

음성신호를 이용한 A16 혈자리와 심장 기능의 연관관계 분석

정회원 김 봉 현*, 조 동 옥*

Analysis of Association Relationship Between A16 Acupuncture Point and Heart Function Using Voice Signals

Bong-hyun Kim*, Dong-uk Cho*^o *Regular Members*

요 약

최근 들어 삶의 지표가 향상됨에 따라 질병이 발생되기 전에 조기 진단하는 예방, 보건의 건강 패턴이 행해지고 있다. 이와 같은 예방, 보건 분야를 반영하는 대체의학으로 수지침 요법이 널리 사용되고 있다. 따라서 본 논문에서는 음성 신호 처리 기술을 이용하여 심장에 해당하는 상응점인 A16 혈자리를 자극하여 심장과 관련된 음성 요소의 변화를 측정하고 상호간의 비교 분석을 통해 심장 기능의 향상을 측정하였다. 이를 위해 우선 심장 상응점인 A16 혈자리를 자극하기 전과 후의 음성을 수집하였으며 심장과 연관성이 있는 음성 신호 분석 요소인 제 2포먼트 대역폭과 지터를 적용한 실험을 수행하였다. 결과적으로, A16 혈자리 자극에 의해 제2포먼트 대역폭과 지터가 낮아지는 결과를 추출했으며 이를 통해 IT 음성 신호 처리 기술을 이용하여 심장 기능이 향상되는 것을 입증할 수 있었다.

Key Words : A16 Acupuncture Point, Second Formant Bandwidth, Jitter, Heart Function, Auscultation, Voice Signal process

ABSTRACT

As indicators of life quality have recently shown great improvement, early stage medical examination and health care patterns are usually preformed before diseases occur. Thus, hand acupuncture, as an alternative medicine to reflect these movements of preventative work and health care, is widely used these days. Therefore, in this paper, we measured the change of voice signals elements associated with heart by stimulating the heart A16 acupuncture point, and then we investigated possible improvements of cardiac function through analysis of cross-comparisons between measurements of cardiac changes. With this in mind, we collected voice samples associated with heart before and after stimulating the corresponding A16 acupuncture point, and we performed an experiment by applying the second formant bandwidth and Jitter. As result, stimulating the A16 acupuncture point results to lowering the second formant bandwidth and Jitter. The result has proven that using voice signal processing technology can help improvement of heart function.

I. 서 론

현대 사회에서 예방 및 보건 분야는 미래형 의료

서비스 형태로 발전하고 있으며 특히, 이러한 예방, 보건 분야에서 관심을 받고 있는 것이 대체의학이다. 대체의학에는 인체와 자연을 중심으로 의학적 체계를

* 충북도립대학교 정보통신과학과(kimbh@cpu.ac.kr, ducho@cpu.ac.kr), (°: 교신저자)

논문번호 : KICS2010-09-445, 접수일자 : 2010년 09월 13일, 최종논문접수일자 : 2010년 11월 03일

형성하고 있는 다양한 의학 분야가 존재한다. 이 중에서 부작용이 적은 수지침 요법이 현대인들에게 많은 관심을 받고 있다. 수지침 요법은 일명 고려수지침 요법, 고려수지 요법, 수지 요법, 수지침(手指鍼) 및 고려수지 등의 이름으로 불리고 있다. 수지침 요법은 손에서 발견한 인체의 상응부위(相應部位)와 내장(內臟)의 기능을 조절하는 4기맥(氣脈)과 345개 자극 혈처(穴處)에 수지침(手指針: 길이 2cm)을 1mm 정도 자입(刺入)하거나 서암봉(瑞岩鋒), 서암뜸, 수지침반지, 수지전자빔, 자석, 염과(念派), 사이버수지침 등으로 자극을 주어 질병을 치료하는 방법이다. 수지침 요법은 질환의 예방과 관리법에 대한 이론적 체계를 세우고 있는 대체의학이다. 양방에서 보는 손은 27개의 뼈와 가는 혈관, 그리고 신경, 근육, 인대로 구성된 기능적인 구조물로 본다. 전통의학이나 민간요법에서 보는 손은 다른 의미를 지닌다. 수지침 요법에서 보는 인체의 손은 아래 그림 1과 같이 전신(全身)에 해당하는 부위가 있다고 본다¹².

결과적으로 수지침 요법은 인체의 수지부위를 자극적으로 3대 구조로 가지고 있음을 체계화한 대체의학이다. 즉, 첫째로 손은 인체의 축소판이고, 둘째로 손가락은 오장(五臟)과 밀접한 관계를 가지고 있으며, 셋째로 손에는 내장(內臟)의 기능을 조절시키는 14기맥이 있다는 3대 인체의 수지부위를 지적하고 있다. 즉, 기혈이 흐르는 인체의 한 부분으로 보기 때문에 질병이 발생하면 해당부위에서 다양한 반응점이 나타나고 반응점을 자극하여 내장반사(內臟反射)를 일으

켜 질병을 치료한다¹³.

국외에서는 미국 반사학회 설립자인 빌 플로로프 팀이 시행한 연구 결과에서 월경전증후군 여성에게 손 마사지를 시행한 결과 대상자의 62%에서 증상이 감소한 것으로 발표했다. 이를 통해서도 알 수 있듯이 서양의학에서도 동양의학의 기를 에너지로 보고, 최소한의 자극이 긴장과 스트레스, 통증을 완화하고, 혈액순환을 촉진한다는 사실을 인정한다^{14,15}. 결과적으로 수지침 요법에는 손과 인체의 상관성을 적용한 상응요법론, 14기맥을 모두 음양맥진법과 삼일 체질 복진법의 실험으로 확인하고 기맥선을 결정하는 기맥론, 오행의 상생자극의 작용을 수지의 오수혈에 배당시킨 오행이론적인 처방을 총괄하는 오치처방론으로 분류할 수 있다¹⁶.

따라서 본 논문에서는 수지침 요법에서 제시하고 있는 심장 상응점인 A16 부위를 자극하여 심장 기능에 미치는 영향을 음성학적 분석 요소의 적용으로 실험을 수행하였다. 이를 위해 심장 상응점인 A16 부위를 자극하기 전과 후의 음성을 수집하고 심장 기능과 관련된 성대 진동의 변화율과 포먼트 주파수 측정 요소를 적용하여 두 개체군간의 상호 비교, 분석을 통해 결과를 도출하는 실험을 수행하였다.

II. 기존의 심장 관련 연구

본 논문에서는 수지침 요법 중에서 상응요법론을 토대로 심장 상응점인 A16 부위의 자극에 따른 심장 기능의 변화를 음성학적으로 측정하고 분석하기 위한 실험을 수행하였다. 이를 위해 심장과 음성에 관한 기존의 연구 방법을 본 논문에 적용하여 심장 상응점인 A16 부위의 자극 전과 후의 개체간 비교, 분석을 수행하였다.

기존의 심장과 음성간의 상관성 분석 연구는 크게 두 가지 패턴으로 분류할 수 있다. 첫째로 한의학적인 이론에 의해 한의학에서 심장은 혀와 연계되어 있어 심장에 이상이 있을 때엔 혀소리가 불분명함에 초점을 두어 음성 분석을 수행한 것으로 발음으로는 혀소리 즉, 설음(舌音)임을 기반한 연구를 제2포먼트 주파수 대역폭의 적용으로 수행한 것이다⁶. 이러한 연구 방법을 통해 정상적인 심장보다 이상이 발생한 심장에서 제2포먼트 주파수 대역폭이 넓게 형성되는 실험 결과를 본 연구실에서 도출하였다^{7,8}. 둘째로 한의학에서 목소리는 병을 진단하는 방법이라 하였으며 특히 걸걸한 음성이거나 말마디가 명확치 못한 경우는 심장에 이상이 있다고 판단한 이론을 적용한 것이

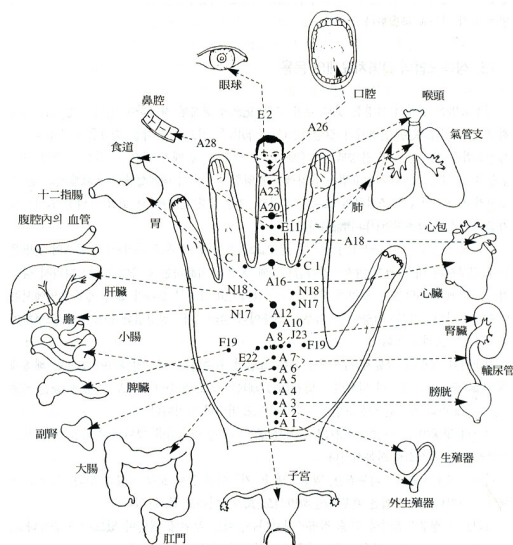


그림 1. 손과 인체와의 상응관계도

다^{9,10)}. 즉, 목소리는 공명과 구음이라는 과정을 거쳐 음성이라는 것으로 발생하는데 이 중 목소리의 고유한 특색을 결정해 주는 것이 성대의 진동에 의한 소리의 생성이다. 이와 같은 목소리의 특징적 요소를 이용하여 한의학적 심장 진단 이론과 연관지어 두 이론간의 유의성을 분석한 것으로 심장에 이상이 발생 할 때 발음이 부정확하게 된다는 한의학적 진단 이론을 통해 발음의 부정확성을 판단하는 성대 진동의 변화율을 추출하여 정상인보다 심장 질환자가 성대 진동의 변화율이 높게 나타나는 결과도 본 연구실에서 도출하였다^{7,8)}.

따라서 본 논문에서는 심장 상응점인 A16 부위의 자극 전과 후의 비교, 분석을 통해 심장 상응점인 A16 부위의 자극에 의한 심장 기능의 변화를 기존의 연구방법의 적용으로 실험하였다. 즉, 심장 상응점인 A16 부위의 자극 전과 후의 음성을 입력 자료로 선정하고 제2포먼트 주파수 대역폭의 변화값과 성대 진동의 변화율값을 각각 측정하고 상호간의 비교, 분석을 통해 심장 기능의 변화량을 측정, 분석하는 실험을 수행하였다.

III. 연구 과정 및 방법

3.1 임상자료 수집 및 구성

본 논문에서는 수지침 요법 중 상응요법론에 근거하여 손바닥에서 심장 상응점인 A16 부위를 자극했을 때 심장 기능의 변화를 음성학적으로 분석하는 실험을 수행하였다. 이를 위해 20대 남성 40명을 대상으로 피실험자 집단을 구성하고 심장과 관련된 헛소리 발음인 설음(ㄴ, ㄷ, ㄱ, ㅌ)과 반설음(ㄹ)으로 실험 문장을 선정하였다. 실험 문장은 설음(반설음 포함)에 해당하는 “ㄴ, ㄷ, ㄱ, ㅌ, ㄹ” 발음이 많이 포함된 “우리나라를 사랑합니다.”로 하였으며 실험 환경은 잡음이 없는 공간에서 실험 대상자의 입과 마이크를 15cm로 유지한 후 평상시 음성으로 녹음하여 수집하였다.

임상자료의 수집 과정은 첫째로 심장의 이상으로 인해 치료를 받지 않은 20대 남성을 우선적으로 선별하였으며 둘째로 선별된 실험 대상자를 토대로 발음이 부정확하거나 언어 치료를 받는 경우를 제외한 실험 대상자를 최종 선정하였다. 셋째로 심장 상응점인 A16 부위에 자극을 주기 전의 평소 음성을 수집하였으며 넷째로 A16 부위의 정확한 자극을 위해 손목과 손가락 돌리기, 손바닥 짚히기, 주먹 쥐기 등의 위밍업을 5분 정도하여 긴장을 이완시켜주고 A16 부위를 수지침으로 천천히 눌러주고 떼는 동작을 1분여 반복

하여 자극을 주고 동일한 위밍업 방법에 의해 5분 정도 마무리한 후 자극 후의 음성을 수집하였다. 이 때 행해지는 손 부위의 위밍업 동작은 수지침을 자입하기 전에 손의 각 혈자리를 자극에 민감하게 반응하기 위해 경직 상태를 완화시켜주는 것으로 단지 수지침 자입의 효과를 높이기 위한 준비 단계인 것이다. 본 논문에서는 혈자리 자극 전에 행해지는 위밍업 동작으로 인해 음성의 변화가 발생되는지에 대한 기초 실험에서 위밍업으로 음성의 변화가 없는 것을 확인하였다. 즉, 피실험자에 대해 평상시의 음성 분석 결과와 손 부위의 위밍업 동작 후의 음성 분석 결과는 변화가 없었으나 평상시의 음성 분석 결과와 A16 혈자리 자극 후의 음성 분석 결과는 차이가 발생한 것을 기초 실험으로 확인하고 다음 단계로 실험을 진행하였다. 다섯째로 수집된 동일 개체의 두 음성에 대해 제2포먼트 주파수 대역폭과 성대 진동의 변화율을 측정하였으며 마지막으로 측정된 결과값을 기반으로 A16 부위의 자극에 따른 심장 기능의 변화 정도를 제2포먼트 주파수 대역폭과 성대 진동의 변화율 요소 적용으로 비교, 분석하였다.

표 1. 위밍업 동작에 따른 음성 변화 측정

순번	제2포먼트 주파수 대역폭(Hz)			성대 진동 변화율(%)		
	위밍업 전	위밍업 후	편차	위밍업 전	위밍업 후	편차
M-01	159.304	159.301	-0.003	1.418	1.417	-0.001
M-02	34.856	34.847	0.001	1.504	1.507	0.003
M-03	263.961	263.824	-0.137	1.349	1.344	-0.005
M-04	108.696	108.659	-0.037	1.333	1.334	0.001
M-05	162.093	162.210	0.117	2.437	2.435	-0.004

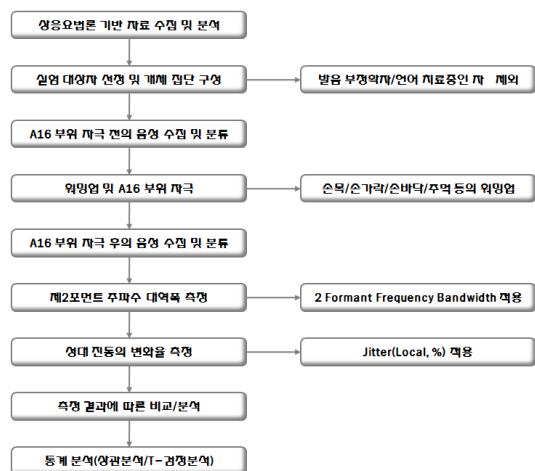


그림 2. 연구 진행 과정도

3.2 음성분석 요소 적용 방법

인체 내부에는 소리가 진동할 수 있는 관처럼 생긴 모양의 성도(Vocal tract)가 있어 공기가 이 부분을 지날 때 소리가 생성되며 말단(성대, 혀, 이빨, 입술) 등에 의해서 최종음이 발생한다. 이와 같은 성도의 공명을 포먼트(Formant)라 하며 이곳에서 생성되는 파형을 포먼트 주파수라 한다¹¹⁾. 또한, 포먼트는 음형대라는 말로도 사용되는데 이는 특정 주파수대에서 에너지가 응집되어 나타나는 것이다. 이러한 포먼트 주파수는 음성 신호의 LPC를 이용해서 추출할 수 있다. LPC는 현재의 출력음성 신호를 과거의 입력 신호와 과거의 출력 신호와의 선형적 결합에 의해 예측할 수 있다. 이것은 음성발생모델과 연관이 있어서 음성에 관한 특징을 적은 수의 파라미터만으로 표현할 수 있고 정확도와 계산속도면에서도 좋은 성능을 보이고 있다. 즉, 음성의 일정구간을 N개의 표본으로 나누면 음성 신호 $s(1), \dots, s(N)$ 에서 한 시점의 음성 신호 $s(n)$ 을 그 이전의 일정구간을 $M(M < N)$ 개의 표본으로 나눈 신호 $s(n-1), \dots, s(n-M)$ 에 의해 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$s(n) = \sum_{i=1}^M a_i s(n-i) + e(n) \quad M+1 \leq n \leq N \quad (1)$$

$$e(n) = \sum_{i=0}^M a_i s(n-i) = s(n) + \sum_{i=1}^M a_i s(n-i) \quad (2)$$

위의 수식 (1)과 (2)에서 $s(n)$ 은 음성 신호이며 a_i 는 예측계수이고 M 은 예측차수이고 $e(n)$ 은 예측오차를 의미한다. 본 논문에서는 LPC 값을 이용해서 포먼트 주파수 값을 구하는 방법으로 역필터 $A(z)$ 의 근을 계산하여 포먼트 주파수와 대역폭의 모든 후보를 추출할 수 있으며 어떤 복소근 z 에 대한 대역폭 \hat{B} 와 주파수 \hat{F} 는 s -평면에서 z -평면으로의 변환에 의해 얻어지고 T 는 z -평면에서의 주기성을 의미한다.

$$z = e^{sT} \quad (3)$$

$s = -\pi\hat{B} \pm j2\pi\hat{F}$ 이고 $z = R_e(z) \pm jI_m(z)$ 는 복소근의 실수부와 허수부로 정의된다. 그러면 포먼트는 수식 (4)와 같이 구할 수 있으며 대역폭은 수식 (5)와 같이 구할 수 있다^{8,14)}.

$$\hat{F} = \left(\frac{f_s}{2\pi} \right) \tan^{-1} \left[\frac{I_m(z)}{R_e(z)} \right] \quad (4)$$

$$\hat{B} = - \left(\frac{f_s}{\pi} \right) \ln|z| \quad (5)$$

또한, 심장에 이상이 발생 할 때 발음이 부정확하게 된다는 한의학적 진단 이론을 기반으로 발음의 정확성을 판단하는 음성 분석 요소인 성대 진동의 변화율을 심장 상응점인 A16 부위의 자극 전과 후의 결과 추출과 이에 대한 비교, 분석을 실험하였다. 성대 진동의 변화율은 단위시간 안의 발음에서 성대의 진동인 피치의 변화가 얼마나 많은지를 나타내주는 것으로 결과값을 추출할 수 있다. 특히 음성 파형의 1회 진동(Momentary pitch period)에 대한 음성 파형의 3회 진동(Short-term average pitch period)길이의 비율을 의미하는데 기본주파수 내 진동시간을 백분율로 표시한다. 이와 같은 성대 진동의 변화율을 지터 분석 요소로 추출할 수 있으며 지터의 경우 연령의 증가와 상관이 있다는 연구와 연령의 증가와는 상관이 없다는 연구가 모두 공존한다. 또한 지터는 진동주파수의 한 주기가 얼마나 변동 적인지를 말하여 주는데, 청지각적으로 목 선소리와 거친 소리에 관련이 많다¹²⁾. 여기서 N 은 부프레임의 샘플수를 뜻하고 T_i 는 진동주파수의 한 주기내에서 부주기를 의미한다.

$$jitter = \frac{\sum_{i=2}^{N-1} |2T_i - T_{i-1} - T_{i+1}|}{\sum_{i=2}^{N-1} T_i} \quad (6)$$

따라서 본 논문에서는 심장 상응점인 A16 부위의 자극에 따라 심장의 변화를 측정하기 위해 심장과 관련된 음성분석 요소인 제2포먼트 주파수 대역폭과 성

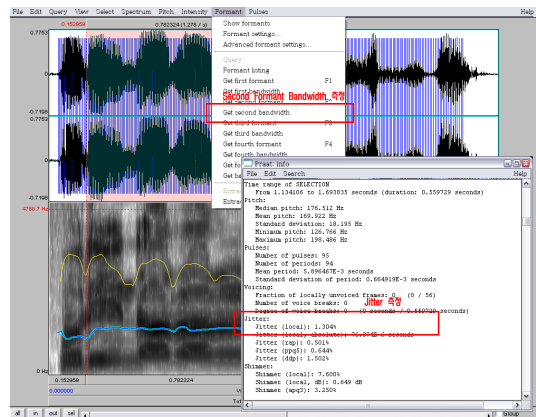


그림 3. 제2포먼트 주파수 대역폭 및 지터 측정

대 진동 변화율을 A16 혈자리 자극 전과 후의 음성에 적용하여 상호간의 변화 정도를 비교, 분석하는 실험을 수행하였다. 아래 그림 3은 “ㄴ, ㄹ” 발음이 많이 포함된 “리나라를” 구간에 대한 제2포먼트 주파수 대역폭과 성대 진동 변화율을 측정하는 것이다. 즉, 전체 입력 문장인 “우리나라를 사랑합니다”에서 비교적 설음이 많이 포함된 “리나라를” 구간을 선택하여 해당 구간에 대한 제2포먼트 주파수 대역폭 및 성대 진동 변화율의 평균값을 측정하였다.

IV. 실험 결과 및 분석

4.1 실험 결과

본 논문에서는 피실험자로 선정된 20대 남성 40명의 음성을 통해 연구를 수행하였다. 실험에 사용한 임상 자료는 침술이 아닌 단순 통증에 의한 자극을 부여하여 수집한 것으로 IRB(Institutional Review Board) 승인 절차가 필요없는 임상 자료이기 때문에 일반인을 대상으로 선정하였다. 실험 환경은 잠음이 섞이지 않도록 6m×6m×2.5m의 밀폐된 공간에서 Nokia 5800 Xpress Music기기를 사용하여 녹취했다. 심장 상응점에 해당하는 혈자리인 A16을 자극하기 전에 “우리나라를 사랑합니다” 라는 문장의 음성을 녹취하고 손목과 손가락 돌리기, 손바닥 젖히기, 주먹 쥐기 등 위밍업을 5분 정도 하여 긴장을 이완시킨 뒤 심장과 관련된 상응점인 A16을 수지침으로 천천히 눌러주고 때는 동작을 1분여 반복하여 혈자리를 자극한 후 동일 문장에 대한 음성을 녹취하였다²⁾. 위와 같은 자극 방법은 고려수치침 이론에서 제시하고 있는 혈자리 자극 방법을 적용한 것으로 과민압통 반응이 나타날 때까지 2~3회를 반복한 후 음성을 수집하였다. 음성 분석은 개인용 컴퓨터(PC)상에서 Praat를 사용하였으며 심장과 연관된 분석요소 구개구음 중 “ㄴ, ㄹ” 과 관련된 “리나라를” 부분을 지정했으며 해당 구간에 대한 제2포먼트 주파수 대역폭과 성대 진동 변화율인 Jitter값을 추출하였다¹⁵⁾. 실험 과정에서 설음에 해당하는 음소만 추출하여 분석하는 것이 보다 정확한 결과를 측정할 수 있으나 본 논문에서 적용한 Praat 분석 프로그램에서는 음소 단위의 추출이 불가능하기 때문에 전체 실험 문장에서 설음이 많이 포함된 “리나라를” 구간을 선정하여 실험에 적용하였다. 아래 표 2는 심장 상응점인 A16 부위에 대한 자극 전과 후의 제2포먼트 주파수 대역폭과 성대 진동 변화율을 측정하는 것이다.

실험 결과에서 알 수 있듯이 제2포먼트 주파수 대

표 2. 제2포먼트 주파수 대역폭 및 지터 측정 결과

순번	과민압통 여부	제2포먼트 주파수 대역폭(Hz)			성대 진동 변화율(%)		
		자극 전	자극 후	편차	자극 전	자극 후	편차
M-01	○	159.304	117.200	-42.104	1.418	1.305	-0.113
M-02	○	34.856	22.919	-11.937	1.504	1.220	-0.284
M-03	○	263.961	193.042	-70.919	1.349	1.079	-0.27
M-04	○	108.696	97.607	-11.089	1.333	0.992	-0.341
M-05	○	162.093	65.986	-96.107	2.437	2.385	-0.052
M-06	○	85.356	52.058	-33.298	1.589	1.481	-0.108
M-07	×	229.977	238.973	8.996	1.416	1.828	0.412
M-08	○	221.463	28.399	-193.064	2.447	1.568	-0.879
M-09	×	219.765	321.294	101.529	2.665	1.442	-1.223
M-10	○	33.877	23.944	-9.933	1.348	0.769	-0.579
M-11	○	124.524	103.527	-20.997	1.365	1.104	-0.261
M-12	○	68.067	52.384	-15.683	2.651	2.385	-0.266
M-13	○	158.602	127.054	-31.548	2.382	2.142	-0.24
M-14	×	205.314	221.052	15.738	2.410	2.302	-0.108
M-15	○	225.365	176.958	-48.407	1.672	1.428	-0.244
M-16	○	48.826	31.854	-16.972	1.882	1.485	-0.397
M-17	○	138.962	85.674	-53.288	1.394	1.204	-0.19
M-18	○	252.364	210.380	-41.984	2.412	2.217	-0.195
M-19	○	147.248	115.064	-32.184	2.136	1.705	-0.431
M-20	×	135.928	106.282	-29.646	1.468	1.528	0.06
M-21	○	141.647	82.480	-59.167	1.670	1.283	-0.387
M-22	○	79.680	48.347	-31.333	1.482	1.249	-0.233
M-23	○	305.148	272.395	-32.753	2.364	1.925	-0.439
M-24	×	144.676	162.548	17.872	3.014	2.894	-0.12
M-25	×	34.866	32.854	-2.012	1.625	1.758	0.133
M-26	○	223.924	172.068	-51.856	2.251	1.940	-0.311
M-27	○	180.637	145.682	-34.955	1.758	1.428	-0.33
M-28	○	76.905	42.360	-34.545	1.624	1.224	-0.4
M-29	×	82.524	88.694	6.17	1.253	0.958	-0.295
M-30	×	236.907	203.156	-33.751	1.385	1.480	0.095
M-31	○	220.432	146.523	-73.909	1.340	0.982	-0.358
M-32	○	138.695	85.648	-53.047	1.502	1.324	-0.178
M-33	○	214.005	168.251	-45.754	2.621	2.448	-0.173
M-34	○	62.817	42.335	-20.482	2.105	1.982	-0.123
M-35	○	85.680	64.284	-21.396	2.341	1.806	-0.535
M-36	○	214.358	182.048	-32.31	1.625	1.446	-0.179
M-37	○	148.371	126.347	-22.024	1.528	1.458	-0.07
M-38	×	244.710	248.695	3.985	1.644	1.842	0.198
M-39	○	84.385	32.684	-51.701	2.185	1.964	-0.221
M-40	○	136.208	106.480	-29.728	1.624	1.205	-0.419
평균		152.038	121.138	-30.890	1.855	1.604	-0.251

역폭에서는 총 실험 대상자 40명 중에서 34명의 자료에서 자극 후의 결과값이 낮아졌으며 성대 진동 변화율에서는 35명의 자료에서 자극 후의 결과값이 낮아지는 것을 나타냈다. 또한 심장 상응점에 해당하는 혈자리인 A16을 자극한 후의 제2포먼트 주파수 대역폭 평균은 121.138Hz로 자극 전의 152.038Hz보다 낮게

나타났으며 A16 부위 자극 후의 상대 진동 변화율 평균은 1.604%로 자극 전의 1.855%보다 낮게 나타났다.

이와 같은 결과는 정확한 혈자리를 찾아 자극하였을 때 나타난 것으로 과민압통 반응이 거의 없는 개체의 경우 대체로 감소폭이 작거나 오히려 측정값이 높아지는 현상을 보였다. 즉, A16 혈자리를 자극했을 때의 쾌통(기분좋은 통증) 여부에 따라 변화되는 현상이 다르게 측정되는 것으로 나타났다. 이는 적용한 실험 방법이 혈자리를 직접 자입하거나 장기간 반복적으로 자극을 준 것이 아니라 단시간에 자극을 주어 실험을 수행하였기 때문으로 분석되며 과민압통 반응도 대체 의학의 특성상 피실험자에게 직접 물어가면서 쾌통 여부를 분석하여 보다 정확한 객관적 수치를 측정하기엔 어려움이 있었다. 또한, 과민압통 반응에서 쾌통을 느끼지 못한 피실험자들의 경우 제2포먼트 주파수 대역폭과 상대 진동 변화율에서 두 분석 요소가 모두 상승하거나 둘 중 하나의 분석 요소가 상승하는 결과를 나타냈다. 이러한 결과는 심장 전문의의 자문을 통해 심장에 이상이 발생할 시 헛소리와 관련된 소리가 변화될 수 있으나 반드시 모든 음성 분석 요소에 동일하게 적용되지는 않지만 대부분의 심장 질환자들이 실험 결과와 같은 목소리의 변화가 발생한다는 결론을 도출하였다. 결과적으로 심장과 관련된 음성학적 분석 요소의 적용을 기반으로 심장 수치침 상응점에 해당하는 혈자리인 A16 부위의 자극과 심장 기능 상태가 상호 연관성이 있는 것으로 분석할 수 있다.

4.2 통계적 유의성 분석

실험 결과를 기반으로 피실험자 집단의 A16 부위 자극 전과 후 사이에 상관성이 존재하는지에 대한 정보를 추출하여 상호간의 통계적 유의성을 분석하였다. 통계적 유의성 분석은 동일한 피실험자 집단에 대해 A16 혈자리 자극 전과 후의 평균치 비교 방식을 적용하여 Paired T-Test 방식^[13]에 의한 통계 분석을 수행하였다. 즉, 동일 개체에 대한 두 표본평균치의 비교를 통계적으로 분석하는 Paired T-Test 방식을 적용하여 실험 결과에 대한 통계적 유의성을 분석하였다.

즉, 각각의 개체 대상에서의 A16 혈자리 자극 전 (X_a)과 후(X_b)의 차이 d_i 들의 평균 d 와 차들의 분산 σ_d^2 으로서 분석한다. d 의 귀무상태는 0이고 이의 실측치는 $X_a - X_b$ 의 값과 같다. 또한, d_i 들의 분산 σ_d^2 은 알 수 없으므로 표본분산 S_d^2 을 이용하여 t-분포를 적용하여 분석하였다.

$$S^2_d = \sum (d_i - d)^2 / (n - 1) \tag{7}$$

$$t = (d - 0) / \sqrt{S^2_d / n} \text{ (단, 자유도는 } n - 1 \text{)} \tag{8}$$

아래 표 3과 표 4는 피실험자 집단의 A16 혈자리 자극 전과 후의 제2포먼트 주파수 대역폭과 상대 진동 변화율에 대한 표본평균치 비교 분석 결과를 나타낸 것이다. 분석 결과를 통해 피실험자 집단의 A16 혈자리 자극 전과 후에 대한 제2포먼트 주파수 대역폭과 상대 진동 변화율의 유의확률은 각각 0.000029448과 0.000000935로 유의수준 0.05보다 작게 추출되어 통계적 유의성을 나타냈다.

표 3. 제2포먼트 주파수 대역폭 통계 분석 결과

제2포먼트 주파수 대역폭 통계분석	A16 혈자리 자극 전	A16 혈자리 자극 후
평균	152.028075	121.13825
피어슨 상관 계수	0.847526499	
t 통계량	4.727801959	
자유도	39	
P(T<=t) 단측 검정	0.000014724	
t 기각치 단측 검정	1.684875122	
P(T<=t) 양측 검정	0.000029448	
t 기각치 양측 검정	2.022690901	

표 4. 상대 진동 변화율 통계 분석 결과

상대 진동 변화율 통계분석	A16 혈자리 자극 전	A16 혈자리 자극 후
평균	1.855475	1.604125
피어슨 상관 계수	0.840298486	
t 통계량	5.815380707	
자유도	39	
P(T<=t) 단측 검정	0.000000467	
t 기각치 단측 검정	1.684875122	
P(T<=t) 양측 검정	0.000000935	
t 기각치 양측 검정	2.022690901	

V. 결 론

현대 사회에서 건강은 최대의 관심 분야로 집중되고 있으며 질병이 발생되기 전에 조기 진단을 통한 방법으로 예방, 보건 분야가 초점이 되고 있다. 특히, 수치침 요법은 고려수치침 학회에서 제시하고 있는 방법은 인체 혈자리의 자극을 통해 치료와 예방을 수행

하는 방법으로 많은 효과를 나타내고 있다. 따라서 본 논문은 크게 다음과 같은 내용에 대해 제안하였다. 우선 음성 신호를 처리하여 심장과 음성 신호 분석 요소 중 어느 것이 연계가 되어 있는가를 규명하였다. 또한 이를 기반으로 수지침 등과 같이 손, 발을 자극하는 행위가 과연 건강 증진에 도움이 되는 행위인가를 음성 신호 처리 기술로 그 효용성 여부를 최초로 입증하였다. 특히 손발의 자극 행위가 건강 증진에 도움이 되는 행위인가를 입증하기 위해 우선적으로 심장과 관련된 실험을 수행하였다.

이를 위해 심장 상응점에 해당하는 A16 혈자리의 자극에 따른 심장의 효과를 음성학적 분석 요소의 적용을 통해 연구하기 위한 실험을 행하였다. 실험은 20대 남성 40명을 대상으로 A16 혈자리의 자극 전과 후의 음성을 수집하여 심장과 관련된 음성분석 요소인 제2포먼트 주파수 대역폭과 성대 진동 변화율을 적용한 실험을 수행하였다. 실험 결과에서 알 수 있듯이 피실험자 40명 중 87% 이상의 대상자들이 혈자리 자극 후 제2포먼트 주파수 대역폭 및 성대 진동 변화율 측정값이 혈자리 자극 전보다 감소되는 것을 알 수 있었다. 이는 과민압통 반응으로 정확한 혈 자리를 찾아 자극하였을 시에 나타내는 것으로 과민압통 반응이 적게 나타나는 개체는 대체로 작은 감소값을 보이거나 오히려 높아지는 결과값을 보였다. 이는 적용한 실험 방법이 혈자리를 직접 자입하거나 장기간 반복적으로 자극을 준 것이 아니라 단시간에 자극을 주어 실험을 수행하였기에 87%의 결과가 이론과 동일하게 추출된 것으로 분석된다. 추후 많은 임상 자료를 통해 실험 결과의 신뢰성과 정확성을 향상시켜 혈자리 자극과 인체 장기와의 상관성을 분석할 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

[1] 한우물봉사단, *수지침 기초편*, 김영사, 2004.
 [2] 유태우, *수지침, 고려수지침*, 2008.
 [3] 유태우, *유태우박사의 생활 수지침*, 태웅출판사, 1998.
 [4] 고려수지침학회, *심승방 + 심포정방 심장병*, 신우승, 2007.
 [5] 정인수, *손발마사지, 삼호미디어*, 2000.
 [6] 신동원 외, *한권으로 읽는 동의보감*, 도서출판 들녘, 1999.
 [7] 김봉현 외 1, “심장 상태와 발음간의 연관성 분석을 위한 성대 진동의 변화율 추출,” *한국통신학회*

논문지 Vol.35 No.02, 2010.

[8] 김봉현 외 2, “심장 질환 진단을 위한 한의학적 청진 기반의 설음 분석,” *한국통신학회논문지 Vol.34 No.08*, 2009.
 [9] 최형주, *황제내경소문(한의학의 성서)*, 자유문고, 2004.
 [10] 정남식, *심음의 청진과 실제*, 정담, 2004.
 [11] Lutz Welling and Hermann Ney, “Formant Estimation for Speech Recognition,” *IEEE Trans. on Speech and Audio Processing, Vol.06, pp.1063-1076*, 1998.
 [12] Boone, D. M. & McFarlane, S. C., *The Voice and Voice Therapy(4th ed.)*, Englewood Cliffs, NJ:Prentice Hall, 1988.
 [13] 남해성, *평균키의 통계적 분석*, 충남의대 예방의학교실, 2007.
 [14] H. Wakita, “Direct Estimation of the vocal Track shape by Inverse Filtering of Acoustic Speech waveforms,” *IEEE Trans. A&E, Vol.50, No.02, pp. 637-655*, 1971.
 [15] 양병곤, *프라트를 이용한 음성분석의 이론과 실제*, 만수출판사, 2003.

김 봉 현 (Bong-hyun Kim)

정희원



2000년 2월 한밭대학교 전자계산학과
 2002년 2월 한밭대학교 전자계산학과 공학석사
 2009년 3월 한밭대학교 컴퓨터공학과 공학박사
 2002년 3월~현재 한밭대학교 외래강사

2005년 9월~현재 충북도립대학교 외래강사
 <관심분야> 생체신호분석, 음성처리, 전자상거래

조 동 옥 (Dong-uk Cho)

정회원



1983년 2월 한양대학교 전자공
학과

1985년 8월 한양대학교 전자공
학과 공학석사

1989년 2월 한양대학교 전자통
신공학과 공학박사

1991년~2000년 서원대학교
정보통신공학과 교수

1999년 Oregon State University 교환교수

2000년~현재 충북도립대학교 정보통신공학과 교수

2007년 기술혁신대전 대통령 표창 수상

2008년 한국정보처리학회 학술대상 수상

2009년 한국산학기술학회 학술대상 수상

<관심분야> BIT융합기술, 영상 및 음성처리