

---

# 침치료 원리를 이용한 안면 통증 치료기 개발

이용흠\* · 박창규\*\*

## Development of Orofacial Pains Therapy System based on Acupuncture Principles

Yong-Heum Lee\* · Chang-Gye Bak\*\*

### 요 약

한의학적 침구치료원리에 근거한 새로운 자극방식을 통해 치료효과를 증대시킬 수 있는 구강안면 동통 진단/치료를 개발하였다. 이 새로운 DDTS-1 치료기는 기존방식과는 달리 캐패시터를 이용하여 동통발생 원인인 인체의 과잉 이온전하를 흡수하여 치료하는 방식이다. 과도한 이온전하를 흡수하여 치료하기 위한 최적 파라미터 추출은 실험을 통해, 캐패시터의 충전전을 제어하기 위한 제어신호의 최적의 주파수는 6hz, 캐패시턴스는 0.1~0.33 $\mu$ F로 결정하였다.

임상실험을 통해 시스템의 검증을 위해 치성동통환자, 3차 신경통환자 등을 대상으로 정상부위와 이상부위의 전위를 측정하였다. 그 결과, 기존 자극기는 치료전과 후의 전위차가 매우 작았으며 DDTS-1은 생체전위차가 동일하거나 비슷해지는 뚜렷한 차이를 보였다. 따라서, DDTS-1의 자극방식이 기존의 전기적 자극방식보다 치료효과 측면에서 더 효과적이며 이는 캐패시터를 이용한 인체 이온전하 흡수방식의 타당성을 검증하였다. 즉, DDTS-1 치료기의 자극방식에 따른 동통조절기전의 이론적 타당성을 검증하고 성능 및 신뢰성을 검증하였다.

### ABSTRACT

We developed an orofacial pains diagnosis/therapy system which can enlarge a therapy effect through a new stimulation. Contrary to its established method, this therapy system(DDTS-1) is a treating method which absorbs a surplus ion charge- the cause of an outbreak of a pain-of the human body using a capacitor. Absorbing a surplus ion charge of the human body with effect, it obtained optimal parameters which is control signal to control charging/discharging a capacitor to be 6Hz, and capacitance to be 0.1~0.33 $\mu$ F. Through clinical demonstration, experimented on among patients-namely dental pain patients, joint disorders patients, and trigeminal neuralgia patients to verification of system. In result, an EAST stimulator had a very low change of abnormal potential against normal potential before/after being placed under medical care. DDTS-1 showed obvious differences that two potentials are one and the same potential or one potential is similar to the other one. DDTS-1 comparing with EAST showed the remedial value of the comparative advantage in all the medical treatment of pains.

Therefore, stimulation of DDTS-1 is more effective than the existing electric stimulation. We verified its validity of ion charge absorption in the human body using capacitor which presented the present thesis. That is, we verified theoretical adequacy of control action in a pain, and its efficiency as well as confidence.

### 키워드

orofacial pains, new stimulation, ion charge absorption, capacitor, potential

---

\* 연세대학교 의료공학연구원

\*\* 거창기능대학 전자과

## I. 서론

구강안면 영역의 치과의학 발달은 기본적으로 구강 안면 동통(orofacial pains)의 해소와 모든 해부학적 구조물들과 관련된 해부학 구조와의 상관 관계를 밝히고 기능적 이상을 해소하기 위한 방향으로 진행되어 왔다. 이와 같은 각 치과 영역의 모든 처치방법은 경증도 부터 중증도 이상의 동통을 동반한다. 이에 대한 통증 자체의 해소를 위해서 주로 약물요법 치료와 수술외과 적 방법 연구에 집중되어 왔다. 특정한 경우 경피전기 자극치료기(EAST, TENS)가 이용되고 있으나 치료효과를 위한 근본적이고 객관적인 치료법을 제시하지 못하고 있다. 이러한 진통제나 약물요법에 의한 치료효과가 미흡하고, 부작용을 일으키는 경우가 증가하고 있다. 또한 기존 치료기들은 역치이상의 고강도의 임펄스 자극방식으로 신경세포의 파괴나 신경전달과정에 일시적 불응기를 갖게 하는 방식들로 재발사례가 증가하고 있으며 근본적 치료법을 제시하지 못함을 의미한다. 이러한 문제점들을 효과적으로 개선할 수 있는 전기자극방식을 적용한 전기치료기 개발의 필요성이 대두되고 있다. 즉 구강안면 질환에 대한 약물요법 및 수술외과적 방법 이전에 부작용이 적고, 세포영양력을 최소로 하면서 치료효과 극대화를 구현하기 위한 새로운 치료법의 필요성이 대두되고 있다[1]-[4].

따라서 본 논문에서는 구강안면 동통의 진단과 치료를 위해서 동통의 생리기전과 조절기전을 기초로 한 새로운 진단/치료 원리를 제시하고, 이를 기반으로 하여 침구이론을 적용한 진단/치료기의 효과적 진단과 치료를 위한 최적 주파수와 캐패시턴스를 결정하여 이를 적용한 시스템을 개발하였다. 각종 구강안면 질환에 대한 환자를 대상으로 임상실험을 통해, 캐패시터를 이용한 동통관련 부위의 과잉 전하인출방식에 의한 치료효과와 비교하여 본 논문에서 제안하고 개발한 치료방식의 이론적 타당성과 시스템의 신뢰성 및 실용적 가치를 검증하였다.

## II. 구강안면 동통 진단/치료시스템 설계

### 2.1. output 자극방식의 전기치료기 원리

인체에는 저저항과 고전위의 특성을 지니는 부위가

존재하며 이 부위는 특정 세포군(細胞群)이 존재한다 [5]. 이곳에 혈위가 분포하며 이 혈위에 자침함으로써 세포군의 세포막 전위를 변화시켜 새로운 평형상태에 이르게 하여 치료하는 것이 한의학적 침구치료의 원리이다[6]. 인체에 이상질환이 발생하면 사기(瀉氣)가 해당 경락의 원활한 기 흐름을 방해하는 요인으로 작용함으로 그림1과 같이 응집된 전하를 흡수하여 새로운 평형상태에 이르게 하여 치료할 수 있다. 제안된 구강안면 통증 진단/치료기(DDTS-1) 원리는 캐패시터를 이용하여 해당 부위의 응집된 전하를 인출시키고, 그 인출 전하량에 비례한 전위분석으로 상태를 진단할 수 있다. 동통이 발생한 부위나 경혈은 이미 과도한 이온 전하로 과충전되어 있으므로 이를 캐패시터를 이용하여 흡수함으로써 이상질환 및 동통을 제거하여 치료할 수 있다. 캐패시터에 의해 흡수된 전하량에 비례한 전위의 분석으로 정확하게 진단할 수 있고 동시에 치료가 가능하다.

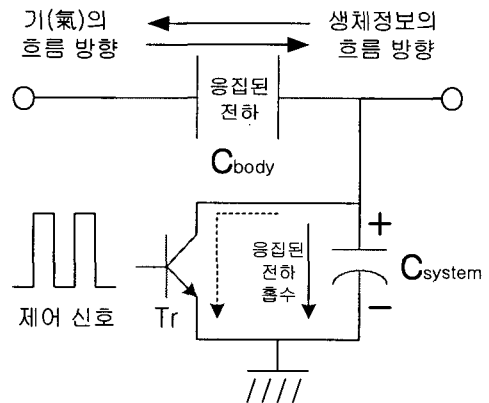


그림 1. 구강안면 동통 치료기의 원리  
Fig. 1. The principle of Orofacial Pains Therapy System

### 2.2. 시스템의 H/W 설계

구강안면 동통치료기(DDTS-1)의 전체 구성은 그림 2와 같이, 마이크로프로세서 PIC16c73을 중심으로 구성하였다. 먼저, 구강안면 동통의 발생부위나 해당 동통 치료 부위에서의 전하를 인출함에 있어서 시스템 동작제어는 다음과 같다. 환자의 상태에 따라 치료모드가 선택되고, 파형 발생부에서 일정 주파수를 발생시키고, 해당 채널에서 치료를 위한 최적 주파수와 펄

스폭을 제어하여 인체 전하를 인출시킨다. 이때, 마이컴의 포트를 통해 출력되는 신호에 의해 일정시간 간격으로 캐패시터를 선택적으로 스위칭하여 인출 전하량을 제어하고, 이에 비례한 전위를 계측하여 PC와 연결시켜 측정 전위를 저장하고, 출력할 수 있도록 하였다.

과형 발생부에서는 일정 주파수의 구형파를 출력하여 출력 신호는 생체전류 제어부의 캐패시터와 TR, 아날로그 스위치를 제어 할 수 있도록 하였다. 과형 발생부는 생체전하를 인출하여 캐패시터에 의해 충전되는 주기 T와 TR을 통해서 방전되는 주기를 결정함으로 치료목적에 따라 가변이 가능하도록 제어하기 위해서 3~30Hz의 주파수 출력이 가능하도록 하였다.

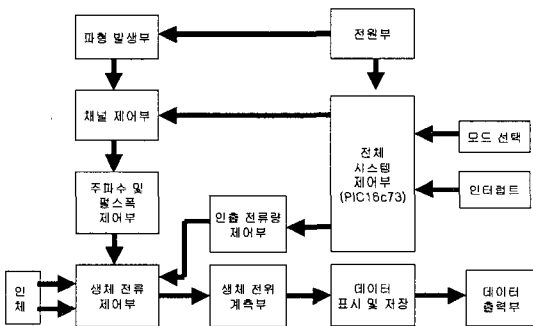


그림 2. DDTS-1의 전체 구성도  
Fig. 2. Block diagram of DDTS-1

채널 제어부는 시술자의 치료목적에 따라 각 채널을 분리하여 사용할 수 있도록 하였다. 각 채널은 모드 선택과 인터럽트의 요청에 따라 주파수 및 펄스폭, 시간 간격조절 기능이 마이컴의 제어에 따르도록 하였다. 치료모드에서 설정 시간이 완료되면 채널을 개방시켜 인체 전하량 흡수를 정지하도록 하였다. 채널별로 인출방식과 시간을 별도로 적용하여 차별시술이 가능하도록 하였다.

인출 전류량 제어부는 캐패시터로 생체전기를 흡수시, 인체 영향력을 최소화하기 위해서 전극과 캐패시터 사이에 고정 저항을 설치하였다. 생체 전류 제어부는 인체 전하 흡수를 위한 캐패시터 제어에 있어서 일정시간 간격으로 소용량(0.33 $\mu$ F)과 대용량(10 $\mu$ F) 캐패시터를 교번 선택하도록 하였다.

진단을 위한 4채널은 침습적 방법으로 각기 다른

경락에 자침하여 동시에 측정할 수 있으므로 각 채널을 비교하여 이상이 있는 경락을 식별할 수 있어서 정확한 진단이 가능하고 측정시간을 줄일 수 있다. 이외의 구강안면 동통에 대해서도 같은 방법으로 진단이 가능하여 치료효과의 기대지수를 높일 수 있다. 이때, 좌우 경락의 전위를 비교하기 편리하도록 진단 1,2채널과 진단 3,4채널을 분리하여 각각 다른 타이머의 출력을 적용하되 주파수와 듀티비는 동일하게 하였다.

치료 채널은 동시에 4채널로 응집된 전하를 해당 경락이나 동통부위에서 흡수가 가능하고, 각 채널별로 치료목적과 방법에 따라 주파수를 조절하여 캐패시터의 충전시간을 제어할 수 있다. 전극과 캐패시터 사이의 가변저항을 조절하여 인체로부터 흡수되는 전하량을 직접 조절하며, 가변 캐패시터의 사용으로 환자의 상태에 따라 흡수량을 조절할 수 있도록 설계하였다.

생체전위 계측부는 캐패시터를 이용하여 인체 전하량을 흡수시 그 흡수량에 비례한 전위를 측정하는 것으로 동일 조건하에서 흡수되는 전하량에 비례한 전위를 비교함으로써 해당 부위의 동통정도나 이상질환을 판단할 수 있다. 이와 같이, 동통 부위의 생체전기를 인출시켜 진단/치료 채널에 의해 입력되는 생체전위 분석으로 구강안면 동통과 이상질환을 측정할 수 있고, 진단/치료할 수 있는 새로운 구강안면 동통 치료기를 설계하였다.

### 2.3. 진단/치료를 위한 파라미터의 결정

진단과 치료를 위한 주파수와 캐패시턴스를 결정하기 위한 실험은 데이터의 유의성과 객관성을 확보하기 위해서 동일한 전기회로적 시스템을 이용하여 측정하였다. 동일인의 경혈에서의 전위를 측정하기 위한 실험으로 왼쪽 함곡혈(合谷穴: LI4)을 선택하였다. 실험적 데이터를 위한 최적 주파수 추출을 위해서 주파수 범위는 30Hz 이하의 저주파 영역으로 국한하여, 2Hz ~ 30Hz를 선택하였다. 각 주파수에 대한 캐패시턴스는 0.1 $\mu$ F ~ 10 $\mu$ F를 선택하였다. 30Hz 이상에서는 해당 캐패시턴스 범위에서 인체 전하의 흡수량이 매우 미흡하여 진단하기 어렵고, 치료효과 측면에서도 매우 미흡한 것으로 판단되어 제한하였다.

그 결과, 주파수가 2Hz에서 0.1 $\mu$ F에서 450mV로 매우 높은 방전 전위가 측정되었다. 0.33 $\mu$ F에서의 방전

시간은 80ms내에 이루어지고 있으나 캐패시터 충전 전위는 0.1 $\mu$ F의 전위보다 1/4정도 감소된 전위가 측정되었다. 1 $\mu$ F에서부터 매우 급속하게 전위가 감소되어 진단하기에 매우 어려울 정도의 전위가 측정되었고, 인출 전하량도 매우 적어 치료효과도 매우 낮은 것으로 판단된다.

6Hz에서의 측정 결과, 방전시간이 대략 80ms로 이 방전시간내에 완전 방전이 이루어지고 있음을 확인할 수 있다. 1 $\mu$ F이상에서는 전위가 매우 낮게 측정되어 진단과 치료에 이용하기 어려울 것으로 판단된다. 따라서, 6Hz에서의 진단과 치료를 위한 캐패시턴스의 선택은 0.1 $\mu$ F~0.47 $\mu$ F 이내로 결정되어야 한다. 가장 효과적으로 구강안면 동통 및 질환에 대한 진단과 치료에 적용할 수 있는 주파수는 6Hz에서 0.1 $\mu$ F~0.33 $\mu$ F의 캐패시턴스가 최적 파라미터 값을 확인할 수 있었다.

9Hz에서는 0.1 $\mu$ F에서 100mV 정도의 생체전위가 측정되었으나 80ms 단위로 증감을 반복하는 충전전위가 55ms로 캐패시터를 제어하는 제어신호에 의해 충분한 충전 시간을 갖지 못하고 있다. 따라서 9Hz에서는 0.1 $\mu$ F에서 인체 전하를 흡수할 수 있으나, 6Hz에서의 특성과 비교하여 진단과 치료에 이용되기는 적합하지 못하다.

이상과 같이 주파수와 캐패시턴스와의 상관관계를 통계프로그램 Origin 6.0을 이용하여 측정된 방전전위의 첨두치를 그림3과 같이 나타냈다. 주파수에 대한 캐패시턴스 선택에 따라 흡수되는 인체 전하량이 다를 수 있다. 즉, 주파수가 낮을수록, 캐패시턴스가 작을수록 인체의 응집된 전하 흡수가 효과적임을 알 수 있으나 6Hz이하에서는 과도한 인체 전하를 흡수함으로써 세포나 생리적 상태에 영향을 줄 수 있고, 캐패시터의 충전 시간보다 긴 주기 T를 가지므로 효과적이지 못하다. 또한, 6Hz이상에서는 흡수량이 미흡하여 치료효과가 낮고, 충전 시간보다 짧은 주기 T를 가지므로 진단시 해석이 어렵다.

캐패시턴스가 0.33 $\mu$ F이상에서는 해당 주파수 범위에서 인체 전하의 흡수량이 급격히 감소하여 치료에 큰 영향을 주지 못함을 확인하였다. 즉, 인체 영향력을 최소화하면서 흡수량 제어를 통해 치료방식에 따라 적용할 수 있으므로 최적 주파수는 6Hz, 최적 캐패시턴스는 0.1 $\mu$ F~0.33 $\mu$ F으로 결정하였다.

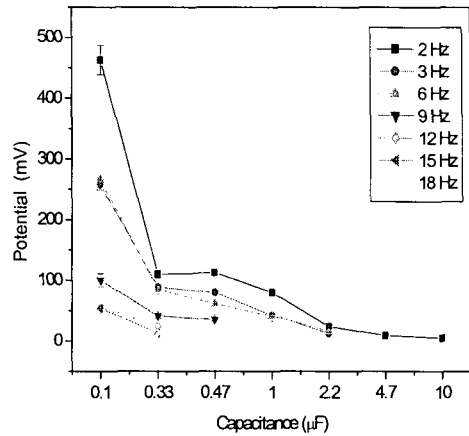


그림 3. 주파수와 캐패시턴스의 상관관계  
Fig. 3. The correlation between frequency and capacitance

### III. 임상분석 및 결과

#### 3.1. 임상실험방법

환자의 선정에 있어서 구강안면 동통 분류에 따라 치성동통, 두정부 신경질환(3차신경통)로 크게 2부분으로 나누어 선정하였다. 먼저 치성동통환자는 치아 발취, 신경치료, 치주조직질환, 인공치아 매식후, 구강안면 교정 수술 후, 교정치료 후, 모든 치과치료로 인한 동통을 동반하는 환자로 15명을 선정하였다. 또한 정확한 원인을 진단하기 어려운 두통을 동반하는 원발성 3차 신경통 환자(15명)들을 대상으로 하였다. 대상자 선정에 있어서 두정부 동통 및 이상질환은 나이나 성별에 관계없이 나타남으로 이는 고려하지 않았다. 또한, 동통을 인식하는 것은 매우 주관적이고 심리적인 것으로 동통 정도 측정이 어려움으로 환자가 통증으로 내원한 경우로 한정하였다. 치료부위 선정은 안면동통의 분류에 따라 다르게 선정하였고, 각각의 치료 혈위 선정은 한방 침구치료에서의 상용혈위를 선정하였다. 상용혈위는 다시 국부혈과 순경혈로 나누어 선정하였다.

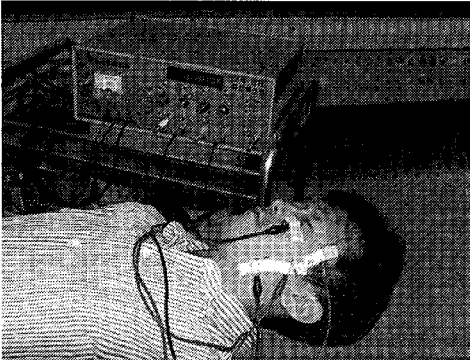


그림 6. DDTS-1의 치료효과 검증을 위한 실험  
Fig. 6. Experiment for therapy effect verification of DDTS-1

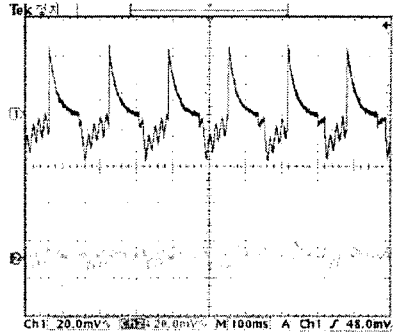
DDTS-1의 유의성과 신뢰성 및 치료효과 검증을 위한 실험은 그림6과 같이 각각의 동통치료에 사용되는 대표 상용혈점에 전극을 연결하였다. 진단과 치료 결과를 DDTS-1과 기존의 치료기(EAST)와의 비교분석을 통해 치료효과를 검증하기 위해서 동일 혈점에서 자극하였다. 이때, 자극시간은 모두 20분으로 하였으며, 치료순서는 EAST 치료후, 30분 경과후에 DDTS-1으로 치료하였다. 각각 시술후의 치료 혈위에서의 전위를 측정하여 결과를 비교 분석할 수 있도록 하였다. EAST에서는 가장 이상적인 자극조건으로 주파수는 3Hz로 설정하고, 파형은 양방향성, 펄스폭은 120 $\mu$ s, 전류강도는 12mA(1k $\Omega$  load)로 설정하였다.

DDTS-1의 자극방식으로는 주파수는 6Hz로 설정하고, 펄스폭은 50%로, 캐패시턴스 0.1 $\mu$ F~0.33 $\mu$ F 범위내에서 결정하였다.

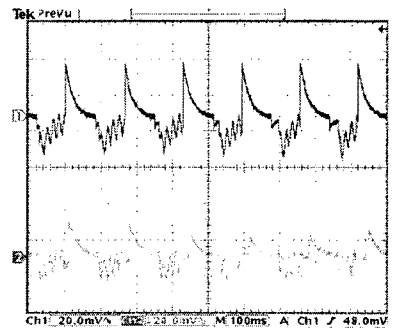
### 3.2. 임상결과 분석 및 결과고찰

#### 가. 치성동통 환자에 대한 결과분석

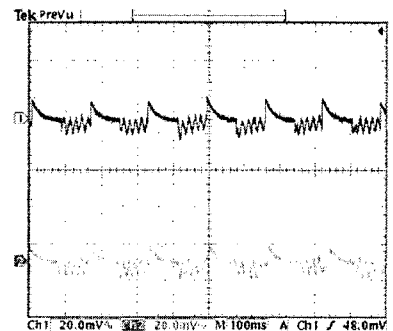
치성동통에 대한 환자 15명을 대상으로 치료전과 치료후의 생체 전위를 측정하여 결과 그림7과 같이 나타났다. EAST 자극기로 20분 치료후의 전위변화는 정상전위와 이상전위차가 큰 차이가 나타나지 않았으나, DDTS-1 치료기의 사용후에는 정상부위에서의 전위와 이상부위에서의 전위가 동일해지거나 비슷해지는 것을 확인하였다. 이때 이상전위와 정상전위가 동일해졌을 때 높은 치료효과가 나타나고 있음을 확인하고, 전위변화에 따른 치료효과는 표1과 같다.



(a) 치료전



(b)EAST 치료후



(c)DDTS-1치료후

그림 7. 치성동통 치료효과 비교

Fig. 7. Comparison of dental pain therapy effect

<표 1> 치성동통 치료효과 비교

<Table 1> Comparison of dental pain therapy effect

| 항목<br>구분 | 전위차가<br>5mV이내   | 전위차가<br>10mV이내 | 정상전위 =<br>이상전위<br>(10mV 이상) | 치료효과실문<br>답변(주관적) |     |     | 재발<br>사례 |
|----------|-----------------|----------------|-----------------------------|-------------------|-----|-----|----------|
|          |                 |                |                             | 양호                | 보통  | 미흡  |          |
| EAST     | 80%<br>(12/15명) | 20%<br>(3/15명) | 0%<br>(0/15명)               | 47%               | 40% | 13% | 57%      |
| DDTS-1   | 13%<br>(2/15명)  | 27%<br>(4/15명) | 60%<br>(9/15명)              | 73%               | 20% | 7%  | 33%      |

DDTS-1으로 치료한 결과에서는 15명 중 이상전위의 변화가 정상전위와 동일해지거나 비슷해지는 경우는 60%로 나타났다. 치료효과에 대한 설문답변으로 “양호”라고 답한 환자는 73%로 치료효과가 매우 높은 것으로 확인되었다. 이들 환자중 일정시간 경과후 동통이 재발하는 경우는 33%로 매우 낮은 것으로 더 효과적인 것으로 판단된다. 이것은 기존의 자극방식과 다른 인체 전하의 흡수로 세포나 생리적 상태에 영향을 최소화하여 치료할 수 있는 근본적 치료법으로 그 치료효과가 매우 높은 것을 의미한다.

나. 3차 신경통 환자에 대한 분석

3차 신경통은 정확한 원인을 알수 없으나 간혹 치성, 상악동 질환과 함께 심한 두통을 동반하는 경우가 있다. 이러한 3차 신경통을 치료하기 위해서 기존의 EAST 자극기와 DDTS-1 치료기를 이용하여 치료전과 후의 전위를 측정하고, 통증 강도의 변화로 그 치료효과를 비교하였다.

그 결과, 표2와 같이, 개발한 DDTS-1에 의해 치료후의 효과가 더 높은 것으로 확인되었다. 3차 신경통을 치료하기 위한 상용혈위에서의 전위를 비교하였으며 그에 대한 두통완화 효과를 동시에 비교하였다. 이때 동통의 정도는 매우 주관적이므로 이를 객관적으로 표시하기 위해서 통증정도를 0~10으로 나타내어 정상상태를 0, 현재 동통상태를 10으로 간주하고 치료에 따른 강도 차로 치료효과 정도를 파악하였다. EAST 자극기에 의한 결과, 치료전과 후(1시간)의 통증강도 차가 5이상으로 치료효과가 높은 경우는 20%로 나타났다.

<표 2> 3차신경통 치료효과 비교

<Table 2> Comparison of trigeminal neuralgia pain therapy effect

| 항목<br>구분 | 통증/<br>전위차<br>(강도 2/<br>5mV이내) | 통증/<br>전위차<br>(강도 5/<br>10mV이내) | 통증/<br>전위차<br>(강도 5/<br>10mV이상) | 치료효과설문<br>답변(주관적) |     |     | 재발<br>사례 |
|----------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------|-----|-----|----------|
|          |                                |                                 |                                 | 양호                | 보통  | 미흡  |          |
| EAST     | 27%/53%                        | 53%/33%                         | 20%/14%                         | 20%               | 53% | 27% | 60%      |
| DDTS-1   | 20%/7%                         | 33%/40%                         | 47%/53%                         | 60%               | 27% | 13% | 13%      |

또한 EAST 자극기에 의한 정상전위에 대한 이상전위변화를 치료전과 치료후에 측정된 결과, 정상전위와

이상전위차가 동일하거나 비슷해진 경우는 불과 14%에 불과하였다. 치료후 두통과 3차 신경통이 재발하는 사례로는 60%로 매우 높게 나타나고 있어서 근본적 치료효과 어려워서 지속적인 치료가 요구되었다.

그러나 DDTS-1의 결과, 치료전과 후(1시간 경과)의 15명 중 통증강도 차가 5이상으로 치료효과가 높은 경우는 47%로 나타났다. 또한 DDTS-1에 의한 치료전과 치료후의 전위 측정 결과, 15명 중 정상전위와 이상전위차가 동일하거나 비슷해진 경우로 치료효과가 높은 경우는 53%로 나타났다. 설문답변으로 “양호”인 경우는 60%로 나타났으며 재발 사례로는 13%로 나타나서 치료효과가 높은 것을 확인하였다.

이상과 같이, 기존의 입력 전류자극에 의한 치료기와 개발된 출력 방식의 구강안면 동통 진단/치료기를 비교해보았다. 전체 환자 30명에 대한 치료전과 치료후의 전위변화를 평균처리하여 표3과 같이 나타내었다. 그 결과, DDTS-1에 의한 치료후의 정상부위에 대한 이상부위의 전위차가 치료전에 비하여 12.37±0.57mV 감소하고 있어서 치료효과도 매우 높게 나타났다. 이는 출력자극에 의한 DDTS-1의 치료효과를 검증하고 치료방식의 차이에 따라서 그 치료효과에 영향을 미치고 있음을 의미한다.

<표 3> 입출력 자극방식에 따른 전위의 변화  
<Table 2> Potential variation as input/output stimulus pattern

| 치료전 전위차<br>(V <sub>pp</sub> mV, n=30) | EAST 치료후(20분)<br>전위차<br>(V <sub>pp</sub> mV, n=30) | DDTS-1 치료후(20분)<br>전위차<br>(V <sub>pp</sub> mV, n=30) |
|---------------------------------------|--|--|
| 28.37 ± 2.34                          | 26.50 ± 1.75                                       | 16.00 ± 1.77   |

IV. 결론

본 논문에서는 한의학적 침치료원리에 근거한 새로운 자극방식을 통해 구강안면 동통 진단/치료기(DDTS-1)를 개발하였다. 이 새로운 치료기는 기존방식과는 달리 캐패시터를 이용하여 동통발생의 원인으로 작용하는 인체의 과잉 이온전하를 흡수하여 치료하는 방식이다. 흡수된 전하량에 비례한 전위를 측정하여 이를 분석함

으로써 객관적으로 진단할 수 있는 지표를 제시할 수 있다.

임상실험을 통해 시스템의 검증을 위해 구강안면 동통환자를 치성동통 환자와 3차신경통 환자를 대상으로 실험하였다. 개발된 DDTS-1과 기존의 EAST 자극기를 이용하여 치료전과 치료후의 진위를 측정하여 객관적 데이터를 제시하고, 환자들의 주관적 관점에 근거한 설문답변을 근거로 치료효과를 비교하였다. 그 결과, EAST 자극기는 치료전과 치료후의 정상전위에 대한 이상전위의 감소가  $1.87 \pm 0.49 \text{mV}$ 로 매우 작았으며, DDTS-1은  $12.37 \pm 0.57 \text{mV}$ 로 매우 커서 20분 이내에 두 전위가 동일하거나 비슷해지는 뚜렷한 차이를 보였다. DDTS-1은 EAST에 비하여 모든 동통치료에 비교 우위의 치료효과를 나타냈다.

치성동통환자에 대한 비교우위는 전위비교에 의한 객관적 비교에서 60% point 높고, 주관적 관점에서의 비교우위는 26% point 높았다. 두통을 동반하는 3차 신경통에 대한 비교에서는 객관적 관점에서 최소 27% point, 최대 39% point 정도 높게 나타났으며 주관적 관점에서의 비교에서는 40% point 높게 나타났다. 따라서, DDTS-1의 자극방식이 기존의 전기적 자극방식보다 치료효과 측면에서 더 효과적이며 이는 본 논문에서 제시한 캐패시터를 이용한 인체 이온전하 흡수방식의 타당성을 검증하였다. 즉, DDTS-1 치료기의 자극방식에 따른 전기생리학적, 한방침구학적, 의공학적, 치의학적으로 동통치료방식의 타당성과 유의성을 검증하고 시스템의 성능 및 신뢰성을 검증하였다.

### 참고문헌

[1] Lipton JA, and Larach-Robinson D. "Estimated prevalence and distribution of reported orofacial pain in the United States," Journal of America Dental Association, Vol. 124, pp. 115-121, 1993.

[2] Magnusson T, Carlsson GE, "Recurrent headaches in relation to temporomandibular joint pain-dysfunction,"

Acta. Odontol Scand. Vol. 36, pp. 333-338, 1978.

[3] Dworkin SF, Burgess JA, "Orofacial pain of psychogenic origin," Current concepts and classification, J. Am. Dent. Assoc. Vol. 115, pp. 565-571, 1987.

[4] Griffiths RH, "Report of the President's Conference on the Examination," Diagnosis and Management of temporomandibular Dis-orders, J. Am. Dent. Assoc. Vol. 106, pp. 75-77. 1983.

[5] 丁向東, "혈위의 低電氣抵抗의 特性과 微細循環," 山東中醫學院學報 第14卷 第4期, pp.68-69, 1990.

[6] 이기남, "한의학 개론-기초이론의 이해를 위한 입문," 원광대학교 부설 한국전통의학연구소 발간, pp.173-174, 1998.

### 저자소개

#### 이용흠(Yong Heum Lee)

1999년 원광대학교 전자공학과(공학사)  
 2001년 원광대학교 전자공학과(공학석사)  
 2004년 원광대학교 전자공학과(공학박사)  
 2004-2005년 한의공학연구소 연구개발실장  
 2005년-현재 연세대학교 의료공학연구원 연구교수  
 ※관심분야 : 한의학의 객관화 연구, 한의공학(경락의 전기적 특성연구), 한방의료기기 연구개발, 생체계측

#### 박창규(Chang Gyu Bak)

1992년 부경대학교 전자공학과(공학사)  
 1997년 부경대학교 전자공학과(공학석사)  
 1998년-2004년 부산기능대학 메카트로닉스과 조교수  
 2004년-현재 거창기능대학 전자과 조교수  
 ※관심분야 : 마이크로프로세서 응용, 디지털신호처리, 메카트로닉스