

전기침이 구강동통에 미치는 영향에 관한 연구

조선대학교 치과대학 소아치과학교실

조선대학교 치과대학 구강생물학교실*

최용성 · 이창섭 · 송형근* · 이상호

Abstract

A STUDY ON THE EFFECT OF ELECTRO-ACUPUNCTURE ON ORAL PAIN

Yong-Sung Choi, D. D. S., M. S. D., Chang-Seop Lee, D. D. S., M. S. D.,
Hyeong-Geun Song*, D. D. S., M. S. D., Ph. D., Sang-Ho Lee, D. D. S., M. S. D., Ph. D.

Dept. of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Chosun University

**Dept. of Oral Physiology, College of Dentistry, Chosun University*

The effects of electro-acupuncture on the pain threshold and the amplitude of dEMG (digastric EMG) evoked by the noxious electric stimulation on teeth and gingiva in dogs were studied.

Experiments were carried out with 10 dogs weighing 5-8kg. Each animal was anesthetized with Entobar given intraperitoneally in an initial dose of 30mg/kg. Maintenance dose of 5mg/kg/hr was given through a cannula, in the femoral vein, as required to keep up light anesthesia.

Bipolar stimulating wire electrodes, 0.1mm in diameter, insulated except for tips, were inserted into the upper canine and palatal gingiva. Rectangular aluminium plate electrodes (15×5mm) were placed on acupuncture points, called Yin-Hsiang, located at both sides of the upper jaw. Rectangular biphasic current pulses of 2Hz, with a 250μsec duration, were delivered for 15 minutes. The dEMG activities were recorded from the anterior belly of the digastric muscle (one of the jaw opening muscles) using bipolar wire electrodes. The magnitude of the jaw opening reflex at different intensities of electro-acupuncture (1volt, 4volt and 10volt) was estimated by averaging the 30 superimposed dEMGs recorded on an oscilloscope and audiomonitor. Data were analysed statistically with ANOVA and paired t-test.

The obtained results were as follows :

1. Pain thresholds were increased 7.7%, 15.4%, 17.3% in the teeth and 11.1%, 19.0%, 25.4% in the gingiva as the intensities of electro-acupuncture increased incrementally.
2. Amplitudes of dEMG were decreased 8.3%, 22.4%, 27.4% in the teeth and 9.8%, 36.5%, 42.2% in the gingiva as the intensities of electro-acupuncture increased incrementally.
3. Inhibition of pain responses by the electroacupuncture was more effective in the gingiva than in the teeth.

I. 서 론

동통의 조절은 오래전부터 의학 및 치의학 분야에서 관심있게 연구되어지고 있는 분야로서 임상에서도 질환의 진단과 치료에 가장 중요한 요소로 작용하고 있다.

동통의 기전에 대해 지금까지 여러 견해들이 발표되었으나 근래에는 동통은 단일기전에 의해 유발되는 것이 아니라 여러 요인이 복합적으로 작용하여 유발되는, 소위 복합기전을 가지고 있다고 알려지고 있다. 따라서 이를 조절하는데 있어서도 약물, 물리요법, 최면요법, 생체자기제어법(Biofeedback), 그리고 위약효과 등 여러가지 방법들이 사용되고 있는데, 근래에 Horowitz등(1991)²³⁾ 여러 학자들은 동통이 복합적인 기전으로 유발되는 만큼 이의 조절도 어느 한가지 방법만을 사용하기 보다는 여러가지 방법을 다원적으로 사용하는 것이 효과적이며 만성동통이나 원인 불명의 동통을 치료하는데 있어서 특히 필요하다고 주장하고 있다.

최근에 이런 동통을 조절하는 또 다른 방법으로 경피전기신경자극법^{9,40)}이나 전기침⁷⁾등의 전기자극을 이용한 동통조절방법이 소개되고 있는데, 이런 전기를 이용한 마취나 동통치료는 전기, 전자 기술의 발달로 인해 기구가 소형화, 경량화되면서 급속히 확산되는 추세에 있다.

전기를 이용한 동통조절의 역사는 이미 기원전부터 시작되었다. 이후 1655년 Largus는 전기어를 이용해 통풍을 치료한 바 있으며 1858년 Francis는 전기자극을 이용하여 발치를 시행함으로써 전기마취를 처음으로 치과분야에

도입하였다고 알려지고 있다²⁴⁾. 1965년 Melzack등³⁶⁾이 동통의 기전으로 “관문조절설(Gate control theory)”을 발표함으로써 전기마취의 이론이 더욱 정립되기에 이르렀는데 서양의학에서는 이를 응용한 전기마취법을 경피전기신경자극법(Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation, TENS)이라 명명하고 의학의 여러분야에서 이용하고 있다.

한편 중국 한의학에서는 질병뿐 아니라 동통역시 음과 양으로 분류되는 전자기력의 부조화에 의해 유발된다고 하였으며 이를 치료하기 위해서는 음과 양의 두 전자기의 조화를 유도해 주어야 한다고 하였는데^{12,23)}, 이의 한 방법으로 침술(Acupuncture)을 사용해 오고 있다. 이는 서양의학에서 유래한 경피신경전기자극법과 그 기전 및 사용면에서 일맥상통하며¹⁰⁾ 최근에는 이 두가지가 조합, 응용되어 소위 전기침(Electrical acupuncture)이라는 새로운 형태의 전기 마취법이 개발되기에 이르렀다.

그러나 전기침은 침과 같은 자극형태 즉, 1-5Hz의 저빈도, 그리고 고강도의 전류를 사용한다는 점⁷⁾과 특수한 자극점, 즉 경혈점을 통하여 자극한다는 점⁴⁶⁾이 100Hz 이상의 비교적 고빈도, 그리고 저강도의 전류를 사용하는 경피전기신경자극술에 비해 다른 점이라 할 수 있다.

1975년 David등¹¹⁾이 전기침의 진통효과에 대해 보고한 이래 전기침의 작용기전^{5,48)}, 자극방법^{7,37)}, 자극부위^{44,45)}등에 관해 많은 연구, 보고가 있었다.

치의학 분야에서 전기침의 동통조절효과 혹은 마취효과에 대해 지금까지 많은 보고가 있었

는데, 1973년 Andersson등²⁾은 2Hz의 전기침을 이용하여 치아를 마취한 결과 65-90%의 동통역치의 증가를 관찰하였다고 보고하여 치의학 분야에 이용할 수 있는 가능성을 제시하였다. 또한 List등(1992)²⁷⁾은 두개하악장애환자를 전기침으로 치료한 결과 교합안정장치보다 더 좋은 효과를 나타낸다고 보고함으로써 치의학의 여러 분야에서 전기침을 이용할 수 있음을 제시하였다.

이런 전기침의 마취기전에 관한 대부분의 연구^{7, 18, 26, 39, 45)}에서 경피전기신경자극법의 마취 효과는 관문조절에 의하여 유도되지만 전기침의 마취효과는 내재성 마약진정계에 의해 유도된다고 설명하고 있다.

전기침의 동통억제효과에 관한 연구에서 Bakke(1976)³⁾등 많은 학자들^{11, 13, 37, 41)}이 30% - 90% 정도의 효과를 보인다고 하여 학자들간에 그 효과에 대한 견해차가 비교적 큰 상태이다.

이런 전기침은 전극을 동통의 유발부위와 관계없이 특정한 침점, 소위 한의학에서 말하는 경혈점에서 작용하는 것이 경피전기신경자극술과 다른 점인데, Toda등^{18, 46)}, Han등(1983)¹⁹⁾은 이와같은 특정한 부위에 정확히 전극을 부착할때 더 효과가 크다고 하여 경혈점의 중요성을 강조한 바 있다. 특히 치아와 관련된 경혈점에 대해 Melzack등(1977)³⁵⁾은 한의학의 경혈점의 표시법에 근거하여 S7, S6, Li4 그리고 S44의 4군데를 지적하였으며, Holmgren(1976)²²⁾은 손등과 뺨, 그리고 구강전정에 많이 분포되어 있다고 하였으며 또한 바늘을 이용하지 않고 판형 전극을 이용할 경우 경혈점을 쉽게 자극할 수 있다고 하였다. 이외에도 전기침의 시간경과에 따른 마취효과에 대한 연구결과 Yonehara등(1992)⁴⁹⁾은 전기침의 적용 시간에 따라 마취효과가 다르다고 하였는데, 많은 연구^{3, 42, 46)}에서 전기침의 효과는 적용후 15-40분 사이에서 제일 효과적이라 보고하고 있다.

이상과 같이 치과임상분야에서 전기침을 이용한 동통조절 혹은 마취법은 바늘을 이용하지 않은 비침습성 방법으로서 약물에 의한 침습성 마취방법에 비해 환자들에게 안도감을 줄 수

있는 장점이 있고 환자의 행동조절면에 있어서도 유리할 것으로 사료된다. 이론적으로 볼 때 전기침은 경피전기신경자극법과 침술을 혼합 응용한 바 경피전기신경자극법에 비해 마취효과가 클 것으로 기대되나 학자들에 따라 마취효과에 대한 견해차가 클 뿐아니라 이 두가지 방법을 직접적으로 비교한 연구가 많지 않아 정확한 평가를 내리기 어려운 실정에 있으며 연구의 대부분이 인간을 대상으로 하여 동통의 인지정도에 따른 표현방법에 있어 객관성이 결여되고, 많은 개인편차를 보임으로써 임상적으로 활용하기에는 아직 미흡한 실정에 있다고 사료되는 바 본 연구는 동물실험을 통하여 전기침의 치수 및 치은에 대한 진통, 마취효과를 보다 객관적으로 평가함으로써 향후 전기침의 임상활용가능성을 평가하는데 그 목적이 있다.

II. 실험대상 및 방법

1. 실험대상 및 전 준비

체중 5-8kg의 개 10마리를 실험대상으로 하였다. Pentobarbital계통의 Entobar™(30mg/kg)를 이용하여 전신마취를 시행하였으며 기관내의 분비물을 억제하기 위해서 체중 kg당 1mg의 atropine sulfate를 투여하였다.

실험대에 동물을 고정된 뒤 대퇴부 내측의 고정맥을 노출시켜 약물주입용 삽입관을 위치시켰으며 기도폐쇄를 방지하기 위해 기관절개를 시행한 후 카테터를 삽입하였다.

개구반사정도를 알 수 있는 근전도의 측정을 위해 하악골 하방의 악이복근(Digastric muscle)을 노출시킨 후 직경 0.1mm의 2개의 구리선을 삽입하였으며 이 구리선을 교류중폭기(A-M system, 1700, U.S.A.)를 통하여 오실 로스 코프(Phillip, U.S.A.)에 연결하였다.

치수 및 치은 동통을 유발하기 위해 유해자극원으로 전기자극을 이용하였는데 치은 자극을 위해 상악 구개부에 0.1mm 직경의 2개의 선전극을 삽입하였고 치수를 자극하기 위해 상악 견치순, 설면에 각각 직경 4mm, 깊이 2mm 정도의 와동을 형성한 후 각각의 와동에 아말감전극을 위치시키고 접착용 레진으로 고정하

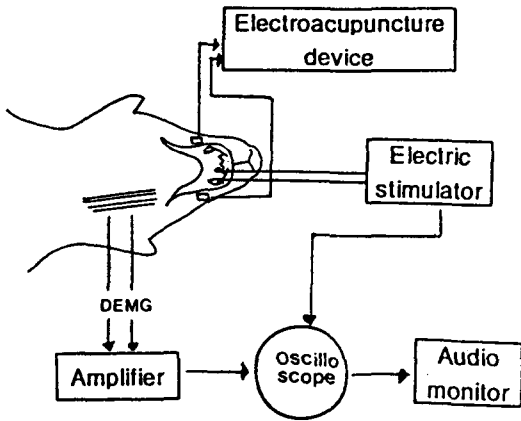


Fig. 1 Schematic illustration of experimental set-up

였으며 전기자극기(Grass™, U.S.A.)에 연결하였다(Fig. 1).

2. 실험방법

1) 동통의 유발

유해자극 즉, 동통의 유발원으로 전기자극을 이용하였으며 이를 위해 치은 및 치아에 삽입된 구리선들을 전기자극기에 연결하였다. 유해자극의 크기는 전기자극 출력전류의 세기로 조절하였다.

2) 동통역치 측정

동통의 정도를 알 수 있는 개구반사를 평가하기 위해 악이복근에서의 근전도를 측정하였으며 개구반사를 일으키는 최소의 자극강도를 교류증폭기에 연결된 오실로스코프와 audio-monitor를 통해 측정하고 이를 동통역치로 기록하였다.

3) 전기침에 의한 전기마취

15×5mm 넓이의 판형전극을 Holmgren²²⁾이

제시한 치아와 관련된 자극점이 있는 부위, 즉 Yin-Hsiang점(상악 인중 좌우측 부위)에 부착하고 이를 전기마취기(3M™, U.S.A.)에 연결한 후 2Hz, 250μ sec, biphasic파형의 전류를 1volt(1군), 4volt(2군), 10volt(3군)의 3가지 강도로 각각 20분간 전기침 자극을 가하였다.

4) 근전도크기 평가

동통을 유발하는 역치자극의 1.5배의 자극강도로 전기자극을 가하여 전기침의 효과를 평가하였다. 이때 전기침 자극전의 악이복근 근전도를 대조군으로 하였으며 전기침 자극을 20분 시행한 후의 근전도를 전기침자극 강도별 실험군으로 하여 각각을 비교하였다(Table 1). 각 군에서 악이복근의 근전도를 30회씩 반복 측정하였으며 오실로스코프에 기록된 모든 측정치의 각 군간의 차이는 One-way ANOVA와 Paired t-test를 통해 통계학적으로 분석하였다.

III. 실험결과

1. 동통역치에 미치는 영향

치아에서의 동통역치는 대조군에서 5.2mA, 1volt의 강도로 마취를 시행한 실험1군에서 5.6mA, 4volt의 강도로 마취를 시행한 실험2군에서 6.0mA, 그리고 10 volt로 마취를 시행한 실험3군에서 6.1mA로 나타나 대조군에 비해 1군, 2군 및 3군이 각각 7.7%, 15.4%, 17.3% 증가하였으며(Fig. 2) 통계학적으로 유의한 차가 있었다($P < 0.05$).

치은의 동통역치는 전기침 마취를 시행한 실험 1군에서 7.0mA, 실험2군에서 7.5mA, 그리고 실험3군에서 7.9mA로 전기침 마취를 시행하지 않은 대조군(6.3mA)에 비해 각각 11.1%, 19.0%, 25.4% 증가하였으며 통계학적으로

Table 1. Classification of experimental groups by the intensities of electro-acupuncture

Group		Control (not EA)	Experimental(EA)		
			Group 1	Group 2	Group 3
Area	Teeth	0	1	4	10
	Gingiva	0	1	4	10

유의성이 있었다($P < 0.05$). 전반적으로 치아에 비해 치은에서 동통억제가 많이 증가함으로써 전기침은 치아에서 보다 치은에서 더 효과적인 입을 나타내었다(Fig. 2).

2. 악이복근 근전도 크기에 미치는 영향

전기침의 동통억제 혹은 마취효과를 평가하기 위하여 개구반사의 정도를 알 수 있는 악이복근 근에서의 근전도를 측정하여 각각 군별로 나타낸 값은 Table 2와 같으며, 이들 측정치에 대한 각 군간의 유의성 검정은 Table 3에 나타나 있다.

악이복근 근전도의 크기는 치아의 경우 전기침 마취를 시행하지 않은 대조군에 비해, 1 volt의 강도로 전기침 마취를 시행한 1군에서

8.3%, 4volt 강도로 전기침 마취를 시행한 군에서 22.4%, 그리고 10volt 강도로 전기침 마취를 시행한 군에서 27.4%의 감소를 보였으며(Fig. 3) 통계학적으로 유의성이 있었다($P < 0.05$).

치은의 경우 1군, 2군 및 3군에서 대조군에 비해 각각 9.8%, 36.5%, 42.4% 악이복근 근전도 크기의 감소를 보였으며(Fig. 3) 통계학적으로 유의성이 있었다($P < 0.001$).

또한 각 군별로 치아와 치은에서의 감소 정도를 비교했을 때 대조군과 1군에서는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았으나, 2군과 3군에서는 치은이 치아에서 보다 각각 14.1%, 14.8% 더 낮게 나타남으로써(Fig. 3) 전기침 마취는 치은에서 더 효과가 좋음을 보여 주었다.

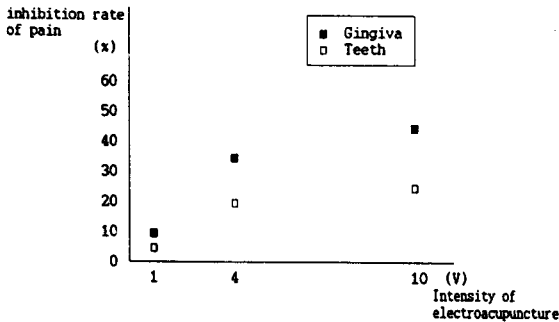


Fig. 2 Threshold change by the electroacupuncture

* : Indicates $P < 0.05$ as compared with corresponding value in control group

Table 2. Amplitudes(mV : Mean \pm standard deviation) of digastric EMG evoked by pulpal and gingival stimulation under electroacupuncture with various intensities

Area		Teeth	Gingiva
Group No.			
Control	10	563.1 \pm 131.3	521.1 \pm 94.8
Group 1	10	516.2 \pm 95.9	570.5 \pm 95.2
Group 2	10	436.9 \pm 130.2	331.6 \pm 104.7
Group 3	10	409.5 \pm 140.6	301.8 \pm 101.3

Table 3. Analysis of variance(One-way ANOVA) on EMG of digastric muscle between groups

	Soyrce	D.F.	Sum of square	Mean square	F-ratio	Probability
Teeth	Between groups	3	150357.875	50119.292	3.171	0.0358*
	Within groups	36	569045.900	15806.831		
	Total	39	719403.775			
Gingiva	Between groups	3	338239.875	112746.625	11.475	1.993E-05**
	Within groups	36	353730.100	9825.836		
	Total	39	691969.975			

D.F. : Degree of freedom

* : Significant = $P < 0.05$, ** : Significant = $P < 0.001$

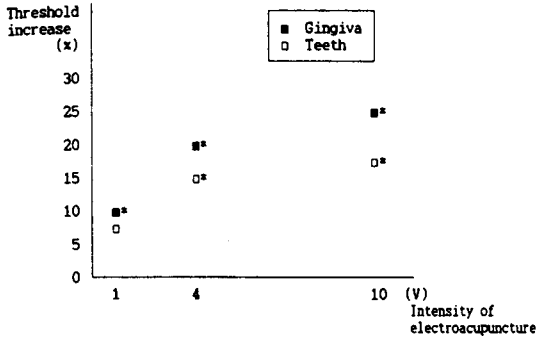


Fig. 3 Inhibition rate of pain according to the intensities of electroacupuncture. Open square(□) shows $P < 0.05$ and black square(◻) shows $P < 0.001$ as compared with control group.

IV. 총괄 및 고안

전기자극을 이용한 동통치료법은 치료기구가 소형화, 경량화되고 성능도 좋아짐으로써 더욱더 응용범위가 넓어지고 있으며 치의학 분야에서도 안면동통의 치료⁴⁷⁾, 악관절질환의 치료²⁷⁾ 등에 이용되고 있고 최근에는 약물에 의한 국소마취를 대신하는 치과국소마취법^{6, 21, 31)}으로도 응용되고 있다.

이런 전기자극을 이용한 치료법은 전기자극의 형태에 따라 경피전기신경자극법과 전기침술의 두 가지 범주로 대별할 수 있는데, 일반적으로 경피전기신경자극법은 50Hz 이상의 고빈도 그리고 저강도의 전기자극을 이용^{40, 42)} 하는데 반해 전기침술은 1-5Hz의 저빈도 그리고 고강도의 전기 자극을 사용^{7, 32)} 한다.

경피전기신경자극법은 서양의학으로부터 유래하였으며 1965년 Melzack 등³⁶⁾의 관문조절설(Gate control theory)의 발표를 계기로 급격히 발전하였다. 관문조절설이란 피부에서 A_{β} 와 같은 굵은 유수신경섬유를 자극할 경우 동통의 전달과정에 있어 척수수준에서 척수내 교양질 세포가 활성화되어 상부로 전달되는 동통을 차단한다는 설³⁵⁾로서 endorphin 같은 내재성 마약계호르몬에 의한 동통조절기전과 함께 인체의

양대 동통조절기전으로 인정받고 있다.

한편 전기침은 전기자극을 이용한다는 면에 있어서는 경피전기신경자극법과 크게 다를 바가 없지만 그 동통조절기전은 주로 내재성 마약계에 의해 유도되어 경피전기신경자극법의 동통조절기전과는 전혀 다른 것으로 보고^{5, 7, 29, 38)} 되고 있다.

전기침의 동통조절기전에 내재성 마약물질이 관여하다는 사실이 많은 학자들에 의해 연구되어 오고 있는데, Li(1973)²⁶⁾는 β -endorphin, Met-enkephalin 등의 내재성 마약제의 대한 길항제인 naloxon에 의해 효과가 억제된다는 사실이 이를 뒷받침하고 있다고 하였으며, Mayer 등(1976)³⁰⁾은 동물실험에서는 다음과 같은 몇 가지 사항 즉, (1) Naloxone을 투여할 경우 진통효과가 제거되고 (2) 뇌의 특정부위에서 endorphin의 양이 증가되며 (3) Opioid peptides의 분해를 지연시키는 peptidase inhibitor를 투여할 경우 전기침의 효과가 증가된다는 사실이 전기침의 진통효과가 내재성마약물질에 의해 유도된다는 설을 뒷받침하고 있다고 하였다. 일반적으로 침에 의한 동통조절은 중뇌의 PAG(periaqueductal gray)를 통하여 연수의 봉선핵을 거쳐 하행성으로 척수나 삼차신경척수감각핵에서 동통의 전도를 차단한다고 알려져 있다. Takeshige(1993) 등⁴⁵⁾은 침에 의한 진통효과를 규명한 연구에서 침을 인체의 특정부위, 즉 경혈점에 삽입하여 낮은 진동으로 자극할 경우 근육이 수축하게 되고 이에 따라 발생된 전기적 자극이 D-PAG(Dorsal periaqueductal central pathway)와 같은 중추신경로를 타고 뇌로 가서 측시상하부등 고위중추를 자극함으로써 endorphin 등의 마약성 진통제가 분비되어 진통효과를 유발하게 된다고 하였으며 특정부위를 정확히 찾아 침을 적용하는 것이 중요하다고 함으로써 경혈점의 중요성을 강조하였다. 그러나 Bossut 등(1991)⁵⁾은 동물실험을 통하여 naloxone과 naltrexone 등이 실험동물의 몸무게, 체온, 고정장치의 상태, 실험실의 온도, 전기침마취의 횟수등 여러가지 환경적 요인에 의해 전기침의 진통효과를 방해하기도 하며 증진시키는 현상을 관찰한 바 전기침의 진통

효과는 단순히 내재성 마약진정계에 의해서만 이루어지지 않을 것으로 추측하였다.

전기침의 진통효과는 전기자극의 형태 즉, pulse의 모양, 주기, 빈도수, 그리고 전기자극의 세기에 의해 영향을 받는다고 보고되고¹⁷⁾ 있으며 그 중에서도 임상적으로 빈도수와 전기자극의 세기가 진통기전 및 진통효과에 영향을 미치는 것으로 알려지고 있다^{5, 11, 37)}. 전기침의 경우 전기 자극의 빈도수는 1-10Hz 정도인데, 일반적으로 침의 진동수인 2Hz^{7, 12, 41)}를 가장 많이 이용하고 있으며 또한 가장 효과적인 전기자극의 빈도수에 대해서도 대부분의 학자들^{2, 25, 41)}은 2Hz를 주장하고 있으므로 본 실험에서도 2Hz를 사용하였다. 한편 최근에 Han등⁹⁹⁾ 18), Chen등(1992)⁷⁾은 3-15Hz에서는 endorphin, metenkephalin, dynorphin등 여러가지 종류의 마약계 호르몬이 분비되고 또한 상승작용을 일으켜 더 효과가 좋다고 보고한 바 앞으로 이에 대한 지속적인 연구가 필요하리라 사료된다.

전기침의 전기자극의 세기에 따른 진통효과에 대해서는 지금까지 보고된 바가 거의 없는 상태인데 본 연구에서는 전기자극의 세기를 1volt, 4volt, 그리고 10volt의 3가지로 하여 그 진통효과를 비교하였다. 본 실험에서 전기자극의 세기가 증가할수록 마취효과가 증가하였는데, 이는 전기자극의 세기가 증가할수록 경혈점에서 구심신경 흥분전도가 증가하여 뇌간에서 많은 양의 마약계 호르몬이 분비되기 때문이라고 사료된다. Takeshige등(1993)⁴⁵⁾은 경혈점에서의 근육수축을 유발할 수 있는 전기침의 자극강도에 관한 실험에서 1Hz, biphasic, 640μsec 형태의 전기자극을 사용하여 자극한 바, 4 volt에서 약간의 근육수축현상을 관찰하였으며 12volt로 자극할 경우 경혈점에서의 근육의 수축현상은 증가하였으나 뇌간에서의 유해자극에 대한 반응이 나타나는 현상을 발견하고 전기침 역시 자극의 크기가 증가할 경우 증가된 근육수축으로 인한 동통 또한 증가됨으로 인해 마취효과가 떨어진다고 하였다. 한편 유등(1995)¹⁾의 경피전기신경자극법의 마취효과에 관한 연구에서 50Hz로 전기자극을 가했을 경우 전

기자극의 강도가 일정치(10volt)이상이 되었을 때 마취효과가 오히려 감소하는 결과와는 다소 차이를 보이고 있는데, 이는 사용한 자극빈도수와 자극강도의 차이에 따른 동통조절기전의 차이에 기인하는 것으로 사료된다. 즉, 경피신경자극에 의한 동통조절의 경우 역치가 낮고 직경이 큰 유수신경섬유를 효과적으로 자극할 수 있지만 전기침과 같이 내재성 마약동통조절기전을 이용할 경우 역치가 높고 직경이 작은 신경을 흥분시키기 위한 전기자극이 필요하기 때문으로 사료된다.

전기침에서는 전기적 자극을 전달할 수 있는 민감한 부위, 즉 침점의 역할이 매우 중요하다고 보고되고 있는데¹⁵⁾ 소위 한방의학에서는 이를 경혈점으로 부르고 있다. Toda등(1980)⁴⁶⁾은 전기침 마취에서 침점 혹은 경혈점의 효과에 대해 연구하였는데 동물실험에서 인체에 적용되는 8가지 경혈점과 7가지 비경혈점에 전기침마취를 시행하고 그 효과를 비교한 바 경혈점에서 전기침을 적용하였을 때 진통효과가 더 높다고 하였으며 특히 치아와 관련된 경혈점으로 상악 전방의 인중부(Yin-Hsiang), 손동(Ho-Ku), 그리고 허벅지(Tsu-Sanli)등이 진통효과가 크다고 하였다. 따라서 본 실험에서도 전극을 상악전방 인중부에 적용하였다.

이런 경혈점의 기능에 대한 연구에서 Melzack등(1977)³⁸⁾은 경혈점은 1cm정도의 직경을 가지고 있으며 전기적 증폭작용이 쉽게 이루어지는 부위라고 하였으며 서양의학에서의 소위 trigger point를 포함하고 있다고 하였다. Crolley등(1991)¹⁰⁾은 경혈점은 비경혈점에 비해 dermal papillae를 더 많이 가지고 있는데 이 dermal papillae에는 신경종단이 더 많이 분포하고 있어 전기전도율(electric conductivity)이 높다고 하였다.

이렇게 전기침에서는 정확한 경혈점을 찾아 전기자극을 가하는 것이 중요한데, 임상적으로 비숙련자가 정확한 경혈점을 찾기는 쉽지 않다고 사료되는 바, 본 실험에서는 15×5mm의 판형전극을 사용하였다. 그러나 바늘을 사용할 때와 판형전극을 사용할 때의 마취효과의 차이에 대해서는 앞으로 연구가 필요할 것으로

생각된다.

본 실험에서는 치아와 치은에 가해지는 유해자극원으로 전기자극을 이용하는데 전기자극은 열자극이나 다른 기계적 자극에 비해 크기를 조절하고 판독하기가 쉬우며 발현 및 회복이 빠를뿐 아니라 반복측정이 가능하여 자극원으로 사용이 용이하다고 알려지고 있다^{14, 33)}, 그러나 이 방법은 실험대상 조직의 특성, 두께, 저항 정도에 따라 개인차가 발생하며 유해자극반응 이외에 다른 인체반응을 유발할 수 있다는 점이 단점으로 지적되고 있다¹⁴⁾. 따라서 앞으로 유해자극원을 달리하여 이를 비교, 분석하는 것도 필요하리라 사료된다. 동물에서의 동통인지도를 측정하는 방법으로 개구반사(jaw opening reflex)정도^{11, 8, 20, 30, 46)}, 꼬리침 반응(Tail flick response)¹⁹⁾, 소리반응(vocalization)¹⁴⁾, 감지수업(detection task)¹⁴⁾ 등 여러가지 방법이 있으나 개구반사 정도를 측정하는 방법은 조직손상이 적고, 학습이 필요없으며 마취하에서도 측정가능하므로 본 실험에서는 이 방법을 이용하였다.

역치의 변화로 본 동통억제효과는 치아보다는 치은에서 높았는데, 이는 경피전기신경자극법을 사용한 Clark등(1990)⁸⁾, 유등(1995)¹⁾의 연구에서와 같은 결과를 보여주고 있다. 따라서 전기침 역시 치아보다는 치은에서 동통조절 및 마취방법으로 더 많이 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

전기침을 이용한 동통억제효과는 여러학자들에 의해 보고되고 있는데 Youjing등(1991)³⁰⁾은 동물실험을 통하여 10Hz, 6volt의 전기침마취시 170%의 역치증가율을 보고하였다. Andersson등(1973)²⁾은 인간을 대상으로 치아에서의 전기침의 효과를 평가하였는데 70-90%의 동통억제효과를 보인다고 보고하였다. 또한 Pertovaara등(1982)³⁹⁾은 인체실험을 통하여 치아에서 35%의 동통역치가 증가함을 보고하였다. Bakke(1976)³⁾는 인체의 치아를 대상으로 17%의 효과를 보고하였다. 침 혹은 전기침의 동통억제 효과에 대한 대부분의 연구에서 50-70% 효과를 보인다고 하고 있는데 본 실험에서는 7-42% 효과를 보여 타 연구에 비해 낮은

수치를 보여주고 있다. 이는 사용한 전기자극의 빈도수, 파형, 자극강도, 자극기간, 실험동물 및 전신마취여부등 실험조건에 따른 차이에 기인한다고 사료된다. 본 실험에서는 전기침 자극을 20분 가한 후 마취 효과를 측정하였는데 전기침은 적용 후 시간경과에 따라 효과가 달라지는 것으로 보고^{3, 42, 46)}되고 있다. Richardson등(1986)⁴¹⁾은 전기침의 시간경과에 따른 효과를 조사한 바 전기침 마취후 15분후가 가장 효과가 좋다고 하였으며 David등(1973)¹¹⁾은 동물실험에서 1.5Hz, 3msec의 전기침을 적용할 경우 30분 후가 가장 효과가 좋았으며 1시간 이후부터는 효과가 급격히 감소하였다고 보고한 바 있다. 이외에도 Yonehara등(1992)⁴⁹⁾은 2Hz, 5.4volt로 40분간 전기침 마취를 시행한 경우 전기침자극 중단 후부터 60분간이 가장 효과가 좋았으며 6시간 이상 시행할 경우 효과가 완전히 없어지는 것으로 보고하였다.

본 실험에서는 실험대상에 따른 정신적 요소의 영향을 배제하고 보다 객관적인 동통억제효과를 평가하고자 동물을 대상으로 실험을 시행하였다. 따라서 인간을 대상으로 할 경우 개인별 정신적 효소에 의해 효과가 달라질 수 있으나 전반적으로 동물에서 보다는 효과가 크게 나타날 것으로 사료된다. 전기침과 경피전기신경자극법의 동통억제효과를 직접적으로 비교한 연구는 지금까지 거의 없는 상태이나 경피전기신경자극술을 침점에 적용할때 더욱 효과가 높았다는 Sjolund(1983)⁴³⁾의 몇몇 학자들의 보고에 근거할 경우 내재성마약진통조절계에 의해 유도되는 전기침의 효과가 더 높다는 것을 간접적으로 추정해 볼수 있으나 앞으로 이들의 임상적 적용에 앞서 여기에 대한 정확한 평가가 있어야 될 것으로 생각된다.

1993년 Mellor³⁴⁾는 바늘을 사용한 침습적 방법의 국소마취와 전기마취와의 효과를 보존적 치료를 시행한 환자들을 대상으로 비교하였는데, 전기마취가 침습적 방법의 국소마취에 비해 근심도와 불편감에서 각각 20% 낮게 나타났으며 60%의 환자들이 전기마취를 더 선호하는 것으로 나타났다고 보고하였다. 그러나 본 실험의 결과로 볼 때 아직까지 전기침마취는 약

물에 의한 침습성 방법을 완전히 대체하기에는 어려울 것으로 사료된다. Lynn등(1975)²⁸⁾ 역시 침에 의한 완전한 국소마취효과를 얻기는 어렵다고 보고한 바 있다. 한편 인간에서는 위약효과가 동통조절에 중요한 역할을 한다고 알려지고 있는데, Richardson등(1986)⁴¹⁾은 침 적용시 위약효과를 30%, Berlin(1975)⁴⁾은 40%로 보고한 바 있다. 따라서 실제 인간을 대상으로 할 경우 더 높은 동통억제효과를 기대할 수 있으리라 추정되는 바 치면세마, 치석제거, 악관절 동통의 조절, 금관을 위한 치질삭제, 그리고 가벼운 보존적 처치를 위한 마취술식으로의 사용이 기대되며 특히 진료시 행동조절이 중요시되는 소아치과 영역에서는 러버댐 장착, 유치발거, 치아 외상시의 동통조절등에 유용하게 활용할 수 있으리라 기대된다. 그러나 깊은 와동의 형성, 영구치 발거, 발수등 동통을 많이 유발하는 술식의 경우 단독적으로 사용하기에는 무리지만 침습적 방법에 비해 약물을 사용하지 않으므로 안전하며, 정신적으로 편안하며, 바늘을 사용함으로써 야기될 수 있는 출혈이나 부종 감염등의 염려가 없으며 또한 혼몽(numbness)이 없는 등의 장점을 가진으로써⁴²⁾ 보조적인 마취방법으로 활용가능성이 높을 것으로 사료된다.

V. 결 론

전기침을 이용한 전기마취의 동통억제효과를 평가하기 위해 성견을 대상으로 치아와 관련이 있는 침점(Yin-Hsiang Point)에 판형전극을 부착하여 2Hz, 250μsec, biphasic파형의 전기자극을 1volt, 4volt, 10volt의 3가지 강도로 전기침 마취를 시행한 후 역치자극의 1.5배 크기로 유효자극을 가하고 악이복근의 역치 및 근전도의 크기를 측정, 평가함으로써 전기침 마취의 전류강도에 따른 동통억제효과를 비교, 분석한 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 근전도의 역치는 전기침 마취를 시행하지 않은 대조군에 비해 전기침 마취를 시행한 실험 1군, 실험2군 및 실험3군에서 치아동

통의 경우 7.7%, 15.4% 및 17.3%, 치은 동통의 경우 11.1% 및 19.0%, 25.4% 증가함으로써 ($P<0.05$) 전기자극의 강도가 증가할수록 동통억제효과가 크게 나타났다.

2. 근전도 크기는 치아 동통의 경우 실험1군, 2군 및 3군에서 각각 8.3%, 22.4% 및 27.4% 감소되었으며 치은 동통의 경우 9.8%, 36.5% 및 42.4% 감소되어 전기자극의 강도가 증가할수록 근전도 크기가 감소하였다($P<0.05$).
3. 치아보다 치은에서 전기침에 의한 동통억제효과가 크게 나타났다.

이상의 결과를 종합하여 보면 2Hz, 250μsec, biphasic파형의 전기침자극 강도가 증가함에 따라 치아 및 치은으로부터 전달되는 동통이 억제된다고 생각되었다.

참고문헌

1. 유종만, 송형근, 계기성, 이상호: "경피전기 신경자극이 동통억제효과에 대한 실험적 연구", 「대한소아치과학회지」, 제22권 1호: 73-84, 1995.
2. Anderson, S.A., Erickson, T. and Holmgren, E.: "Electro-acupuncture. Effect on pain threshold measured with electrical stimulation of teeth", Brain Res., 63: 393-396, 1973.
3. Bakke, M.: "Effect of acupuncture on the pain perception thresholds of human teeth", Scand. J. Res., 84: 404-408, 1976.
4. Berlin, F.S.: "Acupuncture and placebo", Anesthesiology, 42(5): 527-532, 1975.
5. Bossut, D.F., Huang, Z.S. and Sun, S.L.: "Electroacupuncture in rats: evidence for naloxone and naltrexone potentiation of analgesia", Brain Research, 549: 36-46, 1991.
6. Chapman, C.R.: "Acupuncture compared with 33 percent nitrous oxide for dental analgesia", Anesthesiology, 42(5): 532-

- 536, 1975.
7. Chen, X.H. and Han, J.S. : "Analgesia induced by electroacupuncture of different frequencies is mediated by different types of opioid receptors : another cross-tolerance study", *Brain research*, 47 : 143-149, 1992.
 8. Clarke, R.W. : "The thresholds of the jaw-opening reflex and trigeminal brainstem neurous to tooth-pulp stimulation in acutely and chronically prepared cats", *Neuroscience*, 36(1) : 104-114, 1990.
 9. Colquhoun, D.M. : "Electrical neurostimulation for angina pectoris", *The Medical Journal of Australia*, 158 : 440-442, 1993.
 10. Croley, T.E. and Carlson, M. : "Histology of the acupuncture points", *Americal journal of Acupuncture*, 19(3) : 247-253, 1991.
 11. David, T.H., Josep, C.H. and Samuel, H.H. : "Electro-acupuncture suppression of jawdepression reflex elicited by dentalgia in rabbits", *Exp. Neurology*, 47 : 367-369, 1975.
 12. Diamond, E.G. : "Acupuncture anesthesia", *J.A.M.A.*, 218(10) : 1558-1563, 1961.
 13. Dorman, H.L. and Gate, T.W. : "Effect of electro-acupuncture on the threshold for eliciting the jaw depressor reflex in cats", *Archs Oral Biol.*, 23 : 550-506, 1978.
 14. Dubner, R. : "Methods of assessing pain in animals", In *Textbook of Pain*, Wall, P.D., Melzack, R., New York, Churchill Livingstone : 247-256, 1989.
 15. Dung, H.C. : "Clinical classification of acupuncture points", *American Journal of Acupuncture*, 12(4) : 333-338, 1984.
 16. Freeman, T.B., Campbell, J. N. and Long, D.M. : "Naloxone does not affect pain relief induced by electrical stimulation in man", *Pain* 17 : 189-195, 1983.
 17. Gerschman, J.A. and Giebartowski, J. : "Effect of electrical dental anesthesia on pain threshold and pain tolerance levels of human teeth subjected to stimulation with electric pulp tester", *Anesth. Prog.* 38 : 45-49, 1991.
 18. Han, J.S., Chen, X.L. and Xu, X.J. : "Effect of low and high frequency TENS on Met-enkephalin-Arg-Phe and dynorphin A immunoreactivity in human lumbar CSF", *Pain*, 47 : 295-298, 1991.
 19. Han J., Zhou, Z and Xuan, Y : "Acupuncture has an analgesic effect in rabbit", *Pain*, 15 : 83-91, 1983.
 20. Hannam, A.G. and Matthews, B. : "Reflex jaw opening in response to stimulation of periodontal mechanoreceptors in the cat", *Archs Oral Biol.*, 14 : 425-419, 1969.
 21. Harvey, M. and Elliott, M. : "Transcutaneous electrical nerve stimulation(TENS) for pain management during cavity preparation in pediatric patients", *Journal of Pediatric Dentistry*, Jan-Feb. : 49-51, 1995.
 22. Holmgren, E. : "Pain threshold effect of peripheral conditioning stimulation", *Advances in Pain research and Therapy*, 1 : 761-767, 1976.
 23. Horowitz, L.G. and Kehoe, L. : "Multidisciplinary patient care in preventive dentistry : Idiopathic dental pain reconsidered", *Clinical Preventive Dentistry*, 13(6) : 23-29, 1991.
 24. Kane, K. and Taub, A. : "A histroy of local electrical stimulation", *Pain*, 1 : 125-128, 1975.
 25. Lee, P.K. Thorklid and Andersen, T.W. : "Treatment of chronic pain with acupuncture", *J.A.M.A.*, 232(11) : 1133-1136, 1975.
 26. Li, C.L. : "Neurological basis of pain and

- its possible relationship to acupuncture anesthesia", *Amer. J. Chin. Med.*, 1 : 61–74, 1973.
27. List, T. and Helkimo, M : "Acupuncture and occlusal splint therapy in the treatment of craniomandibular disorders", *Swed. Dent. J.*, 16 : 125–141, 1992.
 28. Lynn, B. and Perl, E.R. : "Failure of acupuncture to produce localized analgesia", *Pain*, 3 : 339–351, 1975.
 29. Macdonald, A.T. : "Acupuncture analgesia and therapy", In *Text book of pain*, Wall, P. D., Melzack, R., New York, Churchill Livingstone, 1989, P910–919.
 30. Mahan, P.E. and Andersson, K.V. : "Jaw depression elicited by tooth pulp stimulation", *Exp. Neural*, 29 : 429–433, 1970.
 31. Malamed, S.F., Quinn, C.L. and Torgersen, R.T. : "Electronic dental anesthesia for restorative dentistry", *Anesth. Prog.*, 36 : 192–200, 1989.
 32. Mayer, D.J., Price, D.D. and Rafii, A. : "Acupuncture hyperalgesia : evidence for activation of central control system as mechanism of action", *Advances in Pain Research and Therapy*, Raven, New York, 1976, P751–754.
 33. McGrath, P.A. : "Measurement of human pain", *Endod. Dent. Traumatol.*, 2 : 124–129, 1986.
 34. Mellor A.C. : "A comparison of injectable and electronic dental anesthesia in restorative dentistry", *Anesthesia and Pain Control in Dentistry*. 2(3) : 177–179, 1993.
 35. Melzack, R. and Stillwell, D.M. : "Trigger points are acupuncture points for pain : Correlation and implication", *Pain*, 3 : 3–23, 1977.
 36. Melzack, R. and Wall, P.D. : "Pain mechanism", *Science*, 150 : 971–978, 1965.
 37. Mei, L., Pu, S.F. and Han, J.S. : "Effect of electroacupuncture tolerance by different frequencies on the opioid inhibition to cardiovascular activity in the spinal cord of rats", *Neuropeptides*, 26 : 221–224, 1994.
 38. Noto, H., Roppolo, J.R. and Steers, W.D. : "Electrophysiological analysis of the ascending and descending components of the micturition reflex pathway in the rat", *Brain Research*, 549 : 95–105, 1991.
 39. Pertovaara, A., Kemppainen, P. Johansson, G. and Karonen S : "Dental analgesia produced by non-painful, low-frequency stimulation is not influenced by stress or reversed by naloxone", *Pain*, 13 : 379–384, 1982.
 40. Quarnstrom, F.C. and Milgrom, P. : "Clinical experience with TENS and TENS combined with nitrous oxide-oxygen", *Anes. Prog.*, 36 : 66–69, 1989.
 41. Richardson, P.H. and Vincent, C.A. : "Acupuncture for the treatment of pain : A review of evaluation research", *Pain*, 24 : 15–40, 1986.
 42. Rooney, J. and Tronstad, L. : "Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on pain perception threshold and pain tolerance level of human teeth subjected to electrical stimulation", *Endod. Dent. Traumatol.*, 2 : 109–112, 1986.
 43. Sjolund, B.H. : "Acupuncture conditioning stimulation for pain relief. Part 1 : Pain control and mechanism of acupuncture analgesia", *The First International Symposium on Acupuncture and Moxibustion*, 1983.
 44. Still, J. : "Relationship between electrically active skin point and acupuncture Meridian point in the dog", *American Journal of Acupuncture*, 16(1) : 55–63, 1988.
 45. Takeshige, C., Oka, K. and Mizuno, T. : "The acupuncture point and its connecting

- central pathway for producing acupuncture analgesia", *Brain Research Bulletin*, 30 : 53-67, 1993.
46. Toda, K. Suda, H. and Ichioka, M. : "Local electrical stimulation : Effective needling points for suppressing jaw opening reflex in rat". *Pain*, 9 : 199-207, 1980.
47. Truhe, T. : "Electrical anesthesia in dentistry's future, *Dental Economics*, October : 89-92, 1990.
48. Watkins L.R. and Mayer, D. : "Organization of endogenous opiate and nonopiate pain release of substanc P and the potential evoked by tooth pulp stimulation in the trigeminal nucleus caudalis of the rabbit, *Neuroscience letters*, 142 : 53-56, 1992.
49. Yonehara, N., Sawada, T. and Matsuura, H. : "Influence of electro-acupuncture on the control systems, *Science*, 216(11) : 1185-1192, 1982.
50. Youjing, W. and Shuangkun, W. : "Effect of maloxone on the changes of the monoamine neurotransmitters in rat brain induced by EA", *Journal of Traditional Chinese Medicine*, 11(4) : 286-290, 1991.