

四象體質音聲分析機(PSSC)를 통한 한국인 成人女性の 體質別 音響特性研究 - 短文을 중심으로 -

윤지영 · 윤우영 · 조성언* · 왕향란* · 전종원** · 유준상 · 김달래†

상지대학교 한의과대학 사상체질의학과, *삼한방병원
**상지영서대학 멀티미디어디자인학과, †경희대학교 한의과대학 사상체질과

Abstract

A Study on the Characteristics of the Korean Adult Female Sound According to Sasang Constitution Using PSSC with a Sentence

Youn Ji-Young, Yoon Woo-Young, Cho Sung-Eon*, Wang Hyang-Lan*,
Jeon Jong-Weon**, Yoo Jun-Sang, Kim Dal-Rae †

Dept. of Sasang Constitutional Medicine College of Oriental Medicine, Sangji Univ.

*SAM Oriental Medical Hospital, **Dept. of MultiMedia Design, Sangji-YoungSeo College.

†Dept. of Sasang Constitutional Medicine College of Oriental Medicine, Kyung-Hee Univ.

1. Objectives and Methods

Sasang Constitutional Medicine is the original Korean Medicine. The purpose of this study was to objectify the diagnosis of Sasang Constitution. 212 Women's sentences were analyzed into 228 factors like Pitch, APQ, Shimmer, Octave and Energy, etc.

Women's sentences were classified into 3 categories: total group, under 54 years old group and over 55 years old group.

2. Results

- 1) In Total group Soyangin's Center freq.(3) was significantly high compared with Taeyangin and Taeumin groups. Taeumin's Pitch2 was significantly high compared with Soeumin and Taeyangin groups. Taeyangin's Pitch S.D. was significantly high compared with Soyangin group. Taeyangin's Octave6 was significantly high compared with Soeumin group. There were no significant differences among constitutional groups in APQ and Shimmer segment.

On the point of Energy, Taeyangin's G Tot E(1), G# Tot E(1), G dev.(1), G# dev.(1), G Tot E(2), G# Tot E(2), G dev.(4) and G# dev.(4) were significantly high compared with other groups. Soyangin's A#S.D.(2) was significantly high compared with Taeyangin group. Taeyangin's A#S.D.(3) was significantly high compared with Taeumin group. Taeyangin's F S.D.(5), F# S.D.(5) and Max Average were significantly high compared with Soeumin group. Taeumin's Peak3 and Peak4 were significantly high compared with Taeyangin group. Taeumin's PeakValue1 was significantly high compared with Soeumin group. Taeyangin's PeakValue2 was significantly high compared with Soeumin group. Taeyangin's PeakValue3 and PeakValue5 were significantly high compared with other groups.

- 2) In Under 54 years old group, there were no significant differences among constitutional groups in APQ, Shimmer and Octave segment. Taeumin's Center freq.(2) was significantly high compared with Taeyangin and Soyangin groups. Taeumin's Pitch(2) and Pitch(3) were significantly high compared with Taeyangin and Soeumin groups. Taeyangin's and Taeumin's Pitch S.D. were significantly high compared with Soyangin group. Taeyangin's and Soyangin's Octave2 were significantly high compared with Taeumin group.

On the point of Energy, Taeyangin's and Soyangin's A# S.D.(2) were significantly high compared with Soeumin group. Taeyangin's and Soyangin's G# dev.(1), G# dev.(2) were significantly high compared with Taeumin group. Taeyangin's and Taeumin's F# S.D.(3) were significantly high compared with Soeumin group. Taeyangin's and Soyangin's Max Average were significantly high compared with Soeumin group. Taeumin's Peak3 was significantly high compared with Taeyangin and Soeumin groups. Taeyangin's and Taeumin's PeakValue2 were significantly high compared with Soeumin group. Taeyangin's and Soeumin's PeakValue3 were significantly high compared with Taeumin group. Taeyangin's and Soyangin's PeakValue5 were significantly high compared with Soeumin group. Taeyangin's and Soyangin's PeakValue9 were significantly high compared with Taeumin group

- 3) In Over 55 years old group, there were no significant differences among constitutional groups in Pitch, APQ, and Peak segment. Soeumin's F Shimmer(1) and F Shimmer(2) were significantly high compared with Taeyangin and Taeumin groups. Soeumin's G# Shimmer(1) and G# Shimmer(2) were significantly high compared with Soyangin group. Taeyangin's Octave5 and Octave6 were significantly high compared with Soeumin group.

On the point of Energy, Soyangin's C S.D., F# S.D.(1), F# S.D.(2) and G dev.(2) were significantly high compared with other groups. Soyangin's F# S.D.(3) was significantly high compared with Taeumin and Soeumin groups. Taeyangin's and Taeumin's G# S.D.(2) and G# S.D.(3) were significantly high compared with Soyangin group.

3. Conclusions

From above result, there is the possibility of efficient standard guide for constitution diagnosis by analysis of voice

Key Words : Pitch, APQ, Shimmer, Octave, Energy

I. 緒 論

음성은 다양한 기관을 거쳐 생성되기 때문에 고저, 강약, 청탁 등의 개인차가 생길 수 있다. 그래서 음성분석은 음악, 음성공학, 수사는 물론이고 의학적인 진단과 치료의 용도로도 사용되고 있다^{1,2}.

韓醫學에서 音聲은 聞診의 항목으로 『黃帝內經』시대부터 진단에 응용되어 왔다^{3,4}. 한의학에서는 각 소리가 갖는 畵意와 서로 간에 영향을 미칠 수 있는 畵을 체계화하여 畵의 틀을 마련하고자 하였다⁵.

조선후기에 東武 李濟馬는 한국의 독자적인 의학인 사상체질을 창시하여 각 體質마다 生理, 病理 및 豫防에 관한 다른 특징을 가지고

있으며, 이로 인해서 疾病의 診斷, 治療, 養生의 방법이 바뀐다고 설명하고 있다. 그러므로 四象體質醫學에서 가장 중요한 부분은 體質의 鑑別이다⁶.

그동안 한의학계에서도 四象體質과 음성분석에 관하여 많은 연구가 이루어져 왔는데 CSL(computerized speech lab)^{7,8}, Laryngograph⁹, Electroglottograph⁹를 이용한 것과 음성에 대한 四象醫學적 畵각적 평가¹⁰에 관한 것이 그것이다.

본 연구에서는 기존의 음성분석방법을 보완하여 개발된 四象體質 音聲分析機(PSSC)를 통해서 건강한 한국인 성인 여성 212명에 대해서 기존의 연구와는 다르게 문장을 대상으로 하여 Pitch, APQ, Shimmer, Octave, Energy 등 영역에서 228개 항목으로 차별화하여 체질별로 분석하였다. 이에 유의한 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

• 접수일 2006년 11월 02일; 승인일 2006년 11월 27일

• 교신저자 : 유준삼

강원도 원주시 우신동 삼지대학교 한의과대학 사상체질연구소

Tel : + 82-33-741-9202 Fax : + 82-33-743-7184

E-mail : hiruck@sangji.ac.kr

II. 本 論

1. 연구대상

2004년 6월부터 2005년 12월말까지 원주 소재 상지대학교 부속 한방병원 사상체질과를 내원한 성인 여성 환자와 상지대학교 한의과대학 재학생중 일부에서 목소리에 이상이 없는 2세 이상의 성인 여성을 대상으로 하였다. 사상체질별 구분은 太陽人 2명, 少陽人 57명, 太陰人 60명, 少陰人 92명 총 212명을 대상으로 하였다. 평균연령은 36.8세, 평균 몸무게 55.0kg, 평균 포는 20대 99명, 30대 45명, 40대 28명, 50대 18명, 60대 12명, 70대 8명, 80대 2명이었다.

나이는 태양인집단과 태음인집단이 소양인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. BMI는 태음인 집단이 소양인집단과 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. 체중은 태음인 집단이 다른 세집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. 신장은 태양인집단이 다른 세집단보다 유의성 있게 낮게 나타났다.

2. 연구방법

1) 측정기구

- (1) 사상체질음성분석기(Phonetic System for Sasang Constitution)¹⁾
 - (2) 마이크로폰
Model: ATM75(AUDIO-TECHNICA)
Frequency Response: 60~15,000 Hz
Signal to Noise Ratio: 58 dB, 1 kHz at 1 Pa
 - (3) Sound Card
Model: Sound Blaster DE5.1 Lite
Signal to Noise Ratio: 91dB
Bit/Sampling Rate: 16bit/48kHz
- 음성녹음과 분석 program은 PSSC를 이용하였다. PSSC는 (주)Voice one과 상지대학교 사상체질의학교실에서 함께 개발한 program으로 음성과 기본정보를 입력하면 음성의 특징을 분석하여 체질을 판별해준다.

Table 1. General Characteristics of Experimental Participants in Total Female Group(Unit: Mean±S.D.)

Constitution	Number	Age(years)	BMI(kg/m ²)	Height(cm)	Weight(kg)
Taeyangin	2	63.0±17.0	23.9±1.1	148.0±5.7	52.5±6.4
Soyangin	57	34.0±11.4	21.3±2.4	158.6±5.2	53.4±5.4
Taeumin	60	41.6±16.5	25.4±3.3	158.3±6.6	62.6±7.7
Soeumin	93	34.9±15.3	20.1±2.3	159.7±5.6	51.2±5.7
Sum	212	36.8±15.2	21.8±3.4	158.9±5.9	55.0±7.9
P-value		0.001*	0.000*	0.022*	0.000*

* P<0.05

Table 2. Crosstable for Constitution and Age Distribution(Unit: person)

Constitution	21~30	31~40	41~50	51~54	55~60	61~70	71~80	81~90	Sum
Taeyangin				1			1		2
Soyangin	29	13	10	2	1	1	1		57
Taeumin	19	16	9	1	6	4	3	2	60
Soeumin	51	16	9	4	3	7	3		93
Sum	99	45	28	8	10	12	8	2	212
%	(46.7%)	(21.2%)	(13.2%)	(3.8%)	(4.7%)	(5.7%)	(3.8%)	(0.9%)	(100%)

* 이하는 PSSC 라 칭함

여기서는 컴퓨터에 내장된 PSSC를 이용하여 기본 음성에 관한 parameter들을 추출하였다.

2) 측정방법

기본정보 입력 및 기존 문장 낭독을 통한 음성녹음, 음성체질분석에 대해서는 김선형 등²¹의 방법을 따라 하였는데, 기존의 단문(아, 이) 대신에 문장을 분석하였다.

3) 연구대상자의 체질진단

연구대상자들의 체질 분석은 상지대학교 사상체질의학교실 전문의가 四診을 종합하고, 사상체질음성분석기를 이용한 체질분석을 시행해 참고하여 판정하였다. 또한 일부의 환자는 사상체질처방을 사용하여 확인을 하였다.

4) 분석항목

(1) 주파수 관련 항목

- ① Pitch란 문장 음성파형 중에서 모음 성분의 평균 Pitch 값이다.
- ② Pitch 1~5는 전체 음성파형을 5등분으로 나누어 각 구간에서의 모음 성분 평균 Pitch값이다.
- ③ Pitch S.D.는 Pitch 1~5의 표준편차 값이다.
- ④ Center Pitch는 문장 음성파형 중 안정된 모음구간에 대한 평균 Pitch 값이다
- ⑤ Center freq.(1)이란 0~64Hz의 주파수 중심값이다.
- ⑥ Center freq.(2)이란 65~128Hz의 주파수 중심값이다.
- ⑦ Center freq.(3)이란 129~256Hz의 주파수 중심값이다.
- ⑧ Center freq.(4)이란 257~512Hz의 주파수 중심값이다.
- ⑨ Center freq.(5)이란 513~1024Hz의 주파수 중심값이다.
- ⑩ Center freq.(6)이란 1025~2048Hz의 주파수 중심값이다.
- ⑪ Center freq.(7)이란 2049~4096Hz의 주

파수 중심값이다.

(2) APQ 관련 항목

- ① APQ(center)란 Amplitude Perturbation Quotient의 약어로, 음성파형의 진폭 변동률을 구한 것이다.
- ② APQ(2)이란 음성파형 중 “우리는 높” 부분의 APQ값이다.
- ③ APQ(3)이란 음성파형 중 “은 산에 올라가” 부분의 APQ값이다.
- ④ APQ(4)이란 음성파형 중 “맑은 공기를 마시고 왔습니다.” 부분의 APQ값이다.
- ⑤ 전체APQ1은 결과적으로 APQ(center)와 같은 값이다.
- ⑥ 전체APQ2는 전체 음성파형에서 모음 성분에 대한 APQ 값이다.

(3) Octave 관련 항목

- ① Octave1이란 0~64Hz까지의 음성 에너지 값이다.
- ② Octave2이란 65~128Hz까지의 음성 에너지 값이다.
- ③ Octave3이란 129~256Hz까지의 음성 에너지 값이다.
- ④ Octave4이란 257~512Hz까지의 음성 에너지 값이다.
- ⑤ Octave5이란 513~1024Hz까지의 음성 에너지 값이다.
- ⑥ Octave6이란 1025~2048Hz까지의 음성 에너지 값이다.

(4) Shimmer 관련항목

- ① Total shimmer란 음성파형의 전체 Shimmer값이다.
- ② Octave 1 shimmer란 0~64Hz 구간의 음성파형 Shimmer값이다.
- ③ Octave 2 shimmer란 65~128Hz 구간의 음성파형 Shimmer값이다.
- ④ Octave 3 shimmer란 129~256Hz 구간의 음성파형 Shimmer값이다.
- ⑤ Octave 4 shimmer란 257~512Hz 구간의 음성파형 Shimmer값이다.
- ⑥ Octave 5 shimmer란 513~1024Hz 구간

- 의 음성파형 Shimmer값이다.
- ⑦ Octave 6 shimmer란 1025~2048Hz 구간의 음성파형 Shimmer값이다.
 - ⑧ 0k~2k Shimmer란 0~2000Hz 범위의 Shimmer 값이다.
 - ⑨ 2k~4k Shimmer란 2001~4000Hz범위의 Shimmer 값이다.
- (5) Energy 관련항목
- ① Total energy란 음성파형 분석구간의 전체에너지 값이다.
 - ② Total energy(2)란 음성파형 중 “우리는 뉘” 분석구간의 에너지 값이다.
 - ③ Time Domain Total Sum/Time Domain Count란 음성파형 분석구간의 평균 에너지 값이다.
 - ④ 0k-2k total sum이란 0~2000Hz의 에너지 합이다.
 - ⑤ 0k-2k dev.(편차합)이란 0~2000Hz에서의 파형의 변화분이다.
 - ⑥ 2k-4k total sum이란 2001~4000Hz의 에너지 합이다.
 - ⑦ 2k-4k dev.이란 2001~4000Hz에서의 파형의 변화분이다.
 - ⑧ ZeroOver Total E이란 0보다 큰 진폭 에너지의 합이다.
 - ⑨ ZeroUnder Total E이란 0보다 작은 진폭 에너지의 합이다.
 - ⑩ ZeroOver Peak E이란 0보다 큰 peak 에너지의 합이다.
 - ⑪ ZeroUnder Peak E이란 0보다 작은 peak 에너지의 합이다.
 - ⑫ Max Average이란 가장 많이 사용한 음성에너지의 평균 크기이다.
- (6) 기타 항목
- ① [음계명-Shimmer]는 각 음계에 해당하는 주파수 에너지를 갖고 처리한 Shimmer값이다.
 - ② [음계명 tot E]는 각 음계에 해당하는 주파수 에너지의 합이다.
 - ③ [음계명 편차합]은 각 음계에 해당하

는 주파수 에너지의 편차합이다.

- ④ [음계명 S.D.]은 각 음계의 편차합을 각 음계의 에너지 합으로 나눈 값이다.
- ⑤ Peak 1~10은 음성의 주파수 분포에서 기본 배음을 포함하여 10개의 배음성분의 주파수 값이다.
- ⑥ PeakValue 1~10은 음성의 주파수 분포에서 기본 배음을 포함하여 10개의 배음성분의 크기를 나타낸다.
- ⑦ 전체음성구간은 문장을 읽어나간 전체 시간을 의미한다.
- ⑧ 비음성구간은 문장을 읽는 과정에서 끊긴 부분으로 음성에너지가 발생하지 않는 시간을 의미한다.
- ⑨ 실제음성구간은 전체 음성구간에서 비음성 구간을 제외한 시간을 의미한다.
- ⑩ Divide By Time 1~10은 전체 음성구간을 10등분하여 각 구간별 음성에너지를 합한 값이다.
- ⑪ Divide By Energy 1~10은 전체 음성파형의 크기를 10등분으로 나누어 각 구간별 음성 에너지를 합한 값이다.

3. 통계처리

1) ANOVA (Analysis of Variance) 분석

四象體質에서 각 체질간의 음성 특성을 알기 위해 단문의 음성자료를 바탕으로 음성 parameter를 추출한 후 체질 분류에 따라 수치간의 유의적인 차이가 있는지를 ANOVA Test¹¹를 이용하여 검정하였고, 유의수준 α 는 0.05로 하였다. 사후분석은 등분산인 경우에는 Scheffe법을 사용하였고, 등분산이 아닌 경우에는 Tanhame법을 사용하였다.

Ⅲ. 研究結果

1. 성인 여성 전체

太陽人 2명, 少陽人 57명, 太陰人 60명, 少陰人 93명 총 212명이었다.

1) Pitch

성인 여성 전체에서 Pitch는 Center freq.(3), Pitch2, Pitch S.D.에서 유의성이 있었다. Center freq.(3)은 소양인집단이 태양인집단과 태음인 집단보다 유의성 있게 높게 나타났다.

Pitch2는 태음인집단이 소음인집단과 태양인 집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. Pitch S.D.는 태양인집단이 소양인집단보다 유의성 있게

높게 나타났다(Table 3).

2) APQ

성인 여성 전체에서 APQ는 사상체질별로 유의성 있는 차이가 없었다(Table 4).

3) Shimmer

성인 여성 전체에서 Shimmer는 사상체질별

Table 3. Pitch in Total Female Group(Unit: Hz)

Constitution	Taeyangin	Soyangin	Taeumin	Soeumin	P-value
Center Pitch	117.2±66.3	162.4±42.3	160.4±38.7	151.8±46.0	0.232
Pitch	129.4±50.8	164.3±42.1	166.2±30.5	152.4±45.5	0.103
Center freq.(1)	40.4±10.5	36.8±5.6	36.7±4.8	37.2±5.1	0.720
Center freq.(2)	85.9±11.4	90.0±4.4	91.8±5.4	91.0±4.1	0.081
Center freq.(3)	204.8±10.4	213.5±13.0	203.3±20.6	209.1±17.7	0.019*
Center freq.(4)	422.2±10.5	420.3±27.1	416.2±29.7	418.1±30.3	0.893
Center freq.(5)	779.2±5.4	762.4±23.9	758.1±24.6	763.3±24.5	0.423
Center freq.(6)	1459.7±169.9	1482.7±54.8	1493.5±71.9	1488.2±61.9	0.747
Center freq.(7)	2531.9±8.8	2640.2±91.5	2642.5±113.9	2641.3±112.8	0.560
Pitch2	118.3±67.8	164.8±43.4	170.5±28.6	150.9±48.7	0.016*
Pitch S.D.	23.7±32.3	2.3±5.5	5.3±13.5	4.6±12.2	0.047*

* P<0.05

Table 4. APQ in Total Female Group(Unit: Hz)

Constitution	Taeyangin	Soyangin	Taeumin	Soeumin	P-value
APQ(center)	0.253±0.011	0.272±0.058	0.262±0.062	0.270±0.066	0.792
APQ2	0.309±0.034	0.292±0.075	0.286±0.068	0.289±0.073	0.951
APQ3	0.250±0.182	0.293±0.075	0.287±0.019	0.295±0.094	0.926
APQ4	0.206±0.0051	0.297±0.081	0.280±0.087	0.287±0.096	0.446
전체 APQ1	0.253±0.011	0.272±0.058	0.262±0.062	0.270±0.066	0.792
전체 APQ2	1.446±0.043	1.561±0.104	1.552±0.121	1.536±0.109	0.302

Table 5. Shimmer in Total Female Group(Unit: Hz)

Constitution	Taeyangin	Soyangin	Taeumin	Soeumin	P-value
Shimmer	41.56±0.47	42.83±3.22	43.07±3.75	43.00±4.04	0.937
Total Shimmer	0.416±0.0047	0.428±0.032	0.431±0.038	0.430±0.040	0.937
0k-2k Shimmer	0.413±0.0040	0.427±0.033	0.429±0.038	0.429±0.042	0.942
2k-4k Shimmer	0.467±0.010	0.442±0.049	0.453±0.044	0.448±0.049	0.568
Octave2 Shimmer	0.012±0.0020	0.012±0.0060	0.013±0.0067	0.013±0.0074	0.558
Octave3 Shimmer	0.126±0.0091	0.126±0.039	0.130±0.044	0.126±0.046	0.942
Octave4 Shimmer	0.098±0.0063	0.127±0.026	0.129±0.028	0.130±0.027	0.383
Octave5 Shimmer	0.109±0.009	0.113±0.028	0.109±0.027	0.112±0.027	0.875
Octave6 Shimmer	0.069±0.0001	0.049±0.018	0.048±0.016	0.047±0.017	0.324

로 유의성 있는 차이가 없었다(Table 5).

4) Octave

성인 여성 전체에서 Octave는 Octave6에서 유의성이 있었다.

Octave 6은 태양인집단이 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다(Table 6).

5) Energy

성인 여성 전체에서 Energy는 G(술) Tot E(1), G(술)# Tot E(1), G(술) 편차합(1), G(술)# 편차합(1), A(라)# S.D.(2), G(술) Tot E(2), G(술)# Tot E(2), A(라)# S.D.(3), G(술) 편차합(4), G(술)# 편차합(4), F(파) S.D.(5), F(파)# S.D.(5), Max Average에 유의성이 있었다.

Table 6. Octave in Total Female Group(Unit: Hz)

Constitution	Taeyangin	Soyangin	Taeumin	Socumin	P-value
Octave2	647651.35 ±289373.24	386340.23 ±260715.11	327024.42 ±196636.33	340885.89 ±266230.05	0.193
Octave3	2104937 ±193921.15	1282304 ±644048.10	1230429 ±510319.62	1154908 ±646619.95	0.120
Octave4	811180.86 ±221203.95	664102.94 ±280317.17	684950.18 ±323025.89	640146.38 ±348340.54	0.765
Octave5	473700.25 ±174235.53	301125.77 ±110852.97	307121.62 ±146002.83	284420.88 ±142605.52	0.211
Octave6	125034.92 ±25156.69	61182.42 ±27324.31	63075.28 ±40889.67	56559.87 ±33041.50	0.035*

* P<0.05

Table 7. Energy in Total Female Group(Unit: dB)

Constitution	Taeyangin	Soyangin	Taeumin	Socumin	P-value
Total Energy	95136864 ±6398869	64561033 ±24470905	65431243 ±23690647	59323631 ±29909086	0.154
Total Energy(2)	14929621 ±941016.29	9968836 ±3061088	10088500 ±4138361	9240086 ±4548816	0.156
Time Domain					
Total Sum / Time Domain Count	2628.77 ±195.71	2082.30 ±728.63	2133.33 ±709.26	1877.09 ±768.20	0.089
0k-2k Total Sum	3.63E+09 ±7.27E+08	1.54E+09 ±9.59E+08	1.54E+09 ±9.47E+08	1.56E+09 ±1.19E+09	0.058
0k-2k Dev.	1.50E+09 ±2.86E+08	6.70E+08 ±4.47E+08	6.74E+08 ±4.46E+08	6.95E+08 ±5.70E+08	0.155
2k-4k Total Sum	1.87E+08 ±68664328	80360213 ±47549431	80972090 ±57361644	85210834 ±67123189	0.098
2k-4k Dev.	87103492 ±30205204	36510764 ±23930693	37763321 ±28683836	39541021 ±33401169	0.129
Zero Over Total E	48640868 ±1640906	32471235 ±12242401	32965772 ±11757845	29917904 ±14993779	0.138
Zero Under Total E	46495996 ±4757963	32089798 ±12262579	32465471 ±11976267	29405727 ±14949449	0.172
Zero Over Peak E	7294873 ±654667.04	4919881 ±1437804	5040368 ±2045761	4591015 ±2244846	0.163
Zero Under Peak E	7635192 ±286451.08	5049464 ±1655147	5048623 ±2122127	4649610 ±2326627	0.154
G TOT E(1)	2018950 ±851232.06	878711.31 ±449540.85	961405.99 ±50034.92	790915.03 ±57454.83	0.002*
G# Tot E(1)	1816173 ±184303.33	937874.03 ±381126.08	850711.09 ±27622.19	805128.40 ±62752.98	0.005*
G 편차합(1)	1.48E+09 ±4.46E+08	3.95E+08 ±2.97E+08	4.33E+08 ±4.00E+08	3.90E+08 ±3.78E+08	0.001*
G# 편차합(1)	1.29E+09 ±72574927	4.37E+08 ±3.28E+08	3.82E+08 ±2.47E+08	4.19E+08 ±3.75E+08	0.003*
A# S.D.(2)	0.0046 ±0.0035	0.023 ±0.018	0.018 ±0.016	0.017 ±0.012	0.045*
G Tot E(2)	403790.01 ±170246.41	175742.26 ±89908.17	192281.20 ±110006.98	158183.01 ±91490.97	0.002*
G# Tot E(2)	363234.60 ±36860.67	187574.81 ±76225.22	170142.22 ±85524.44	161025.68 ±92550.60	0.005*
A# S.D.(3)	16524.70 ±20929.47	6266.63 ±6472.43	4616.77 ±5432.23	5359.19 ±6023.26	0.038*
G 편차합(4)	2.96E+08 ±89197918	79045356 ±59478817	86643844 ±79997091	77957499 ±75536132	0.001*
G# 편차합(4)	2.57E+08 ±14514985	87436319 ±65674576	76377230 ±49403000	83755169 ±75022400	0.003*
F S.D.(5)	5760470 ±467769.40	1747508 ±2190825	1877896 ±1842292	1637267 ±1823230	0.029*
F# S.D.(5)	6255310 ±4002597	2336727 ±2793032	2526008 ±2495062	1863070 ±2015481	0.034*
Max Average	13703.75 ±4733.58	8147.65 ±4321.25	7721.11 ±3643.25	6822.94 ±3748.28	0.023*

* P<0.05

G(솔) Tot E(1), G(솔)# Tot E(1), G(솔) 편차합(1), G(솔)#편차합(1), G(솔) Tot E(2), G(솔)# Tot E(2), G(솔) 편차합(4), G(솔)# 편차합(4)은 태양인집단이 다른 세집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. A(라)# S.D.(2)는 소양인집단이 태양인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. A(라)# S.D.(3) 태양인집단이 태음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. F(파) S.D.(5), F(파)# S.D.(5), Max Average 는 태양인집단이 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다 (Table 7).

6) Peak, PeakValue

성인 여성 전체에서의 Peak, PeakValue는 Peak3,

Peak4, PeakValue1, PeakValue2, PeakValue3, PeakValue5에서 유의성 있었다.

Peak3, Peak4는 태음인집단이 태양인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. PeakValue1은 태음인집단이 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. PeakValue2는 태양인집단이 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. PeakValue3, PeakValue5 는 태양인집단이 다른 세집단보다 유의성 있게 높게 나타났다(Table 8).

2. 성인 여성 54세 이하

태양인 1명, 少陽人 54명, 太陰人 49명, 少陰人 80명 총 180명을 대상으로 하였다.

Table 8. Peak, PeakValue in Total Female Group(Unit: dB)

Constitution	Taeyangin	Soyangin	Taeumin	Soeumin	P-value
Peak1	128.7±96.0	195.5±66.6	202.2±49.0	180.67±76.1	0.122
Peak2	308.1±132.2	353.8±97.4	349.6±83.9	321.6±111.3	0.186
Peak3	329.2±132.8	453.6±118.3	486.7±118.1	434.6±131.2	0.040*
Peak4	508.9±126.9	640.1±176.8	661.1±128.9	590.8±180.9	0.045*
Peak5	600.8±253.8	796.9±205.0	806.6±152.0	736.7±210.9	0.062
PeakValue1	7152886±6277597	6165672±4043321	7223188±3511774	5350886±3837962	0.033*
PeakValue2	8182402±3293829	3322019±1939555	3984040±2216660	3228011±2462768	0.006*
PeakValue3	6557093±3992589	2445490±1658089	2496108±1323343	2573725±1816039	0.009*
PeakValue4	3562230±474642.85	1411609±862693.90	1471434±892433.79	1670277±1716625	0.102
PeakValue5	2658483±1568678	978142.48±728125.69	1037005±867687.37	946733.94±658821.17	0.017*

* P<0.05

Table 9. Pitch in Under 54 Years Old Female Group(Unit: Hz)

Constitution	Taeyangin	Soyangin	Taeumin	Soeumin	P-value
Center Pitch	70.3	162.6±43.4	161.7±40.5	153.4±47.5	0.138
Pitch	93.5	164.5±43.2	167.9±32.2	154.3±47.4	0.117
Center freq.(1)	47.9	36.9±5.7	37.0±4.5	37.4±5.0	0.191
Center freq.(2)	77.9	89.7±4.3	91.5±5.3	90.7±3.9	0.008*
Center freq.(3)	212.2	215.1±11.4	209.3±16.4	212.7±14.0	0.246
Center freq.(4)	429.7	421.7±27.0	423.0±23.8	423.5±26.1	0.975
Center freq.(5)	783.0	763.7±22.8	757.3±25.1	763.6±25.3	0.395
Center freq.(6)	1579.83	1483.42±56.19	1509.43±66.51	1491.92±62.17	0.096
Center freq.(7)	2538.09	2642.22±93.43	2648.75±121.49	2642.86±116.7	0.800
Pitch(2)	70.31	165.02±44.51	172.89±30.01	154.22±49.10	0.021*
Pitch(3)	70.31	164.40±44.28	169.48±33.17	154.16±48.96	0.046*
Pitch S.D.	46.39	2.35±5.69	5.78±14.02	3.48±10.15	0.000*

* P<0.05

1) Pitch

성인 여성 54세 이하에서 Pitch는 Center freq.(2), Pitch(2), Pitch(3), Pitch S.D. 에서 유의성이 있었다. Center freq.(2)는 태음인집단이 태양인집단과 소양인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. Pitch(2), Pitch(3)는 태음인집단이 태양인집단과 소음인집단 보다 유의성 있게 높게 나타났다. Pitch S.D.는 태양인집단과 태음인집단이 소양인 집단보다 유의성 있게 높게 나타났다 (Table 9).

2) APQ

성인 여성 54세 이하에서 APQ는 사상체질

별로 유의성 있는 차이가 없었다(Table 10).

3) Shimmer

성인 여성 54세 이하에서 Shimmer는 사상체질별로 유의성 있는 차이가 없었다 (Table 11).

4) Octave

성인 여성 54세 이하에서 Octave는 Octave2에서 유의성이 있었다.

Octave2는 태양인집단과 소양인집단이 태음인 집단보다 유의성 있게 높게 나타났다 (Table 12).

Table 10. APQ in Under 54 Years Old Female Group(Unit: dB)

Constitution	Taeyangin	Soyangin	Taeumin	Soeumin	P-value
APQ(center)	0.245	0.274±0.058	0.268±0.067	0.278±0.066	0.828
APQ2	0.334	0.293±0.076	0.291±0.073	0.295±0.076	0.944
APQ3	0.379	0.297±0.085	0.287±0.096	0.304±0.094	0.626
APQ4	0.209	0.299±0.080	0.294±0.092	0.300±0.097	0.778
전체 APQ1	0.245	0.274±0.058	0.268±0.067	0.278±0.066	0.828
전체 APQ2	1.416	1.565±0.105	1.547±0.124	1.540±0.110	0.396

Table 11. Shimmer in Under 54 Years Old Female Group(Unit: dB)

Constitution	Taeyangin	Soyangin	Taeumin	Soeumin	P-value
Shimmer	41.89	42.71±3.13	43.18±3.25	42.50±3.91	0.771
Total Shimmer	0.419	0.427±0.031	0.432±0.032	0.425±0.039	0.771
0k-2k Shimmer	0.416	0.426±0.032	0.431±0.033	0.423±0.041	0.744
2k-4k Shimmer	0.460	0.441±0.049	0.449±0.048	0.448±0.050	0.828
Octave2 Shimmer	0.010	0.012±0.0061	0.012±0.0067	0.013±0.070	0.884
Octave3 Shimmer	0.133	0.125±0.040	0.133±0.048	0.120±0.044	0.509
Octave4 Shimmer	0.102	0.127±0.026	0.131±0.022	0.130±0.027	0.599
Octave5 Shimmer	0.103	0.113±0.027	0.107±0.028	0.113±0.027	0.658
Octave6 Shimmer	0.069	0.048±0.017	0.047±0.017	0.047±0.018	0.656

* P<0.05

Table 12. Octave in Under 54 Years Old Female Group(Unit: dB)

Constitution	Taeyangin	Soyangin	Taeumin	Soeumin	P-value
Octave2	852269.13	386784.89 ±266842.28	271841.41 ±151019.18	312299.91 ±255554.06	0.013*
Octave3	1967814	1270293 ±656732.67	1190748 ±57469.67	1090581 ±625157.10	0.222
Octave4	654766.05	664088.39 ±286992.52	665810.54 ±24991.21	635644.34 ±61476382	0.951
Octave5	350497.13	298839.18 ±106457.11	295436.20 ±155619.45	286229.96 ±149599.28	0.926
Octave6	107246.45	59867.28 ±24038.95	60197.30 ±45346.69	56853.52 ±35051.66	0.522

* P<0.05

5) Energy

성인 여성 54세 이하에서 Energy는 A(라)# S.D.(2), G(솔)# 편차합(1), G(솔)# 편차합(2), F(파)# S.D.(3), Max Average에서 유의성이 있었다

A(라)# S.D.(2),는 태양인집단과 소양인집단이 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. G(솔)# 편차합(1), G(솔)# 편차합(2)는 태양인집단과 소양인집단이 태음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. F(파)# S.D.(3)는 태양인집단과 태음인집단이 소음인집단보다 유의

성 있게 높게 나타났다. Max Average는 태양인집단과 소양인집단이 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다(Table 13).

6) Peak, PeakValue

성인 여성 54세 이하에서의 Peak, PeakValue는 Peak3, PeakValue2, PeakValue3, PeakValue5, PeakValue9에서 유의성이 있었다

Peak3은 태음인집단이 태양인집단과 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. PeakValue2

Table 13. Energy in Under 54 Years Old Female Group(Unit: dB)

Constitution	Taeyangin	Soyangin	Taeumin	Socumin	P-value
Total Energy	90612180	64086502 ±24764207	60233745 ±23287911	56457756 ±29340557	0.263
Total Energy(2)	20196334	15563260 ±4985605	14994397 ±7191390	14181545 ±7992224	0.444
Time Domain					
Total Sum / Time Domain Count	2490.38	2053.20±727.10	2054.08±765.84	1825.54±762.59	0.210
0k-2k Total Sum	3.12E+09	1.55E+09±9.83E+08	1.38E+09±8.62E+08	1.45E+09±1.19E+09	0.378
0k-2k Dev.	1.30E+09	6.73E+08±4.57E+08	6.03E+08±3.99E+08	6.38E+08±5.63E+08	0.526
2k-4k Total Sum	2.36E+08	81239808 ±48194518	79359653 ±61027253	83573771 ±69584823	0.101
2k-4k Dev.	1.08E+08	36868670 ±24201315	36812926 ±30418568	38910664 ±34927266	0.149
Zero Over Total E	47480572	32245964 ±12393797	30406411 ±11489200	28499178 ±14668742	0.234
Zero Under Total E	43131608	31840538 ±12405767	29827334 ±11845219	27958577 ±14707012	0.292
Zero Over Peak E	6831953	4900396 ±1431285	4770399 ±2125035	4534921 ±2320889	0.538
Zero Under Peak E	7432640	5026657 ±1658636	4789859 ±2230392	4546786 ±2382160	0.369
A# S.D.(2)	31324.07	6559.09±6527.12	4943.10±5771.11	4673.93±6263.50	0.001*
G# 편차합(1)	1.34E+09	4.47E+08±3.34E+08	3.66E+08±2.54E+08	4.00E+08±3.56E+08	0.024*
G# 편차합(2)	2.67E+08	89423493 ±66775220	73265042 ±50745393	80086316 ±71168730	0.024*
F# S.D.(3)	9085574	2110850 ±2683712	2552672 ±2728162	1711724 ±1925884	0.008*
Max Average	17050.89	8209.56±4433.31	7102.82±3320.00	6465.45±3551.70	0.004*

Table 14. Peak and PeakValue in Under 54 Years Old Female Group(Unit: dB)

Constitution	Taeyangin	Soyangin	Taeumin	Socumin	P-value
Peak1	60.79	195.98±68.41	209.27±53.76	183.66±78.96	0.062
Peak2	214.60	353.97±99.94	351.01±91.11	323.39±114.83	0.186
Peak3	235.35	451.66±119.98	492.18±121.60	439.21±133.58	0.046*
Peak4	419.19	639.13±180.19	661.23±131.13	596.32±190.62	0.123
Peak5	421.39	800.17±209.84	808.78±154.92	745.04±219.55	0.079
PeakValue1	2713954	5910187 ±3846874	6273941 ±3098630	4815060 ±3385905	0.083
PeakValue2	10511491	3273872 ±1963898	3492468 ±1762116	2962861 ±2385254	0.004*
PeakValue3	9380279	2399508 ±1682962	2287315 ±1201333	2454071 ±1852599	0.001*
PeakValue4	3897853	1393774 ±862614.61	1267761 ±702414.75	1701076 ±1839235	0.097
PeakValue5	3767705	987976.14 ±742053.10	976594.12 ±915596.40	930035.77 ±694013.71	0.005*
PeakValue9	1297001	374988.18 ±484999.50	270893.63 ±302522.59	337175.54 ±339324.81	0.045*

* P<0.05

는 태양인집단과 태음인집단이 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. PeakValue3은 태양인집단과 소음인집단이 태음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. PeakValue5는 태양인집단과 소양인집단이 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. PeakValue9는 태양인집단과 소양인집단이 태음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다(Table 14).

3. 성인 여성 55세 이상

太陽人 1명, 少陽人 3명, 太陰人 15명, 少陰人 13명 총 32명을 대상으로 하였다.

1) Pitch

성인 여성 55세 이상에서 Pitch는 사상체질 별로 유의성 있는 차이가 없었다(Table 15).

2) APQ

성인 여성 55세 이상에서 APQ는 사상체질 별로 유의성 있는 차이가 없었다(Table 16).

3) Shimmer

성인 여성 55세 이상에서 Shimmer는 F(파) Shimmer(1), G(술)# Shimmer(1), F(파) Shimmer(2), G(술)# Shimmer(2)에서 유의성 있었다. F(파) Shimmer(1), F(파) shimmer(2)는 소음인집단이 태양인집단과 태음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. G(술)# Shimmer(1), G(술)# Shimmer(2)는 소음인집단이 소양인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다(Table 17).

4) Octave

성인 여성 55세 이상에서 Octave는 Octave5, Octave6에서 유의성이 있었다. Octave5, Octave6은 태양인집단이 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다(Table 18).

5) Energy

성인 여성 55세 이상에서 Energy는 C(도) S.D., F(파)# S.D.(1), F(파)# S.D.(2), F(파)# S.D.(3), G(술)# S.D.(2), G(술)# S.D.(3), G(술) 편차합(2),

Table 15. Pitch in Over 55 Years Old Female Group(Unit: Hz)

Constitution	Taeyangin	Soyangin	Taeumin	Soeumin	P-value
Center Pitch	164.1	159.7±14.4	156.5±33.7	141.7±35.3	0.627
Pitch	165.4	161.0±15.3	160.8±25.0	140.9±29.6	0.239
Center freq.(1)	33.0	36.3±2.9	35.7±5.5	35.9±5.7	0.960
Center freq.(2)	94.0	94.7±5.4	92.8±5.7	92.5±5.2	0.924
Center freq.(3)	197.5	185.7±7.1	185.4±22.0	186.9±22.3	0.956
Center freq.(4)	414.8	394.0±9.4	395.7±36.4	384.8±33.7	0.750
Center freq.(5)	775.4	739.7±37.6	760.4±23.8	761.2±19.8	0.458
Center freq.(6)	1339.60	1469.7±16.6	1445.8±68.1	1465.5±57.6	0.246
Center freq.(7)	2525.6	2603.5±27.6	2623.9±88.4	2631.4±88.7	0.670

Table 16. APQ in Over 55 Years Old Female Group(Unit: dB)

Constitution	Taeyangin	Soyangin	Taeumin	Soeumin	P-value
APQ(center)	0.261	0.239±0.045	0.242±0.036	0.219±0.030	0.294
APQ2	0.285	0.276±0.034	0.274±0.053	0.256±0.042	0.757
APQ3	0.121	0.221±0.017	0.288±0.248	0.239±0.072	0.742
APQ4	0.202	0.247±0.092	0.238±0.046	0.207±0.045	0.355
전체 APQ1	0.261	0.239±0.045	0.242±0.036	0.219±0.030	0.294
전체 APQ2	1.477	1.497±0.0078	1.567±0.114	1.508±0.100	0.403

Table 17. Shimmer in Over 55 Years Old Female Group(Unit: dB)

Constitution	Taeyangin	Soyangin	Taeumin	Soeumin	P-value
Shimmer	41.22	44.84±4.90	42.72±5.08	46.03±3.53	0.251
Total Shimmer	0.412	0.448±0.049	0.427±0.051	0.460±0.035	0.252
0k-2k Shimmer	0.410	0.448±0.049	0.425±0.053	0.461±0.036	0.226
2k-4k Shimmer	0.474	0.445±0.063	0.464±0.030	0.452±0.045	0.784
Octave2 Shimmer	0.013	0.013±0.0042	0.015±0.0064	0.019±0.0072	0.310
Octave3 Shimmer	0.120	0.136±0.018	0.121±0.029	0.159±0.041	0.057
Octave4 Shimmer	0.093	0.129±0.038	0.122±0.042	0.131±0.030	0.740
Octave5 Shimmer	0.115	0.110±0.048	0.115±0.021	0.107±0.029	0.898
Octave6 Shimmer	0.069	0.059±0.034	0.051±0.0086	0.044±0.012	0.132
F Shimmer(1)	1.730	2.249±0.067	2.146±0.293	2.478±0.302	0.012*
G# Shimmer(1)	2.052	1.894±0.244	2.181±0.381	2.492±0.327	0.033*
F Shimmer(2)	0.346	0.450±0.013	0.429±0.059	0.496±0.060	0.012*
G# Shimmer(2)	0.410	0.379±0.049	0.436±0.076	0.498±0.065	0.033*

* P<0.05

Table 18. Octave in Over 55 Years Old Female Group(Unit: dB)

Constitution	Taeyangin	Soyangin	Taeumin	Soeumin	P-value
Octave2	443033.57	378336.33 ±121585.35	492573.48 ±228294.34	516799.62 ±272920.70	0.842
Octave3	2242060	1498497 ±333087.10	1349473 ±317099.15	1550767 ±659779.87	0.318
Octave4	967595.67	664364.81 ±132330.20	742369.08 ±321070.83	667851.23 ±262870.51	0.719
Octave5	596903.38	342284.38 ±202644.78	342177.89 ±109396.93	273288.04 ±91766.98	0.046*
Octave6	142823.39	84854.86 ±68588.99	71709.21 ±21838.50	54752.81 ±16658.10	0.013*

* P<0.05

Table 19. Energy in Over 55 Years Old Female Group(Unit: dB)

Constitution	Taeyangin	Soyangin	Taeumin	Soeumin	P-value
Total Energy	99661547	73102595 ±20001014	81023735 ±17705249	76959784 ±28269274	0.749
Total Energy(2)	15595020	10730293 ±3721896	11674638 ±3115522	10217817 ±3617718	0.391
Time Domain					
Total Sum / Time Domain Count	2767.16	2606.16 ±648.48	2371.08 ±442.61	2194.35 ±754.45	0.612
0k-2k Total Sum	4.14E+09	1.31E+09 ±3.26E+08	2.02E+09 ±1.06E+09	2.23E+09 ±1.01E+09	0.124
0k-2k Dev.	1.70E+09	6.01E+08 ±2.07E+08	8.85E+08 ±5.24E+08	1.04E+09 ±4.96E+08	0.237
2k-4k Total Sum	1.39E+08	64527498 ±36848318	85809401 ±46130883	95285071 ±50375703	0.226
2k-4k Dev.	65745188	30068462 ±21168972	40614507 ±23402793	43420141 ±22431566	0.543
Zero Over Total E	49801163	36526115 ±9997051	40643854 ±9139528	38648523 ±14526746	0.766
Zero Under Total E	49860384	36576480 ±10003966	40379880 ±8602593	38311260 ±13768209	0.731
Zero Over Peak E	7757792	5270602 ±1844389	5850274 ±1583623	4936204 ±1738831	0.282
Zero Under Peak E	7837743	5459988 ±1880443	5824915 ±1575817	5282372 ±1907500	0.518
C S.D.	0.0061	0.024 ±0.009	0.011 ±0.0075	0.009 ±0.006	0.016*
F# S.D.(1)	0.0072	0.041 ±0.026	0.014 ±0.011	0.012 ±0.010	0.008*
F# S.D.(2)	549.90	11025.12 ±6984.07	2616.78 ±2260.75	4167.94 ±4675.34	0.016*
F# S.D.(3)	3425047	6402509 ±1180749	2446013 ±1683544	2794427 ±2373408	0.031*
G# S.D.(2)	18482.49	2460.26 ±1547.47	3414.02 ±3599.74	2756.56 ±4180.40	0.004*
G# S.D.(3)	17329831	1078118 ±459836.25	3482860 ±3254749	3138150 ±5395703	0.018*
G 편차(2)	3682175	1093493 ±5556748	3790090 ±3262457	2359919 ±1996392	0.002*

* P<0.05

Table 20. Peak, PeakValue in Over 55 Years Old Female Group(Unit: dB)

Constitution	Tacyangin	Soyangin	Taumin	Soeumin	P-value
Peak1	196.53	186.69±15.01	181.17±20.45	162.26±55.09	0.518
Peak2	401.61	351.72±27.01	345.17±59.80	310.55±89.73	0.446
Peak3	423.10	488.28±92.49	470.44±109.29	406.16±116.44	0.428
Peak4	598.63	658.53±119.64	660.56±126.55	556.77±101.41	0.135
Peak5	780.27	738.61±63.31	800.15±147.98	685.49±142.25	0.222
PeakValue1	11591817	10764390±5666840	10070927±3195556	8648281±4874735	0.727
PeakValue2	5853313	4188614±1391294	5458754±2800298	4859707±2385705	0.829
PeakValue3	3733906	3273163±914866	3122487±1511269	3310056±1416694	0.969
PeakValue4	3226607	1732628±978171	2082452±1128019	1480746±526215	0.165
PeakValue5	1549260	801136±450594	1218238±700875	1049492±378797	0.546

에서 유의성이 있었다. C(도) S.D., F(파)# S.D.(1), F(파)# S.D.(2), G(솔) 편차합(2)은 소양인집단이 다른 세집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. F(파)# S.D.(3)은 소양인집단이 태음인집단과 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. G(솔)# S.D.(2), G(솔)# S.D.(3)는 태양인집단과 태음인집단이 소양인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다(Table 19).

6) Peak, PeakValue

성인 여성 55세 이상에서의 Peak, PeakValue는 사상체질별로 유의성 있는 차이가 없었다(Table 20).

IV. 考 察

東武 李濟馬는 1894년 『東醫壽世保元』을 저술하여 각 體質마다 生理, 病理 및 豫防에 관한 다른 특징을 가지고 있다 하였으며, 이로 인해서 疾病의 診斷, 治療, 養生의 방법이 다르다고 설명하고 있다¹². 그러므로 四象醫學적으로 患者에게 접근하기 위해서는 體質을 감별하는 것이 가장 중요하다.

기존에는 四象體質과 音聲分析에 관한 연구를 위해 CSL(computerized speech lab)을 이용한 경우에는 기본주파수(pitch), 기본주파수의 범위(pitch range), 포먼트 주파수(formant frequency), 포먼트 폭(formant bandwidth), 단위시간당 발화 속도, 성대의 개방시간 및 폐쇄시간, 기타 음성

변수들(parameters)을 분석항목으로 삼았다^{8,9,13,14}.

성인여성의 음성특징은 해부학적인 차이에서 발생한다. 성대의 길이가 11~10mm로 17~22mm인 남자보다 짧고, 갑상연골의 각도는 120°도로 남자는 갑상의 각도 90°보다 크다. 이로 인해서 주로 사용하는 주파수 값에서 성인여성은 약 220Hz로 성인남성의 130Hz보다 높게 된다.

55세 전후의 갱년기 여성 목소리의 특징은 성호르몬과 관련이 깊다. 성호르몬의 급격한 변화가 오는 폐경기 여성들의 음성에 대한 연구에서 음성 검사상 기본주파수가 감소하는데 이것은 testosterone-estrogen 비의 증가로 인한 성대의 남성화로 인하여 성대구조가 변화하기 때문이라고 여겨지며 후두의 하강과도 관련 된다고 보고되고 있다¹⁵. 또한 성대점막의 위축 및 탈수와 함께 성문상하부에서 분비되는 점액의 점도가 높아지고 성대내근의 위축이 발생한다고 알려져 있으며, 성대점막과 자궁내막에 실시한 세포도말 검사상 폐경기 여성의 자궁내막에서 나타나는 점막의 위축, 선의 감소, 호산구의 증가 등의 조직학적 양상이 성대점막에서도 관찰된다고 한다¹⁶. 이처럼 성인여성의 목소리는 갱년기 전후에 차이가 있으므로 나누어서 연구하게 되었다.

본 연구에서는 성인 여성 212명을 대상으로 四象體質別 音響特性을 연구하였다. 단문을 읽어서 녹음시키고 PSSC를 이용해 성인 여성 전체 및 54세 이하, 55세 이상으로 나누어 四象體質에 따른 音響特性을 관찰하였다. 音響特性

에 관한 Parameter는 Pitch, APQ, Shimmer, Octave, Energy 및 기타 함수들이 있다. Pitch는 음성의 높낮이로 성대 진동주기에 대한 청자의 지각적인 개념이다. Pitch는 강세, 억양, 감정 등의 요인에 따라 변한다. 지금까지 알려진 바에 따르면 Pitch를 조절하는 가장 큰 요소는 성대 근육의 장력이다. 또한 사람에 따라 성도의 길이가 다른데 어린이나 여자가 그 길이가 짧아져 주파수가 높듯이 모든 사람들에게는 후두구조에 의해서 제약되는 Pitch의 범위가 있다. 남자는 보통 50~250Hz, 여자는 120~500Hz이다. 이는 최대범위로 보통은 자연스럽게 말할 때 평균적으로 사용하는 습관적인 Pitch level을 가지고 있다¹⁷⁻²⁰.

Pitch는 말하는 사람의 특징을 가장 잘 반영한다고 알려져 있어, 여러 가지 방면에서 다양하게 응용되고 있다. 공학적으로는 음성의 인식 코딩 합성에, 음성학적으로 운율정보를 나타내고, 심리학적으로 정서 상태의 판정에 쓰인다. 또 의학 분야에서는 음성장애상태를 판단하고 성악에서 가창력과 성량 측정 및 개선 등에 이용된다.

Pitch는 이와 같은 특징 때문에 체질별 특징을 가장 잘 나타내 줄 것으로 여겨졌던 항목이다.

숀⁹은 성인 여성 40명을 대상으로 음성 분석 연구를 하여 성인 여성의 에[e](0.5sec)음성에서는 太陰人집단의 Pitch range가 少陰人집단보다 더 높게 나왔다. 또한 216명의 성인 여성에서 '아' 모음 음성분석결과 Center Pitch에서 少陰人집단이 太陰人집단보다 유의성 있게 높게 나타났다²¹.

문장을 대상으로 한 본 연구에서 Pitch 항목 중 성인 여성 전체에서 유의성 있었던 항목은 Center freq.(3), Pitch2, Pitch S.D. 이었고, Center freq.(3)은 소양인집단이 태양인집단과 태음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. Pitch2는 태음인집단이 소음인집단과 태양인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. Pitch S.D.는 태양인집단이 소양인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. 따라서 성인 여성 전체에서 소양인집단과 태양

인집단은 Center freq.(3) 즉 129~256Hz를 많이 사용한다는 의미이고, 태음인집단은 Pitch2 즉 문장 음성 파형 중 2구간에서의 모음성분 평균 Pitch값을 많이 사용한다는 의미이며, 태양인집단은 Pitch S.D. 즉 Pitch 1~5의 표준편차 값을 많이 사용한다는 의미이다. 그러므로 성인 여성 전체에서 소양인집단과 태양인집단은 태음인집단보다 저음일 가능성이 높다.

Pitch 항목 중 연령별로 나눠서 본 성인 여성 54세 이하에서 유의성 있었던 항목은 Center freq.(2), Pitch(2), Pitch(3), Pitch S.D. 이었고, Center freq.(2)은 태음인집단이 태양인집단과 소양인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. Pitch(2), Pitch(3)는 태음인집단이 태양인집단과 소음인집단 보다 유의성 있게 높게 나타났고, Pitch S.D.는 태양인집단과 태음인집단이 소양인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. 따라서 성인 여성 54세 이하에서 태음인집단은 Center freq.(2), Pitch(2), Pitch(3) 즉 65~128Hz, 문장 음성 파형 중 2와 3구간에서의 모음성분 평균Pitch 값을 많이 사용한다는 의미이다. 그리고 성인 여성 54세 이하에서 태양인집단과 태음인집단은 Pitch S.D. 즉 Pitch1~5의 표준편차 값을 소양인집단보다 많이 사용한다는 의미이다. 그러므로 성인 여성 54세 이하에서 태음인집단은 65~128Hz의 음성을 많이 사용하므로 다른 집단에 비해 더욱 저음일 가능성이 높다.

Pitch 항목 중 연령별로 나눠서 본 성인 여성 55세 이상에서는 사상체질별로 유의성 있는 차이는 없었다.

APQ(center)란 Amplitude Perturbation Quotient의 약어로, 음성파형의 진폭 변동률을 구한 것이다. APQ 값이 높으면 음성은 탁하게 들리며, 낮으면 음성은 맑게 들린다.

기존 연구에서는 숀²¹이 216명의 성인 여성의 '아' 단음을 대상으로 하여 음성을 분석한 결과 성인 여성 전체에서 APQ는 유의성 있는 차이가 없었다.

본 연구에서도 APQ는 성인 여성 전체와 연령별로 나눠서 본 54세 이하, 55세 이상에서

사상체질별로 유의성 있는 차이가 없었다.

사람마다 주로 사용하는 음성의 옥타브 에너지가 다르며, Octave는 음성의 고저, 강약, 음색과 관련이 있다고 볼 수 있다.

기존 연구에서 ²¹이 216명의 성인 여성의 '아' 단음을 대상으로 하여 음성을 분석한 결과 성인 여성 전체에서 Octave 항목에서는 유의성 있는 차이가 없었다.

문장을 대상으로 한 본 연구에서 Octave항목 중 성인 여성 전체에서 유의성 있었던 항목은 Octave6이었고, Octave6은 태양인 집단이 소음인 집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. 따라서 태양인 집단은 Octave6 즉 1,025~2,048Hz의 음성 에너지를 많이 사용한다는 의미이다. 그러므로 성인 여성 전체에서 태양인은 다른 집단에 비해 고음일 가능성이 높다.

Octave항목 중 연령별로 나눠서 본 성인 여성 54세 이하에서 유의성 있었던 항목은 Octave2이었고, Octave2는 태양인 집단과 소양인 집단이 태음인 집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. 따라서 태양인 집단과 소양인 집단은 Octave2 즉 65~128Hz의 음성 에너지를 많이 사용한다는 의미이다. 그러므로 성인 여성 54세 이하에서 태양인과 소양인은 다른 집단에 비해 저음일 가능성이 높다.

Octave항목 중 연령별로 나눠서 본 성인 여성 55세 이상에서 유의성 있었던 항목은 Octave5, Octave6이었고, Octave5, Octave6은 태양인 집단이 소음인 집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. 따라서 태양인 집단은 Octave5와 Octave6 즉 513~2,048Hz까지의 음성 에너지를 많이 사용한다는 의미이다. 그러므로 성인 여성 55세 이상에서는 Octave 5~6 부분에서 태양인 집단이 소음인 집단에 비해 고음일 가능성이 높다.

본 실험에서는 Shimmer를 주파수에너지 특징을 관찰하기 위해 사용하였으며, 주파수 에너지의 편차를 정량화한 값이다.

기존 연구에서 ²¹이 216명의 성인 여성의 '아' 단음을 대상으로 하여 음성을 분석한 결과 성인 여성 전체에서 Shimmer 항목에서는 유의성

있는 차이가 없었다.

문장을 중심으로 한 본 연구에서 Shimmer항목 중 성인 여성 전체와 연령별로 나눠서 본 성인 여성 54세 이하에서는 사상체질별로 유의성 있는 차이가 없었다.

Shimmer항목 중 연령별로 나눠서 본 성인 여성 55세 이상에서 유의성 있었던 항목은 F(파) Shimmer(1), G(솔)# Shimmer(1), F(파) shimmer(2), G(솔)# Shimmer(2)이었고, F(파) Shimmer(1), F(파) shimmer(2)는 소음인 집단이 태양인 집단과 태음인 집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. G(솔)# Shimmer(1), G(솔)# Shimmer(2)는 소음인 집단이 소양인 집단보다 유의성 있게 높게 나타났다.

따라서 성인 여성 55세 이상에서 소음인 집단은 F(파) Shimmer(1), G(솔)# Shimmer(1), F(파) shimmer(2), G(솔)# Shimmer(2) 즉 F(파)음계(1), G(솔)#음계(1), F(파)음계(2), G(솔)#음계(2)에 해당하는 주파수 에너지의 합이 다른 집단에 비해 크다는 의미이다.

기존 연구에서 ²¹이 216명의 성인 여성의 '아' 단음을 대상으로 하여 음성을 분석한 결과 성인 여성 전체에서 Energy 항목에서는 유의성 있는 차이가 없었다.

문장을 중심으로 한 본 연구에서 Energy항목 중 성인 여성 전체에서 유의성 있었던 항목은 G(솔) Tot E(1), G(솔)# Tot E(1), G(솔) 편차합(1), G(솔)#편차합(1), A(라)# S.D.(2), G(솔) Tot E(2), G(솔)# Tot E(2), A(라)# S.D.(3), G(솔) 편차합(4), G(솔)# 편차합(4), F(파) S.D.(5), F(파)# S.D.(5), Max Average이었다.

G(솔) Tot E(1), G(솔)# Tot E(1), G(솔) 편차합(1), G(솔)#편차합(1), G(솔) Tot E(2), G(솔)# Tot E(2), G(솔) 편차합(4), G(솔)# 편차합(4)은 태양인 집단이 다른 세 집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. A(라)# S.D.(2)는 소양인 집단이 태양인 집단보다 유의성 있게 높게 나타났다.

A(라)# S.D.(3)는 태양인 집단이 태음인 집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. F(파) S.D.(5), F(파)# S.D.(5), Max Average는 태양인 집단이 소음인 집단보다 유의성 있게 높게 나타

났다.

성인 여성 전체에서 위 항목들에서 태양인 집단이 다른 집단과 유의성 있는 차이가 있는 것으로 나타났다.

Energy 항목 중 연령별로 나눠서 본 성인 여성 54세 이하에서 유의성 있었던 항목은 A(라)# S.D.(2), G(솔)# 편차합(1), G(솔)# 편차합(2), F(파)# S.D.(3), Max Average이었다.

A(라)# S.D.(2)는 태양인집단과 소양인집단이 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. G(솔)# 편차합(1), G(솔)# 편차합(2)는 태양인 집단과 소양인집단이 태음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. F(파)# S.D.(3)는 태양인 집단과 태음인집단이 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. Max Average는 태양인집단과 소양인집단이 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다.

따라서 성인 여성 54세 이하에서 태양인 집단과 소양인집단이 A(라)# S.D.(2), G(솔)# 편차합(1), G(솔)# 편차합(2)와 Max Average에서 다른 집단과 유의성 있는 차이가 있는 것으로 나타났고 태양인집단과 태음인집단은 F(파)# S.D.(3) 즉 F(파)#음계의 편차합을 각 음계의 에너지 합으로 나눈 값이 크다는 의미이다.

Energy 항목 중 연령별로 나눠서 본 성인 여성 55세 이상에서 유의성 있었던 항목은 C(도) S.D., F(파)# S.D.(1), F(파)# S.D.(2), F(파)# S.D.(3), G(솔)# S.D.(2), G(솔)# S.D.(3), G(솔) 편차합(2)이었다.

C(도) S.D., F(파)# S.D.(1), F(파)# S.D.(2), G(솔) 편차합(2)는 소양인집단이 다른 세 집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. F(파)# S.D.(3)은 소양인집단이 태음인집단과 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. G(솔)# S.D.(2), G(솔)# S.D.(3)는 태양인집단과 태음인집단이 소양인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다.

따라서 성인 여성 55세 이상에서 소양인 집단은 C(도) S.D., F(파)# S.D.(1), F(파)# S.D.(2), F(파)# S.D.(3), G(솔) 편차합(2) 항목에서 다른 집단에 비해 유의성 있는 차이가 있다고 나타

났고, 성인 여성 55세 이상에서 태양인집단과 태음인집단은 G(솔)# S.D.(2), G(솔)# S.D.(3)에서 다른 집단에 비해 유의성 있는 차이가 있다고 나타났다.

음성의 주파수 분포에서 기본 배음을 포함하여 10개의 배음성분의 주파수 값과 음성분의 크기로 나타내는 Peak1~10와 PeakValue1~10의 항목 중 성인 여성 전체에서 유의성 있었던 항목은 Peak3, Peak4, PeakValue1, PeakValue2, PeakValue3, PeakValue5 이었다.

Peak3, Peak4는 태음인집단이 태양인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. PeakValue1은 태음인집단이 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. PeakValue2는 태양인집단이 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. PeakValue3, PeakValue5는 태양인집단이 다른 세 집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. 따라서 태음인집단은 Peak3, Peak4, PeakValue1 영역에서 크다는 의미이고, 태양인집단은 PeakValue2, PeakValue3, PeakValue5 영역에서 크다는 의미이다.

Peak1~10와 PeakValue1~10의 항목 중 연령별로 나눠서 본 성인 여성 54세 이하에서 유의성 있었던 항목은 Peak3, PeakValue2, PeakValue3, PeakValue5, PeakValue9 이었다.

Peak3은 태음인집단이 태양인집단과 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. PeakValue2는 태양인집단과 태음인집단이 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. PeakValue3은 태양인집단과 소음인집단이 태음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. PeakValue5는 태양인집단과 소양인집단이 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. PeakValue9는 태양인집단과 소양인집단이 태음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다.

위 항목에서 태양인집단은 다른 집단에 비해 유의성 있는 차이가 있는 것으로 나타났다. 태음인집단은 Peak3, PeakValue2 영역에서 소양인 집단은 PeakValue5, PeakValue9 영역에서 소음인 집단은 PeakValue3 영역에서 유의성 있는 차이가 있는 것으로 나타났다.

기존의 단모음에 대한 음성분석 실험연구와는 다르게, 본 연구에서는 단문을 중심으로 성인 여성의 음성을 분석하였다. 몇 가지 문제점으로 대두되는 것은 태양인의 숫자가 2명으로 타 체질집단에 비해 너무 적다는 것이다. 태양인 집단에 대한 음성이 충분히 확보되길 바라며, 연령별 분포가 20대(46.7%), 30대(21.2%)로 20 ~ 30대가 67.9%로 대부분을 차지하고 그 이후의 연령대는 적은 편이다. 이후의 연구에서는 비슷한 연령별 분포를 이뤄서 각 연령대에서 체질별 특성을 살펴보는 연구도 필요하리라 사료된다.

V. 結 論

212명의 성인 여성에 대해 단문을 중심으로 음성을 분석하여 아래와 같은 결과를 얻었다.

1. 성인여자전체

1) Pitch

Center freq.(3) 은 소양인집단이 태양인집단과 태음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. Pitch2는 태음인집단이 소음인집단과 태양인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. Pitch S.D. 는 태양인집단이 소양인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다.

2) Octave

Octave 6은 태양인집단이 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다.

3) Energy

G(솔) Tot E(1), G(솔)# Tot E(1), G(솔) 편차합(1), G(솔)#편차합(1), G(솔) Tot E(2), G(솔)# Tot E(2), G(솔) 편차합(4), G(솔)# 편차합(4)은 태양인집단이 다른 세집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. A(라)# S.D.(2)는 소양인집단이 태양인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. A(라) # S.D.(3)는 태양인집단이 태음인집단보다 유의성

있게 높게 나타났다. F(파) S.D.(5), F(파)# S.D.(5), Max Average 는 태양인집단이 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다.

4) Peak, PeakValue

Peak3, Peak4 는 태음인집단이 태양인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. PeakValue1은 태음인집단이 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. PeakValue2는 태양인집단이 소음인집단 보다 유의성 있게 높게 나타났다. Peak Value3, PeakValue5는 태양인집단이 다른 세집단보다 유의성 있게 높게 나타났다.

5) APQ와 Shimmer에서는 사상체질별 유의성 있는 차이가 없었다.

2. 성인여자 54세 이하

1) Pitch

Center freq.(2) 은 태음인집단이 태양인집단과 소양인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. Pitch(2), Pitch(3)는 태음인집단이 태양인집단과 소음인집단 보다 유의성 있게 높게 나타났다. Pitch S.D. 는 태양인집단과 태음인집단이 소양인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다.

2) Octave

Octave2는 태양인집단과 소양인집단이 태음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다.

3) Energy

A(라)# S.D.(2),는 태양인집단과 소양인집단이 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. G(솔)# 편차합(1), G(솔)# 편차합(2)는 태양인집단과 소양인집단이 태음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. F(파)# S.D.(3)는 태양인집단과 태음인집단이 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. Max Average는 태양인집단과 소양인집단이 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다.

4) Peak, PeakValue

Peak3은 태음인집단이 태양인집단과 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. PeakValue2는 태양인집단과 태음인집단이 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. PeakValue3은 태양인집단과 소음인집단이 태음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. PeakValue5는 태양인집단과 소양인집단이 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. PeakValue9는 태양인집단과 소양인집단이 태음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다.

5) APQ와 Shimmer에서는 사상체질별 유의성 있는 차이가 없었다.

3. 성인 여자 55세 이상

1) Shimmer

F(파) Shimmer(1), F(파) shimmer(2)는 소음인집단이 태양인집단과 태음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. G(솔)# Shimmer(1), G(솔)# Shimmer(2)는 소음인집단이 소양인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다.

2) Octave

Octave5, Octave6은 태양인집단이 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다.

3) Energy

C(도) S.D., F(파)# S.D.(1), F(파)# S.D.(2), G(솔) 편차합(2)은 소양인집단이 다른 세집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. F(파)# S.D.(3)은 소양인집단이 태음인집단과 소음인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다. G(솔)# S.D.(2), G(솔)# S.D.(3)는 태양인집단과 태음인집단이 소양인집단보다 유의성 있게 높게 나타났다.

4) Pitch, APQ와 Peak, PeakValue에서는 사상체질별 유의성 있는 차이가 없었다.

이상의 결과로 볼 때 여러 음성 Parameter 중, Pitch, Octave, Energy, Shimmer, APQ가 중요한

변수이며, 본 논문에서도 Pitch, Octave, Energy 부분에서 사상체질별로 유의성 있는 차이가 인정되었다.

향후 논문에서는 사상체질과 증상에 따른 음성분석에 차이가 있는지도 연구가 필요하리라 사료된다.

VI. 參考文獻

1. 김형순. 음성인식. 대한음성학회지. 1994;156-165.
2. 고도홍 외. 음성 및 언어 분석기기 활용법. 한국 문화사, 2000;130-162.
3. 양유걸. 황제내경영추역해. 대성문화사, 서울, 1990;491.
4. 왕기 편저. 황제내경 소문금석. 정보사, 서울 1983;26-38.
5. 김동준. 사상체질음성분석기(PSSC-2004)를 통한 성인남성의 체질별 음향특성 연구. 상지대학교 대학원. 박사학위 논문. 2005;34.
6. 고병희, 김경요, 김달래, 김종원, 김진성, 박성식의 10인. 사상의학. 집문당, 서울, 1997;121.
7. 양승현, 김달래. 성문과 사상체질과의 상관성에 관한 연구. 사상의학회지. 1996;8(2):91-201.
8. 양상묵, 김선형, 유준상, 김형석, 이영훈, 김달래. Pitch Range와 Bandwidth를 이용한 음성특성과 사상체질간의 상관성 연구. 사상체질학회지. 2001;13(3):31-39.
9. 김선형, 신미란, 김달래, 권기록. Laryngograph와 EGG를 이용한 음향특성과 사상체질간의 상관성 연구. 사상체질학회지. 2000;12(1):144-156.
10. 유준상, 김달래. 청각적 성음분석을 통한 사상체질진단에 관한 연구. 사상체질학회지. 2004;16(3):46-58.
11. 박종구, 장세진 공저. SPSS/PC⁺를 이용한 보건통계학. 도서출판 우현, 1997;111-137.
12. 이재마. 동의수세보원. 행림출판, 서울, 1986:137-142

13. 신미란, 김달래. CSL을 통한 음향특성과 사상체질간의 상관성 연구. 사상체질의학회지. 1999;11(1):137-158
14. 박성진, 김달래. Harmonics(배음)와 Formant Bandwidth(포먼트 폭)를 이용한 음성특성과 사상체질간의 상관성 연구. 사상체질의학회지. 2004;16(1):191-201.
15. Hong KH, Kim HK, Yoon HW, Kim SW. A Study for the change of laryngeal position and vocal pitch with aging process. J Korean Logopedic Phoniatrics. 1998;9:697-703.
16. 고민석 외. 폐경기 여성의 음성 및 청력변화에 대한 고찰. 대한 산부인과 학회지. 2001; 44(8):1522-1525.
17. 김달래, 박성식, 권기록. 성문분석법에 의한 사상체질진단의 객관화 연구(I). 사상의학회지. 1998;10(1):65-80.
18. 구회산, 고도홍, 양병근, 김기호, 안상철. 음성학과 음운론. 한신문화사, 서울, 1998:15-16.
19. 고도홍, 정옥란 외. 공편. 음성 및 언어 분석 기기 활용법. 한국문화사, 서울, 2001:177-175.
20. 고도홍, 구회산, 김기호, 양병근. 음성언어의 이해. 한신문화사, 서울, 1995:170:99-102.
21. 김선형, 한동윤, 윤지영, 김달래, 전종원. 사상체질 음성분석기(PSSC-2004)를 통한 한국인 성인 여성의 체질별 음향특성 연구. 사상체질의학회지. 2005;17(1):84-102.

K C I