는다고 하였다. Becker(1985)는 그의 저서인 '신체의 전기'에서 자연스럽게 발생하는 상처의 전류를 측정할 수 있다는 이론을 주장하였고 이 전류가 상처부위의 뉴론을 둘러싼 신경초와 수초껍질을 통해 전도되어 조직의 회복과 재생이 시작된다는 가설을 제시하였다. 즉 인

체내의 적절한 미세전류가 세포의 민감한 채널을 통하여 세포막 전위차를 만들어 세포막을 열게 하여 Ca^{++} 이온을 세포막내로 이동시키고 그 Ca^{++} 이온에 의한 화학적인 과정을 통하여 ATP(adenosine tri-phosphate)와 단백질 생성을 증가시킴으로서 세포의 복원과 치유를 촉진시킨다는 것이다. 이와 같은 세포막 전위차를 만들 수 있는 세포수준의 전기에너지를 공급함으로써 동통완화 및 상처치유의 효과를 얻을 수 있다(Hagiwava, 1979; Cheng, 1982; Blend, 1983; Jaffe, 1986; Shepherd, 1988).

Skolnick 등(1989)은 맥동빈도를 10 pps, 맥동기간을 0.1 ms로 고정하고 0-20 μA 의 전류강도를 흰쥐의 머리에 자극하고 꼬리 도피의 잠복시를 측정한 결과 진통효과가 자극 후 200분까지 지속되었다고 하였다. Rapaskin 등(1992)은 운동으로 유발된 슬괁근의 근육통을 100 μA 로 20분간 미세전류신경근자극을 하여 동통이 감소되었음을 보고하였으나, Sinnreich 등(1992)은 미세전류신경근자극 치료 후 동통완화를 비교한 결과 위약군의 60%가 동통이 감소된 반면, 미세전류신경근자극군은 40%에서만 동통감소를 나타내었다고 하였다. Kulig 등(1992)은 강도를 100 μA 로 고정하고 30 pps로 10분, 다시 0.3 pp로 10분 자극한 후, 운동으로 인한 슬괁근 동통의 감소는 대조군과 유의한 차이를 보이지 않았으나 혈중 CPK가 유의하게 증가하여 미세전류신경근자극은 염증 초기에 유의할 것이라고 보고하였다. 정진우(1991)는 무감각적인 자극으로 치료한지 3-5분 후에 즉각적인 전기적 무통각증이 나타난다고 보고하였다. 그러나 무통각증을 유발시키는 치료 강도나 주파수, 파형, 치료시간, 그리고 진폭 등에 대한 의견은 분분하다.

한편 Becker(1985)에 따르면 침점인 경혈이나 경락은 신체 전체에 퍼져있는 신경세포와 생체전기 체계의 신경생리학적 증폭기일 수도 있다고 하였으며, 무감각적인 마이크로 암페어 전류를 사용하는 전기침 자극이 전통적

인 밀리암페어 포인트 자극에 의한 일시적인 감각적 과잉자극이나 신경학적 과부하가 되는 것보다 더 적절한 치료접근법일 것이라고 하였다. 하지만 경혈이나 경락을 통한 전기자극에 대한 연구는 주로 침형경피신경근자극 등 밀리암페어 수준으로 이루어져 왔다. 체성경혈에 적용하는 저빈도-고강도 경피신경전기자극을 침형 경피신경전기자극(acupuncture like TENS)이라고 하며 이것은 침과 같이 강력한 말초자극을 유발한다. 여러 방면으로 침은 수천년동안 동통을 완화하는데 사용되어 왔다. 연구에 의하면 체성경혈자극은 실험적, 임상적으로 동통을 감소시킨다고 한다. Berline 등(1975)은 건강한 대상자의 동통내성이 체성경혈 전기자극 후에 유의하게 증가한 반면 부적절한 자극점에서의 전기자극은 동통내성을 증가시키지 않는다는 것을 발견하였다. Ashton 등(1984)은 체성경혈점에서의 침술이 46명의 건강한 젊은 지원자들의 실험적 동통역치를 유의하게 증가시켰고, 체성경혈자극은 만성동통, 월경통, tennis elbow에 의한 이차적인 동통 등 다양한 동통을 호소하는 환자들에게 진통효과가 있다고 보고하였다.

또한 외이(auricle)에 대한 경혈자극(외이치료)도 동통완화를 위해서 사용된다. 외이치료를 침술에 이용하기 시작한 것은 외이에서 나타나는 모습이 거꾸로 있는 태아의 모습과 흡사하다는 견해 때문이었다. Nogier(1959)는 인간의 귀는 머리, 몸체, 내부장기, 신경계와 사지를 포함한 해부학적인 부분으로 미세하게 대표된다는 것을 알아내고 몸의 각 부분의 기관들은 귀의 반사점에 해당된다는 것을 발견하였다. 또한, 몸의 한 부분의 병리적인 현상은 귀의 반사점의 전기적 전도성을 변화시키는 요인이 되며, 이 반사점에 전기자극을 통하여 몸의 한 부분의 병리적인 현상을 치료할 수 있다고 하였다. 최근에는 외이에 위치하고 있다는 동통완화와 관련된 침점을 경피신경 전기자극기를 사용하여 자극함으로써 인위적으로 유발시킨 실험적 피부 동통역치

가 증가하였다는 연구보고가 있었다 (Oliveri 등, 1986; Krause 등, 1987; Noling, 1988). 특히, Oleson 등(1980)은 이중 맹검법을 사용하여 골격근계의 동통이 있는 환자의 의학적 진단과 외이적 진단과의 관계에 있어서 75.2%가 일치한다고 보고하여 외이치료에 대한 신뢰성을 높였다. Zanini(1984)는 724명의 다양한 동통을 가진 환자를 대상으로 전통적인 침술과 전기침, 이의학(auricular medicine)을 각각 적용하여 연구한 결과 $100\mu A$ 로 10초 귀를 자극한 이의학(auricular medicine)이 동통완화에 가장 효과가 있었다고 설명했다. Melzack과 Katz(1984)는 36명의 동통을 가진 환자를 대상으로 외이 경혈점에 대한 전기자극을 한 실험에서 위약군과 치료군 사이에 통계학적으로 의미있는 차이는 없다고 하였다.

위에서 본 바와 같이 전기자극의 동통완화에 있어서 체성경피신경전기자극이나 외이경피신경전기자극의 효과에 대해 많은 연구들이 이루어져 왔으나 체성경혈 미세전류신경근자극과 외이경혈 미세전류신경근자극의 동통완화의 효과에 대한 연구는 부족한 실정이다.

전기자극 후 동통역치의 변화를 측정하는 방법으로는 관절 가동범위 조사법, 열선 조영술이나 근전도 검사 소견 등을 통하여 평가하는 방법, 음량계 사용법, 통각계를 이용한 압통역치에 의한 평가법 등이 있다. 전세일(1989)에 의하면 임상에서 흔히 볼 수 있는 두통, 경통, 견통, 완통, 요통이라고 진단이 내려지는 것 중 대부분이 근근막동통증후군(myofascial pain syndrome)이고 이 동통의 시발점이 발통점이라고 설명하였다. 또한, 발통점은 독특한 압통을 가지고 있고 한계가 분명하게 만져진다고 하였다. Manheimer(1988)는 압통점을 신체의 병리학적 소견이 있을 때, 침점(acupuncture point), 발통점(trigger point), 운동점(motor point)에서도 발견할 수 있다고 하였다. 따라서 본 논문에서는 동통역치 측정방법으로 압통점이자 발

통점인 곡지를 통해 압통역치를 측정하였다.

본 연구의 목적은 체성경혈 및 외이경혈 미세전류신경근자극의 진통효과에 대하여 확인하고, 이들간에 어떤 것이 실험적 압통역치 상승에 더 효과적인지를 비교하고자 한다. 그리고 시술 후 3-5분에 나타나는 전기적 무동통에 대하여 확인하고자 한다. 또한, 미세전류신경근자극의 두 유형인 고강도-고빈도 자극과 저강도-저빈도 자극의 진통효과에 대해 확인하고 이들 중 어떤 것이 실험적 압통역치의 상승에 효과적인지 비교하고자 한다.

본 연구의 가설은 첫째, 체성경혈 미세전류신경근자극군과 외이경혈 미세전류신경근자극군 모두에서 치료후 시간별 압통역치의 변화에 유의한 차이가 있을 것이다. 둘째, 고강도-고빈도 자극군과 저강도-저빈도 자극군 사이에 실험적 압통역치의 증가에 있어서 유의한 차이가 있을 것이다. 셋째, 체성경혈 미세전류신경근자극을 사용한 실험군과 외이경혈 미세전류신경근자극을 사용한 실험군 사이에 실험적 압통역치 증가에 있어서 유의한 차이가 있을 것이다. 넷째, 위약군과 네 실험군의 동통역치의 상승에 유의한 차이가 있다는 것이다.

II. 연구방법

1. 연구대상자 및 연구기간

연세대학교 매지캠퍼스에 재학 중인 만 19세부터 26세의 건강한 성인 남녀로서 본 실험에 자원한 50명을 대상으로 하였다. 네개의 실험군과 하나의 위약군에 각 10명씩 무작위로 선출하였다. 신경학적 질환이 있는 경우나 심장박동 조율기를 사용한 경우, 중추신경계 억제제나 자극제, 아편성 동통 투약을 한 경우, 중앙 세포를 자극할 압환자, 심장의 문제나 간질이 의심되는 환자인 경우, 근근막동통 증후군이나 근육통 등과 같이 근육에 동통이 있는 경우, 심한 운동으로 인해 근육이 피로한 상태에 있는 경우, 검사시작 하루 이전

에 근육에 영향을 줄 수 있는 약물을 복용한 경우, 심리적인 스트레스 등으로 동통을 호소하는 경우, 측정하고자 하는 부위에 개방성 상처가 있는 경우, 근육에 신경학적 손상의 증후나 근염 혹은 건염 등이 없는 자, 내장인성 질환(visceral origin)을 가진 경우는 제외시켰다. 실험에 알맞은 치료시간과 전극 배치, 치료환경을 결정하기 위해 예비실험을 실시하여 문제점을 수정, 보완하였다. 실험은 1996년 7월 29일부터 1996년 8월 5일 1주간 실시하였다.

2. 실험기구

본 연구에서는 미세전류신경근 자극치료는 미세전류 신경 자극치료기, 압통측정은 압통 측정계를 사용하였다.

3. 실험방법

실험전에 실험방법과 실험과정, 실험의 의의를 대상자들에게 자세히 설명하고 동의를 구한다.

실험군은 제비뽑기를 하여 네그룹으로 무작위 선출을 하였다. 첫번째 실험군은 고강도-고빈도 외이경혈 미세신경근전기자극(unilateral MENS for 1-auricular points)으로 주파수 30 Hz, 전류강도 200 μ A, 정사각형파형의 연속직류전류를 사용하고 치료시간은 20초로 외이의 경혈점인 Elbow에 자극한다. 두번째 실험군은 고강도-고빈도 체성경혈 미세신경근자극(unilateral MENS for 1-somatic points)으로 주파수는 30 Hz, 전류강도 200 μ A, 치료시간은 20초로 체성경혈 점인 곡지(Quchi, LI 11)에 자극한다. 세번째 실험군은 저강도-저빈도 외이경혈 미세신경근자극(unilateral MENS for 1-auricular points)으로 주파수는 0.3Hz, 전류강도 60 μ A, 치료시간은 20초로 외이의 경혈점인 Elbow에 자극한다. 네번째 실험군은 저강도-저빈도 체성경혈 미세신경근자극(unilateral MENS for 1-somatic points)으로 주파수는

0.3 Hz, 전류강도 60 μ A, 치료시간은 20초로 체성경혈점인 곡지(Quchi, LI 11)에 자극한다. 위약군 (placebo group)은 외이 경혈점인 Elbow와 체성경혈점인 곡지(LI 11)에 전극을 대고 전기자극은 주지 않는다.

모든 대상자들은 치료대에 편안히 누운 상태로 치료전과 치료 직후, 치료 5분 후, 치료 10분 후, 치료 15분 후에 압통역치를 각각 측정한다. 압통역치의 측정을 위해서 치료자는 대상자들의 왼쪽 주관절(elbow joint)에 위치한 곡지를 정확히 측지하여 확인하고 측정부위를 표시한 후 압통 측정계로 측정한다. 측정횟수는 각 시간별 2회씩으로 한다. 압통 측정계로 측정하기에 앞서 치료자는 치료 대상자에게 다음과 같은 사항을 주지시킨다. “제가 이 기구를 이용하여 당신의 압통점을 누르는 과정에서 만약 누르는 느낌이 시작할 당시의 느낌과 달리 약간 아픔을 느끼기 시작하면 ‘아!’라고 말해 주십시오.”라고 설명한 후 치료자는 압통 측정계의 측정자를 이미 표시한 측정부위에 대고 점차 압력을 가하면서 누르기 시작한다. 피험자가 ‘아!’라고 하는 순간의 눈금을 동통역치점으로 간주하여 그 눈금을 읽어서 평가지에 기록한다. 압통 측정계를 사용할 때는 측정자가 동통을 측정하고자 하는 부위와 압통 측정계의 각도를 90°로 유지한 후 측정한다. 치료자가 압통 측정계를 잡는 위치는 압통 측정계의 중간 부위를 가볍게 잡고 느린 속도로 누른다. 이 때 피험자의 동통 측정 부위가 뒤로 밀려나지 않도록 반대손으로 고정시킨다. 측정하는 동안에 피험자의 동통이 가라앉을 수 있도록 1회 측정 후 1분 후에 2회 측정을 실시하였다. 피험자가 제비뽑기로 뽑은 다섯 그룹 중 한 그룹을 확인 후 치료전 압통역치를 쟀 다음 20초간 피험자가 뽑은 그룹에 대해 정확하게 치료한다. 미세전류신경근자극치료에 사용되는 도구로써는 미세전류신경근자극치료기, 주 소식자, 손접지용도자, 전도 겔, 초시계, 압통 측정계를 사용하였다.

4. 분석방법

대상자의 일반적 특성뿐만 아니라, 측정되어진 각 항목의 값을 개인용 컴퓨터에 입력한 후, SPSS(Statistical Package for the Social Sciences)/PC+를 이용하여 통계처리하였다. 시간별로 2회씩 측정한 값을 평균하여 압통역치로 삼았다. 압통역치 측정값의 신뢰도 검증을 위하여 각 항목에 따른 점수와 나머지 항목들에 관한 신뢰도를 점수합의 피어슨 상관계수(Corrected Item-Total Correlation)와 프로시저 신뢰도계수로 알아보았다.

각 집단의 치료전과 치료 직후, 치료 5분 후, 치료 10분 후, 그리고 치료 15분 후의 압통역치의 변화유무는 반복측정에 의한 다변량 분산분석(MANOVA)으로 분석하였으며 치료후 몇 분 후에 동통역치가 가장 높게 상승하는지 알아보기 위해 SAS로 통계처리하였다. 각 시간별 고강도-고빈도 자극군과 저강도-저빈도 자극군, 그리고 대조군간의 압통역치의 변화 유무를 알아보기 위해 일요인 분산분석(ANOVA)하였다. 각 시간별 체성경혈자극군과 외이경혈자극군, 그리고 대조군간의 압통역치의 변화유무를 알아보기 위해 분산분석하였다. 다섯군별 치료전, 치료 직후, 치료 5분 후, 치료 10분 후, 치료 15분 후에 측정한 압통역치 변화량에 차이가 있는지 알아보기 위해 분산분석하였다. 네실험군과 대조군의 시간별 압통역치의 변화율의 차이가 있는지 알아보기 위해 군 비교 t-검정(group t-test)으로 알아보았다. 모든 분석의 유의 수준은 0.05로 하였다.

Ⅲ. 결과

1. 실험대상자들의 일반적인 특성

본 실험을 위해 실험 대상자들을 고강도 고빈도 체성 경혈 미세전류신경근자극을 적용

시킨 군은 실험군 1로, 고강도 고빈도 외이경혈 미세전류신경근자극을 적용시킨 군은 실험군 2로, 저강도-저빈도 체성경혈 미세전류신경근자극을 적용시킨 군은 실험군 3으로, 저강도-저빈도 외이경혈 미세전류신경근자극을 적용시킨 군은 실험군 4로, 체성경혈에 전극을 대고 전기자극은 주지 않은 군은 대조군으로 구분하여 무작위로 배치하였다. 군별 실험대상자는 실험군 1은 10명, 실험군 2는 10명, 실험군 3은 10명, 실험군 4는 10명, 대조군은 10명으로 본 실험에 참가한 총 인원

수는 50명이었다.

실험대상자의 군별 연령분포는 실험군 1이 22.8세이었고, 실험군 2는 23.7세, 실험군 3은 23.6세, 실험군 4는 22.0세, 대조군은 23.4세이었다. 평균 신장은 실험군 1이 165.6 cm이었고, 실험군 2는 169.0 cm, 실험군 3은 171.4 cm, 실험군 4는 167.9 cm, 대조군은 169.8 cm이었다. 평균체중은 실험군 1은 57.4 kg, 실험군 2는 58.3 kg, 실험군 3은 61.0 kg, 실험군 4는 59.4 cm, 대조군은 60.7 kg이었다(표 1).

표1. 대상자들의 특성 (N=50)

	실험군 1	실험군 2	실험군 3	실험군 4	대조군
여자 대상자 (n=17)	5	3	2	5	2
남자 대상자 (n=33)	5	7	8	5	8
체중 평균 (kg)	57.400±10.752	58.300±7.119	61.000±7.087	59.400±11.157	60.700±9.056
신장 평균 (cm)	165.600±9.913	169.000±7.242	171.400±6.168	167.900±7.852	169.800±6.957
나이 평균	22.8000±2.251	23.700±1.636	23.600±1.578	22.000±1.491	23.400±2.171

2. 전류신경근자극 후 압통역치의 변화

다섯군별 치료전, 치료 직후, 치료후 5분, 치료후 10분, 치료후 15분에 측정된 압통역치 변화에 차이가 있는가를 검증한 결과(표 2), 실험군 1에서는 실험후 5분에 압통역치의 평균이 1.515 kg/cm²에서 1.651 kg/cm²으로 통계학적으로 유의한 증가를 보였다. 실험군 2에서는 실험 직후에 압통역치의 평균이 1.460±0.355 kg/cm²에서 1.630±0.382 kg/cm²으로, 실험후 5분에 압통역치의 평균이 1.460±0.355 kg/cm²에서 1.690±0.414 kg/cm²으로, 실험후 10분에 압통역치의 평균이 1.460±0.355 kg/cm²으로, 실험후 15분에 압통역치의 평균이

1.665±0.379 kg/cm²으로 통계학적으로 유의한 증가를 보였다. 실험군 3에서는 실험후 5분에 압통역치의 평균이 1.920±0.348 kg/cm²으로 통계학적으로 유의한 증가를 보였다. 실험군 4에서는 실험후 15분에 압통역치의 평균이 1.480±0.309 kg/cm²으로 통계학적으로 유의한 증가를 보였다. 대조군은 실험후 압통역치의 통계학적인 증가를 보이지 않았다. 다섯군별 치료전, 치료 직후, 치료 5분 후, 치료 10분 후, 치료 15분 후 측정된 압통역치 변화에 차이가 있는가를 다변량분산분석(MANOVA)을 이용하여 검증한 결과(표 3), 실험군 2에서 유의한 차이가 나타났다 (p<0.05).

표2. 미세전류신경근자극 후 압통역치의 변화 (단위 = kg/cm²)

	자극 직후압통역치변화			자극 5분후압통역치변화		
	자극전	자극후	t-값	자극전	자극후	t-값
실험군 1 (n=10)	1.515±0.249	1.550±0.287	-1.02	1.515±0.249	1.651±0.280	-2.54 *
실험군 2 (n=10)	1.460±0.355	1.630±0.382	-3.51 *	1.460±0.355	1.690±0.414	-3.36 *
실험군 3 (n=10)	1.920±0.348	2.015±0.306	-1.48	1.920±0.348	2.075±0.382	-2.79 *
실험군 4 (n=10)	1.480±0.309	1.555±0.316	-1.14	1.480±0.309	1.545±0.264	-1.22
대조군 (n=10)	1.540±0.262	1.550±0.279	-0.23	1.540±0.262	1.540±0.273	-0.00

	자극 10분후압통역치변화			자극 15분후압통역치변화		
	자극전	자극후	t-값	자극전	자극후	t-값
실험군 1 (n=10)	1.515±0.249	1.605±0.281	-1.41	1.515±0.249	1.555±0.243	-0.64
실험군 2 (n=10)	1.460±0.355	1.635±0.358	-2.60 *	1.460±0.355	1.665±0.379	-3.23 *
실험군 3 (n=10)	1.920±0.348	2.040±0.379	-1.12	1.920±0.348	2.040±0.379	-1.12
실험군 4 (n=10)	1.480±0.309	1.535±0.315	-1.01	1.480±0.309	0.565±0.287	-2.68 *
대조군 (n=10)	1.540±0.262	1.525±0.237	0.34	1.540±0.262	1.520±0.228	0.47

*p<0.05

표3. 치료전, 치료 직후, 치료 5분 후, 치료 10분 후, 치료 15분 후 압통역치의 비교 (단위 = kg/cm²)

	자유도	평방향	평균평합	F값
실험군1	1130.08	4	282.52	2.08
실험군2	3277.00	4	819.25	4.31 *
실험군3	1383.00	4	345.75	1.17
실험군4	442.00	4	110.50	0.92
대조군	60.00	4	15.00	0.22

*p<0.05

유의한 차이가 어디에서 나타나는지를 알아보기 위해 SAS를 사용하여 분석한 결과 실험군 2의 치료 직후, 치료 5분 후, 치료 10분 후, 치료 15분 후의 압통역치가 치료전의 압통역치와 유의한 차이가 있었다.

고강도-고빈도 자극군과 저강도-저빈도 자극군과 대조군간의 치료후 압통역치의 변화량을 시간대별로 측정된 것이 각 자극군간에 통계적으로 유의한 차이가 있는지를 검증한 결과, 치료 5분 후 압통역치 변화량이 p<.05로 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다(표 4).

3. 자극 방법별 치료후 압통역치 변화량 비교

표4. 고강도-고빈도 자극군과 저강도-저빈도 자극군간의 압통역치 변화율 비교
(단위 = kg/cm²)

	고강도-고빈도군(n=20)	저강도-저빈도군(n=20)	대조군(n=10)	F값	Prob.
치료직후압통역치변화량	0.102±0.146	0.085±0.200	0.010±0.137	1.040	0.361
치료5분후압통역치변화량	0.183±0.195	0.110±0.173	0.000±0.139	3.595	0.035 *
치료10분후압통역치변화량	0.133±0.207	0.088±0.291	- 0.015±0.140	1.317	0.278
치료15분후압통역치변화량	0.123±0.211	0.103±0.243	- 0.020±0.134	1.593	0.214

*p<0.05

4. 자극 종류별 치료후 압통역치 변화량 비교

체성경혈 미세전류신경근자극군과 외이경혈 미세전류신경근자극군과 대조군간의 치료후 압통역치의 변화량을 시간대별로 측정하였다.

각 세팅군간에 통계적으로 유의한 차이가 있는지를 검증한 결과(표 5), 치료 직후, 치료 5분 후, 치료 10분 후, 치료 15분 후에 압통역치변화량이 각 그룹간에 유의한 차이가 없었다(p>.05).

표5. 체성경혈 미세전류신경근자극군과 외이경혈 미세전류신경근자극군간의 압통역치 변화율
(단위 = kg/cm²)

	체성경혈자극군(n=20)	외이경혈자극군(n=20)	대조군(n=10)	F값	Prob.
치료 직후압통역치변화량	0.065±0.162	0.123±0.184	0.01±0.137	1.604	0.212
치료 5분후압통역치변화량	0.146±0.168	0.1476±0.207	0.00±0.139	2.648	0.081
치료 10분후압통역치변화량	0.105±0.298	0.115±0.198	-0.02±0.134	1.134	0.330
치료 15분후압통역치변화량	0.080±0.272	0.145±0.166	-0.02±0.13	2.052	0.134

5. 치료 경과시간에 따른 치료후 압통역치 변화량 비교

치료 직후, 치료 5분 후, 치료 10분 후, 치료 15분 후 각 집단간의 시간에 따른 압통역치

변화량을 검증한 결과(표 6), 유의 수준에서는 각 집단간의 시간에 따른 압통역치 변화량이 p>.05로 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.

표6. 치료 경과시간에 따른 압통역치의 변화율 비교

	자유도	평방향	평균평방향	F값
실험군1	677.07	3	225.69	1.79
실험군2	235.00	3	78.33	0.42
실험군3	182.50	3	60.83	0.28
실험군4	50.00	3	16.67	0.15
대조군	56.88	3	18.96	0.38

치료 직후 압통역치 변화율에서는 실험군 2와 위약군에서 $p < .05$ 로 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(표7).

표7. 치료전과 치료 직후 변화율 군간 비교

(단위 = kg/cm²)

	평균±표준편차	t-값	2-Tail Prob.
실험군 1	0.035±0.108	0.45	0.656
위약군	0.010±0.137		
실험군 2	0.170±0.153	2.46	0.024 *
위약군	0.010±0.137		
실험군 3	0.095±0.203	1.10	0.287
위약군	0.010±0.137		
실험군 4	0.075±0.207	0.83	0.419
위약군	0.010±0.137		

* $p < 0.05$

치료전과 치료 5분 후의 압통역치 변화율에서는 실험군 2와 위약군에서, 실험군 3과 위약군에서 $p < .05$ 로 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(표 8).

표8. 치료전과 치료 5분 후 변화율 군간 비교

(단위 = kg/cm²)

	평균±표준편차	t-값	2-Tail Prob.
실험군 1	0.136±0.169	1.96	0.065
위약군	0.000±0.139		
실험군 2	0.230±0.216	2.83	0.011 *
위약군	0.000±0.139		
실험군 3	0.155±0.176	2.19	0.042 *
위약군	0.000±0.139		
실험군 4	0.065±0.168	0.94	0.360
위약군	0.000±0.139		

* $p < 0.05$

치료전과 치료 10분 후의 압통역치 변화 로 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(표 9).
 9).
 9).

표9. 치료 전과 치료 10분 후 변화율 구간 비교 (단위 = kg/cm²)

	평균±표준편차	t-값	2-Tail Prob.
실험군 1	0.090±0.202	1.35	0.194
위약군	-0.015±0.140		
실험군 2	0.175±0.212	2.36	0.030 *
위약군	-0.015±0.140		
실험군 3	0.120±0.382	1.05	0.316
위약군	-0.015±0.140		
실험군 4	0.055±0.172	1.00	0.331
위약군	-0.015±0.140		

*p<0.05

치료전과 치료 15분 후의 압통역치 변 로 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(표 10).
 10).
 10).

표10. 치료전과 치료 15분 후 변화율 구간 비교 (단위 = kg/cm²)

	평균±표준편차	t-값	2-Tail Prob.
실험군 1	0.040±0.197	0.80	0.436
위약군	-0.020±0.134		
실험군 2	0.205±0.201	2.95	0.009 *
위약군	-0.020±0.134		
실험군 3	0.120±0.338	1.22	0.247
위약군	-0.020±0.134		
실험군 4	0.085±0.100	1.99	0.062
위약군	-0.020±0.134		

*p<0.05

IV. 고찰

1. 연구 방법에 대한 고찰

이 연구에서는 미세전류신경근자극을 인체의 경혈점에 자극시 전류자극이 압통역치에

미치는 효과를 알아보려고 하였다. 이 연구에 참여한 50명의 대상자들은 치료전, 치료 직후, 치료 5분후, 치료 10분 후, 치료 15분 후에 각각 2회씩 압통역치를 측정하였다. 치료자에 의한 측정값의 신뢰도를 알아보기 위해 프로시저 신뢰도와 피어슨 상관계수를 구한 결과 0.9721로 신뢰도가 높게 나타났다. 압통

측정시 1회 측정이 2회 측정에 미치는 영향을 최소화하기 위하여 1분의 휴식시간을 두었다. 동통완화를 위해 사용되는 미세전류신경근자극의 주파수, 치료강도, 치료시간 등은 미세전류신경근자극의 전극의 종류, 자극부위에 따라 적합한 변수를 선택할 수 있다. 동통완화 목적으로 사용되는 미세전류신경근자극의 선행연구에서, Capel 등(1982)은 전기침자극으로 맥동빈도 0.2-200 pps, 전류강도 $0.8 \mu\text{A}$ -83 mA로 자극시 10-75분이 동통완화에 가장 효과적이라고 하였으며, 귀자극치료는 맥동빈도 1 pps, 전류강도 8-10 μA 로 자극시 25초가 동통완화에 가장 효과적이라고 하였다. 탐침전극을 사용하여 경혈을 자극할 때에는 맥동빈도 0.3 pps, 전류강도 40 μA 로 한 부위당 10-30초간 자극하는 것이 효과적이라고 하였다(이재형, 1995). 또한, Wallace(1988)는 미세전류신경근자극 3-5분 후의 즉각적인 무통각증은 전류강도, 주파수 등을 올리면 나타나며, 24-48시간 후의 이월 효과는 낮은 전류강도, 주파수로 자극시 나타난다고 하는 등, 동통완화에 효과적인 치료 변수들을 다양하게 제시하였다. 본 실험에서는 예비실험을 통해서 실험에 필요한 변수들을 선택하였다. 고강도 고빈도 세팅을 위해 주파수 30 Hz, 전류강도 200 μA 를 사용하였고 저강도 저빈도 세팅을 위해 주파수 0.3 Hz, 전류강도 60 μA 를 사용하였다. 세팅에 상관없는 동일한 변수로서 치료시간 20 초, 모드(Mode) 지속적 모드, 파형 정사각형 파형, 극성은 양극을 사용하였다.

동통역치는 완속형 동통유형에 포함되는 압통을 사용하여 측정하였다. 전세일(1989)은 압통은 주로 발통점(trigger point)에서 느껴지며 발통점이 근근막동통증후군의 원인이라고 설명하였다. 이번 연구에서는 임상에서 흔히 볼 수 있는 두통, 경통, 견통, 완통, 요통 등의 대부분이 근근막동통증후군인 것을 감안하여 압통역치를 측정하였다. 압통역치의 측정을 위해서 압통역치측정계(pressure threshold meter)를 사용하였다. Fisher(1986)

는 압통역치측정계(PTM)를 발통점과 압통점의 측정에 사용한 것에 대한 연구 논문에서 압통측정계(pressure algometers)가 정상적인 조직의 동통에 대한 민감성을 평가하는데 효과적이었다고 하였다. 또 Steinbroker(1949)는 촉진의 정도를 측정하기 위해 압통계기를 사용하였다. 압통역치측정계는 다른 조사자들과 다른 측정장소, 그리고 여러 경우사이의 압통역치의 신뢰도가 설립되었고 근근막 발통점의 민감성을 측정하는데 신뢰도가 높은 것으로 입증되었다(Gillis, 1962; Spear, 1964; Jaeger, 1986).

이 연구의 단점은 압통역치 측정도구의 신뢰도는 높으나 압통역치의 측정시 동통을 느끼는 것은 피험자의 주관적인 경험이므로 일반화하는데 문제가 있다는 것이다. 이 문제점을 보완하기 위하여 압통역치 측정전에 피험자들에게 실험에 대해서, 그리고 측정방식에 대해서 충분히 설명을 해 주었다. 또한, 피험자들에게 발통점을 압통측정계로 누를 때, 누른 위치가 다르면 '다르다'라고 말하라고 했다. 피험자가 다르다라고 말하면 다시 발통점을 눌러 측정했다. 또 다른 단점으로는 침점을 정확히 찾아 치료하는데 문제가 있다는 것이다. Omura(1989)에 따르면, 침점은 주위 피부조직보다 전기저항이 더 적으며, 연구된 진통점 역시 같은 피부의 다른 점에 비해 상당히 낮은 전기저항을 가진다고 하였다. 또한, 침점은 한 지역을 소유하며 그곳은 3차원의 공간을 소유하며 주로 타원형, 또는 구형으로서 직경 3 mm-2.7 cm정도이고 보통 6-12 mm정도라고 하였다. 이번 연구에서는 정확한 침점을 찾기 위해 해부학적인 구조를 참조하고 해부학적 구조에 나타난 지점을 중심으로 직경 1 cm정도 범위에서 미세전류신경근자극치료기의 침점이나 발통점 검색기능으로 전류 전도성을 검사하여 전류전도성이 90%이상 되는 부위에 치료하였다.

2. 연구결과에 대한 고찰

동통완화의 목적으로 사용되는 미세전류신경근자극의 선행연구에서, Capel 등(1982)은 전기침으로 자극시 맥동빈도 0.2-200 pps, 전류강도 0.8 μ A-83 μ A, 자극시간 10-75분이 동통완화에 가장 효과적이라고 하였다. Becker(1985)는 침점인 경혈이나 경락은 신체 전체에 퍼져있는 신경세포와 생체전기 체계의 신경생리학적 증폭기일 수도 있다고 하였으며, 무감각적인 마이크로 암페어 전류를 사용하는 전기침 자극이 통증완화에 적절한 치료접근법일 것이라고 하였다. Wing (1977)는 미세전류를 사용하여 이점을 치료하는 것이 동통감소에 효과적이라고 하였다. Chun 등(1974)은 57명의 동통을 가진 환자의 외이에 10 μ A, 10 Hz, 15초로 미세전류신경근자극을 주었을 때, 전체 중 75%의 환자에서 완전한 동통완화를 보였다고 보고하였다.

중국 경락 이론에 따라, 몇몇 연구자들이 외이치료의 진통효과에 대하여 설명하기 위해 조사하였다. Melzack 과 Katz 등(1984)은 선택한 외이침점에 대한 귀 전기자극이 위약 효과라고 하였다. Bragin 등(1982)은 쥐에게 이침전기자극을 주었을 때, 뇌척수액에서 엔돌핀(endorphine)의 유의한 증가가 있었다고 보고하였다. Capel 등(1982)은 귀자극의 치료시는 맥동빈도 1 pps, 전류강도 8-10 μ A, 자극시간 25초가 동통완화에 가장 효과적이라고 하였다. Wallace(1988)는 미세전류신경근자극 3-5분 후에 즉각적인 무통각증이 나타나며, 이 증상은 주파수나 전류강도를 높게 하면 나타난다고 하였다.

이번 연구에서 다섯군별 치료전, 치료직후, 치료 5분 후, 치료 10분 후, 치료 15분 후에 측정된 압통역치의 변화는 실험군 2에서 나타났는데, 모든 시간대에서 치료전보다 유의한 차이를 보여 가장 효과적인 치료군임을 나타냈다. Oliveri 등(1986)의 연구에 의하면, 이개(auricle)는 감각지배 즉, 미주신경(vagus nerve), 삼차신경(trigeminal nerve), 안면신경(facial nerve), 설인신경(glossophangial nerve), 2, 3경추신경 등의 가치를 포함하고

있다. 이개로부터의 신경성 임펄스가 특별한 신체의 부분투영에 인접한 피질 영역으로 투사된다. 이런 신경 임펄스들은 인접한 피질지역에 의해서 신체부분을 나타내는 지점에 영향을 받는다. 이개의 감각신경과 몸의 나머지 부분으로부터의 척수시상섬유들의 측부가지 사이에 망상체형성의 조직이 존재한다. 이것이 외이치료의 긴 시간에 걸친 진통효과를 설명한다. 이번 연구에서 고강도-고빈도 자극을 주었을 때, 외이경혈 미세전류신경근자극이 가장 효과가 있었던 것은 외이가 신체의 투영부분을 가질 뿐만 아니라 감각지배가 많고 이것들이 망상체형성조직과 연결되어 있기 때문이라고 말할 수 있다.

고강도-고빈도 저강도-저빈도 자극군간의 자극후 압통역치변화는 치료 5분 후 고강도 고빈도군과 대조군 사이에 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 이것은 위에서 Wallace(1988)가 미세전류자극후 3-5분 후에 나타나는 무통각증이 보다 높은 전류강도, 주파수에서 나타난다는 것과 일치하였다.

Zanini(1984)는 724명의 다양한 동통을 가진 환자를 대상으로 전통적인 침술과 전기침, 의학(auricular medicine)을 각각 적용하여 연구한 결과 100 μ A로 10초 귀를 자극한 의학(auricular medicine)이 동통완화에 가장 효과가 있었다고 설명했다. Melzack과 Katz(1984)는 36명의 동통을 가진 환자를 대상으로 외이 경혈점에 대한 전기자극을 한 실험에서 위약군과 치료군사이에 통계학적으로 의미있는 차이는 없다고 하였다. Nogier (1959)는 몸의 한 부분의 병리적인 현상은 귀의 반사점의 전기적 전도성을 변화시키는 요인이 되며, 이 반사점에 전기자극을 통하여 몸의 한 부분의 병리적인 현상을 치료할 수 있으며, 경혈 미세전류자극으로 귀의 반사점을 치료시 동통완화에 효과가 있다고 하였다. Lein 등((1989)은 체성경혈 경피신경근자극, 외이경혈 경피신경근자극 그리고 두경혈에 같이 경피신경근자극을 주었을 때, 세 집단 실험적 동통역치에 미치는 영향을 알아본 연

구에서 외이경혈, 체성경혈 그리고 두경혈에 같이 자극을 준 집단 모두 동통역치 변화가 유의하게 증가하였다고 보고하였다. 이번 연구에서도 체성경혈 자극군과 외이경혈 자극군 사이에 유의한 차이는 없었다.

다섯군별 치료전, 치료 직후, 치료 5분 후, 치료 10분 후, 치료 15분 후에 측정된 압통역치 변화율에 차이가 있는지를 검증한 결과(표 5), 다섯군 모두 유의한 차이가 없었다($p < 0.05$). 하지만 미세전류신경근 자극후 네 실험군과 대조군의 시간 경과에 따른 압통역치 변화율을 살펴보면, 실험군 2와 위약군은 치료 직후, 치료 5분 후, 10분 후, 15분 후 압통역치의 변화율이 통계학적으로 유의한 차이가 있었다. 또, 실험군 3과 위약군은 치료 5분 후 압통역치의 변화율이 통계학적으로 유의한 차이가 있었다. 이로 미루어 볼 때, 실험군 2가 다른 실험군들과 압통역치의 변화율에 있어 유의한 차이는 없으나($p < 0.05$), 모든 시간대에 걸쳐 유의한 차이가 있어 다른 군에 비해 가장 효과적인 치료군임을 나타냈다.

3. 연구의 제한점

첫째, 이번 연구에서는 15분 후까지만 치료 효과를 보았는데, 저주파 치료는 치료후 어느정도의 시간이 지난후에 효과가 나타날 수도 있기 때문에(Rieb 등, 1992) 일정시간이 지난 후에도 측정해 보았어야 했을 것이다. 특히, 저강도-저빈도 미세전류신경근 자극은 치료후 나중에 나타날 수 있는 이월효과를 측정할 수 없었다(Wallace, 1988).

둘째, 치료의 효과를 알아보기 위해 동통을 측정하는 방법에 문제가 있었다. 지금까지 일반적으로 임상이나 여러 연구에서 사용되어 온 동통측정방법인 전기자극기 의한 동통은 바늘로 찌르는 듯한 급속형 동통이었다(이충휘, 1987; 정진우, 1991). 하지만 동통을 호소하는 환자들의 대부분이 근근막 동통 증후군이라는 전세일(1989)의 연구와

이충휘(1993)연구에 기초하여 동통역치는 완속형 동통인 압통역치를 측정하였다. 또한, 압통역치에 의한 방법이 통증을 측정치로 나타내는 면에서 비교적 객관적이라는 근거(Fisher, 1986)와 발통점에 대한 압통역치측정계의 사용에 관한 연구(Gillis, 1962; Spear, 1964; Jaeger, 1986)에 의해서 이 방법을 사용하였다. 그러나 실험을 하는 과정에서 처음으로 아픔을 느낄 때를 말하라는 실험자의 지시에 그 아픔을 느끼는 강도에 있어서 피험자들의 주관적인 면을 배제할 수 없었다.

셋째, 본 실험은 미세전류신경근자극치료를 20대의 젊은 사람만을 대상으로 하였다는 점, 그리고 근근막동통증후군을 가지지 않은 정상인이었다는 점에서 이 실험이 결과를 일반화시키는데, 제한점을 가지고 있다.

넷째, 치료시간을 설정시, 경혈자극에 일반적으로 사용되고 있는 20초를 사용하였으나, 임상에서 적용시 한 부위당 20초씩 2-3회 반복을 하는 것을 본 실험에서는 무시하였다.

V. 결론

본 연구는 전기자극을 통한 압통역치의 증가를 미세전류신경근자극을 사용하여 인체의 경혈점 가운데, 외이경혈과 체성경혈에 적용하였다. 본 연구는 체성경혈 미세전류신경근 자극과 외이경혈 미세전류신경근자극의 시간별 압통역치의 변화를 비교한 것으로, 200 μ A, 30 Hz, 연속직류전류의 고강도-고빈도 자극군과 100 μ A, 0.3 Hz, 연속직류전류의 저강도-저빈도 자극군으로 나누어 시간별 압통역치의 변화를 연구한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

첫째, 체성경혈 미세전류신경근자극군과 외이경혈 미세전류신경근자극군 중 고강도-고빈도 외이경혈 미세전류신경근자극만 치료후 시간별 압통역치의 변화에 유의한 차이가 있었다.

둘째, 고강도-고빈도 자극군과 저강도-저빈도 자극군 사이에 5분 후에 실험적 압통역치의 증가율에 있어서 유의한 차이가 있었다.

셋째, 체성경혈 미세전류신경근자극을 사용한 실험군과 외이경혈 미세전류신경근자극을 사용한 실험군 사이에 실험적 압통역치 증가율에 있어서 유의한 차이가 없었다.

넷째, 위약군과 네실험군에 대한 군간 비교에서는 실험군 2와 실험군 3에서 유의한 차이를 나타냈다.

이상으로 볼 때, 고강도-고빈도 외이경혈 미세전류신경근자극이 압통역치의 증가에 효과가 있었으며, 고강도-고빈도 자극군과 저강도-저빈도 자극군 중에서는 고강도 자극군에서 압통역치의 상승이 나타났다. 고강도-고빈도 자극군은 치료 5분 후에 압통역치의 변화율에 유의한 증가가 있어 치료후 5분 후에 나타나는 무통각증을 확인할 수 있었다.

인용문헌

- 이경홍. 외이자극이 실험적 피부 동통역치에 미치는 영향. 대한물리치료학회지. 1988;9(2):59-69.
- 이재형. 전기치료학. 대학서림. 1995;355-396, 437-472.
- 이충휘. 경피적 전기신경자극이 동통 역치에 미치는 영향. 대한물리치료학회지. 1987;8(1):29-39.
- 이충휘. 정상 성인의 압통점 역치수준. 대한물리치료학회지. 1993;14(2):11-21.
- 이충휘. 통증평가도구개발을 위한 기초조사. 대한물리치료학회지. 1989;1(1):63-72.
- 전세일. 근근막 동통증후군. 대한물리치료학회지 1989;1(1):9-13.
- 정진우. 미세전류의 통증완화 효과에 대한 고찰. 1991;12(2):195-206.
- Ashton H, Ebenezer I, Golding JF, et al. Effects of acupuncture and transcutaneous electrical nerve stimulation on cold-induced pain in normal subjects. J Psychosom Res. 1984;28:301-308.
- Bragin EO, Dionne R, Ng L, Moody T, Pert K. Changes in the content of opiate-like substances in auricular electroacupuncture anesthesia of rats. Vopr Med Khim. 1982;28:102-105.
- Cai W. Acupuncture and the nervous system. Am J chin Med. 1992;20:331-337.
- Chapman LF, Ramos AO, Goodwell H, Wolff HG. Neurohumoral features of afferent fibers in man. Arch Neuro. 1961;4:617-650.
- Chee EK, Walton H. Treatment of trigger points with microamperage transcutaneous electrical nerve stimulation. J Manipulative Physiol Ther. 1986;9:131-134.
- Chen H. Recent studies on auriculo acupuncture and its mechanism. J Tradit Chin Med. 1993;13:129-143.
- Cheng N, et al. The effect of electrical current on ATP generation protein synthesis and membrane transport in rat skin. Clin Orthop. 1982;171:264-272.
- Chun S, Heather AJ. Microcurrent application on the external ear-clinical analysis of a pilot study on 57 chronic pain syndrome. Am J Chin Med. 1974;2:399-405.
- Fisher AA. Pressure tolerance over muscles and bones in normal subjects. Arch Phys Med Rehabil. 1986;67:406-409.
- Fisher AA. Pressure threshold meter. Arch Phys Med Rehabil. 1986;67:836-838.
- Illing worth CM, Atbarker. Measurement of electrical currents emerging during the

- regeneration of amputated finger tips in children. *Clin Phys Physiol meas.* 1980;1:87-89.
- Janssens LA. Trigger point therapy. *Probl Vet Med.* 1992;4:117-124.
- Kahn J. Second Edition, Churchill Livingstone. New York. *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation : Principles and Practice of Electrotherapy.* 1990:99-118.
- Krause AW, Clelland JA, Knowles CF, et al. Effects of unilateral and bilateral auricular transcutaneous electrical nerve stimulation on cutaneous pain threshold. *Phys Ther.* 1987;67:507-511.
- Lein DH. Comparison of effects of transcutaneous electrical nerve stimulation of auricular, somatic, and the combination of auricular and somatic acupuncture points on experimental pain threshold. *Phys Ther.* 1989;69:671-678.
- Leo KC. Use of electrical stimulation at acupuncture points for the treatment of reflex sympathetic dystrophy in a child. A case report. *Phys Ther.* 1983;63:957-959.
- Longobardi AG, Clelland JA, Knowles CJ, et al. Effects of auricular transcutaneous electrical nerve stimulation on distal extremity pain :A pilot study. *Phys Ther.* 1989;69:10-17.
- Melzack R, Wall PD. Pain mechanisms : A new theory. *Science* 1965;150:971-980.
- McMillan AS, Blasberg B. Pain pressure threshold in painful jaw muscle following trigger point injection. *J Orofac Pain.* 1994;8:384-90
- Noling LB, Clelland JA, Jackson JR, et al. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation at auricular points on experimental cutaneous pain threshold. *Phys Ther.* 1988;68:328-332.
- Oliveri AC, Clelland JA, Jackson JR, et al. Effects of auricular transcutaneous electrical nerve stimulation on experimental pain threshold. *Phys Ther.* 1986;66:12-16.
- Paris DL, Baynes F, Gucker B. Effects of the Neuroprob in the treatments of second-degree ankle inversion sprains. *Phys Ther.* 1983;63:35-40.
- Pert A, Dionne R, Ng L, Bragin E, Moody TW, Pert CB. Alterations in rat central nervous system endorphins following transauricular electroacupuncture. *Brain Res.* 1981;224:83-93.
- Rabischong P, Nibolyet JF, Terral C, Senelar R, Casez R. Experimental basis of acupuncture analgesia. *Nouv Presse Med.* 1975;4:2021-2024.
- Shang C. Singular point, organizing center and acupuncture point. *Am J Chin Med.* 1989;17:119-127.
- Sjolund BH, Terenius L, Eriksson MBE. Increased cerebrospinal fluid levels of endorphins after electro-acupuncture. *Acta Physiol Scand.* 1977;100:382-384.
- Skolnick MH. Low current electrical stimulation produces naloxone reversible analgesia in rats. *Stereotact Funct Neurosurg.* 1989;53:125-137.
- Weber MD, Servedio FJ, Woodall WR. The effects of three modalities on delayed onset muscle soreness. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994;20:236-242.