

한열과 음성분석지표의 상관성 연구

양동훈 · 유승연 · 조신웅 · 박찬규* · 박영재 · 박영배

경희대학교 한의과대학 진단·생기능의학과학교실, *경희대학교 학과간협동과정 한방인체정보의학과

Abstract

Correlation Analysis between Cold-Heat Score and Acoustic Analysis Index

Dong-Hoon Yang, Seung-Yeon Yoo, Shin-woong Cho, Chan-Kyu Park*, Young-Jae Park, Young-Bae Park

Dept. of Biofunctional Medicine and Diagnosis, College of Oriental Medicine, Kyung Hee University

**Dept. of Human Informatics of Oriental Medicine, Interdisciplinary Programs, Kyung Hee University*

Objective:

We performed this study to check relationship of Cold-Heat attribute analyzed quantitatively by questionnaire with acoustic analysis index.

Method :

We checked a questionnaire composed of 15 items about the contents of Cold-Heat and asked 83 subjects to answer in the form Likert-like 7-points score. And then, we extracted Cold-Heat attribute from heat score, cold score, heat index and cold index. we measured the acoustic analysis indexes of cardinal vowels by Dr. speech program. Afterward, the data were analyzed by correlation analysis.

Results :

All cardinal vowels is positive correlated with cold score, heat score and cold index. NNE of vowel /a/ is negative correlated with cold index. Shimmer and F0 tremor of vowel /e/ is negative correlated with cold index. Jitter of vower /u/ is positive correlated with Cold score.

Key Words : Acoustic Analysis, Cold-Heat, Questionnaire

I. 서론

八綱辨證 중 임상에서 사용되는 寒熱에 대해 환자의 증상을 정량화하고 객관적인 생체정보 신호를 확보하여 상호간의 관계를 규명함으로써 辨證 客觀化를 도모하는 연구들이 발표되었다. 박¹⁾은 脈率과 寒熱辨證이 밀접하게 관련되어 있다고 보고하였고, 박²⁾은 寒熱辨證의 내용과 자율신경기능의 발현 양상의 상관성을 보고하였다. 이후 김³⁾은 한열설문지를 개발하였고, 이를 이용하여 뇌파⁴⁾, 호흡변이도⁵⁾와의 상관관계를 밝히는 등 寒熱을 객관화하려는 연구가 이어지고 있다.

음성은 성격, 인성, 감정, 신체상태 등 한 개인에 대한 여러 가지 정보를 대변해준다. 음성분석을 통해 음성장애 및 후두질환의 정확한 진단은 물론 감정상태⁶⁾, 스트레스⁷⁾와 연관성을 보고되고 있고, C.C.Chiu⁸⁾는 氣虛 및 陰虛辨證에서 음성분석의 유의성을, Barros⁹⁾는 五音과 음성 기본주파수와와의 연관성을 밝히는 등 중의학에서의 음성연구도 활발하다. 이는 한의학에서 이용하는 望聞問切의 四診 중에 聞診을 객관화시키는 의미로 발전시킬 수 있다.

음성분석에는 주관적인 GRBAS척도¹⁰⁾가 있으며, 최근에는 컴퓨터 기술 발달에 힘입어 음성분석을 객관화하고 정량화하여 활용하는 경향을 증가하고 있다. Dr. speech 4.0은 음성분석프로그램으로 실시간 음성분석을 할 수 있는 모듈과 성대의 수준에서 음성을 체크할 수 있는 Electroglottography(EGG)모듈이 혼합되어, 다양한 지표를 산출하여 여러 연구에서 유용하게 사용되어 이 연구에 사용하게 되었다.

본 연구에서는 Dr. speech를 이용한 음성분석을 통하여 寒熱辨證과의 연관성을 살펴보고, 임상적인 의미에 대해서 살펴보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 2008년 11월 17일부터 2008년 11월 25일까지 9일간 건강한 남녀 성인을 모집하여 임상 시험 동의서에 서면으로 동의한 자로 총 83명을 대상으로 하였다. 피검자는 아래와 같이 연구에 영향을 미칠 수 있는 경우는 제외하였다.

- 1) 기왕력상 폐질환이나 신경계질환, 후두질환을 앓은 적이 있는 자
- 2) 현재 해수, 객담, 발열 등을 수반하는 각종 상기도 감염증상이 있는 자
- 3) 연구 참여 거부 의사를 밝힌 자
- 4) 기타의 원인으로 측정이 불가능한 자

2. 측정 및 분석

피검자로 선정된 자원자를 대상으로 검사 전 15~20℃의 조용한 방안에서 피검자는 안정을 취하여 편안한 상태에서 측정하였고, 피검자에게 임상시험에 대하여 구두로 설명하였으며, 동의서를 작성하였다.

1) 음성

음성의 채취는 편안한 좌위상태에서 입술에서 10cm 떨어진 곳에 마이크로폰을 위치시키고 5초간 지속적으로 기본모음인 /아/, /에/, /이/, /오/, /우/를 각각 3회 발성하게 하였으며 그 중 가장 안정되게 발성된 음성을 선택하였다. Dr. speech를 이용하여 Fundamental Frequency(F0), Jitter, Shimmer, F0 tremor, Amp tremor, Normalized Noise Energy (NNE)를 측정하였다.

2) 한열

한열변증설문지는 ‘구갈’, ‘번조’, ‘번비’, ‘오한’, ‘수족냉’, ‘설사’ 등 6개 범주의 15개 문항으로 구성되었으며, 최근 1개월간 나타난 증상의 변화에 대해 답변하도록 설계되었다. 답변에 대한 척도는 증상 발현의 빈도와 정도에 따라 리커트 형식의 7점 척도를 사용하여, ‘전혀 아니다’, ‘아니다’, ‘아닌 편이다’, ‘보통이다’, ‘그런 편이다’, ‘그렇다’, ‘매우 그렇다’ 가운데 하나를 선택하게 하였다. 김³⁾의 연구에서 가중치 범주 평균의 합으로 열점수(S-Heat; heat score)와 한점수(S-Cold; cold score)을 구하였다. 그리고 열지수(I-Heat; heat index)와 한지수(I-Cold; cold index)는 열점수와 한점수를 각각 열점수의 최대값과 한점수의 최대값으로 나눈 것으로서, 한열속성의 점유도를 백분율로 산출하였다.

3. 통계처리

한열설문지를 통해 측정된 열점수, 한점수, 열지수, 한지수와 Dr. speech science program을 사용하여 얻어낸 매개변수인 Fundamental Frequency(F0), Jitter, Shimmer, F0 tremor, Amp tremor, NNE와의 상관관계를 알아보기 위해 Pearson 상관계수를 사용하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 특징

참가자의 특징의 위의 표와 같다(Table 1). 음성지표의 /아/, /에/, /이/, /오/, /우/ 각각의

Table 1. Characteristics of the participants

	Min	Max	Mean±SD
Age	19	33	20.84±2.45
Height	153	190	171.61±8.02
Weight	42.50	93.00	64.71±11.21
BMI	16.85	29.37	21.84±2.65

Table 2. Descriptive Statistics of Vocal Analysis Index

	/a/	/e/	/i/	/o/	/u/
Mean F0	169.58±47.70	175.67±48.97	180.11±51.06	179.83±50.45	181.14±51.03
Jitter	0.14±0.07	0.14±0.04	0.16±0.11	0.15±0.09	0.18±0.11
Shimmer	1.86±0.94	1.93±1.00	2.16±1.29	1.32±0.99	1.70±1.26
F0 Tremor	2.08±2.08	2.50±2.76	2.39±2.72	3.36±3.91	2.73±2.98
Amp Tremor	2.52±2.37	2.27±2.05	2.43±2.19	2.15±1.36	2.19±1.79
NNE	-14.55±3.77	-14.43± 3.86	-13.43±3.89	-9.73±4.05	-9.42±4.12

mean±standard deviation

Fundamental Frequency(F0), Jitter, Shimmer, F0 tremor, Amp tremor, NNE는 표와 같다(Table 2).

2. 한열설문과 음성분석지표의 상관분석

1) 모음 /아/

모음 /아/의 음성분석지표와 한.열점수, 한.열지수와의 상관분석을 시행하였다. 열점수와 한점수 모두 F0와 유의한 상관성을 보였는데, 한점수와의 상관지수(0.569)가 열점수와의 상관지수(0.464)보다 높았다. 한지수와 F0의 상관성(0.426)으로 유의하게 나왔다. 모음 /아/에서 특이한 점은 한점수, 한지수와 NNE의 상관지수가 -0.392와 -0.328로 유의하게 나

온 점이다(Table 3).

2) 모음 /에/

모음 /아/ 와 마찬가지로 열점수와 한점수 모두 F0과 유의한 상관성을 보였는데, 한점수와의 상관지수(0.580)가 열점수와의 상관지수(0.443)보다 높았다. 한지수와 F0의 상관성(0.441)으로 유의하게 나왔다. 모음 /에/에서는 한점수와 Shimmer가 유의한 음의 상관성(-0.266)의 보였고, 한점수와 F0 tremor도 유의한 음의 상관성(-0.231)을 보였다(Table 4).

3) 모음 /이/

열점수와 한점수 모두 F0과 유의한 상관성을 보

Table 3. Correlation analysis for Cold-heat Score & Index and Voice Analysis indexes of vowel /a/

	S-Heat	S-Cold	I-Heat	I-Cold
F0	0.464***	0.569***	0.047	0.426***
Jitter	0.080	-0.075	0.070	-0.095
Shimmer	-0.061	-0.064	-0.071	-0.075
F0 Tremor	0.065	-0.099	0.069	-0.110
Amp Tremor	-0.005	-0.147	0.008	-0.167
NNE	-0.176	-0.392***	0.052	-0.328**

*: P<0.05, **: P<0.01, ***: P<0.001

Table 4. Correlation analysis for Cold-heat Score & Index and Voice Analysis indexes of vowel /e/

	S-Heat	S-Cold	I-Heat	I-Cold
F0	0.443***	0.580***	0.026	0.441***
Jitter	0.151	0.087	0.002	0.022
Shimmer	-0.175	0.022	-0.231*	0.002
F0 Tremor	-0.175	0.086	-0.266*	0.044
Amp Tremor	-0.138	-0.168	-0.122	-0.175
NNE	0.048	0.112	-0.105	0.061

*: P<0.05, **: P<0.01, ***: P<0.001

였는데, 한점수와와의 상관지수(0.561)가 열점수와와의 상관지수(0.449)보다 높았다. 한지수와 F0의 상관성(0.423)으로 유의하게 나왔다(Table 5).

4) 모음 /오/

열점수와 한점수 모두 F0과 유의한 상관성을 보였는데, 한점수와와의 상관지수(0.541)가 열점수와와의

상관지수(0.453)보다 높았다. 한지수와 F0의 상관성(0.399)으로 유의하게 나왔다(Table 6).

5) 모음 /우/

열점수와 한점수 모두 F0과 유의한 상관성을 보였는데, 한점수와와의 상관지수(0.538)가 열점수와와의 상관지수(0.446)보다 높았다. 한지수와 F0의 상관성

Table 5. Correlation analysis for Cold-heat Score & Index and Voice Analysis indexes of vowel /i/

	S-Heat	S-Cold	I-Heat	I-Cold
F0	0.449***	0.561***	0.039	0.423***
Jitter	0.014	0.206	-0.031	0.208
Shimmer	-0.061	0.131	-0.175	0.094
F0Tremor	0.062	-0.085	-0.002	-0.121
AmpTremor	0.070	0.037	-0.032	-0.013
NNE	0.031	0.043	-0.016	0.024

*: P<0.05, **: P<0.01, ***: P<0.001

Table 6. Correlation analysis for Cold-heat Score & Index and Voice Analysis indexes of vowel /o/

	S-Heat	S-Cold	I-Heat	I-Cold
F0	0.453***	0.541***	0.044	0.399***
Jitter	0.145	0.191	0.023	0.148
Shimmer	-0.120	0.021	-0.159	0.009
F0Tremor	0.202	0.008	0.125	-0.039
AmpTremor	-0.136	-0.151	-0.136	-0.157
NNE	0.052	0.044	-0.095	-0.016

*: P<0.05, **: P<0.01, ***: P<0.001

Table 7. Correlation analysis for Cold-heat Score & Index and Voice Analysis indexes of vowel /u/

	S-Heat	S-Cold	I-Heat	I-Cold
F0	0.446***	0.538***	0.039	0.396***
Jitter	0.141	0.260*	-0.043	0.192
Shimmer	-0.067	0.119	-0.200	0.071
F0 Tremor	0.009	0.138	-0.124	0.081
Amp Tremor	0.059	0.103	-0.069	0.054
NNE	0.077	0.175	-0.100	0.110

*: P<0.05, **: P<0.01, ***: P<0.001

(0.396)으로 유의하게 나왔다. 모음 /우/에서는 한점수와 Jitter가 유의한 양의 상관성(0.260)을 보였다 (Table 7).

IV. 고찰

한의학적 진단에 있어 한열은 중요한 평가 지표 중의 하나이다. 한열에 대한 설문은 김³⁾ 등의 ‘한열변증설문지개발’에서 이용되었던 문항을 이용하였다. 설문의 문항은 5종의 문헌을 참고하여 제작한 문항을 설문 조사와 임상 한의사의 평가를 거쳐 중요도순으로 선택한 설문지에서 최종적으로 선택하였다. 현재까지 한열변증설문지를 이용한 연구는 오 등¹¹⁾의 良導絡과 陰陽, 寒熱에 관한 연구, 김 등¹²⁾의 心機圖의 測定指標와 寒熱에 관한 연구, 백 등¹³⁾의 건강 검진 결과와 寒熱에 관한 연구, 김 등¹⁴⁾의 神門穴 자극과 寒熱性向이 心博變移度에 미치는 영향, 배 등의 뇌파⁴⁾, 호흡변이도⁵⁾와의 상관성에 대하여 보고되는 등 寒熱을 객관화하려는 연구가 이어지고 있다.

음성은 성격, 인성, 감정, 신체상태 등 한 개인에 대한 여러 가지 정보를 대변해준다. 임상적으로 음성분석에 관한 연구는 주로 성별¹⁵⁾, 연령¹⁶⁻¹⁷⁾, 흡연¹⁸⁾ 등과 연관되어 이루어져왔다. 그리고 음성분석을 통해 음성장애 및 후두질환의 정확한 진단은 물론 감정상태⁶⁾, 스트레스¹⁹⁾와 연관성을 보고되고 있고, C.C.Chiu⁸⁾는 氣虛 및 陰虛辨證에서 음성분석의 유의성을, Barros⁹⁾는 五音과 음성 기본주파수와와의 연관성을 밝히는 등 중의학에서의 음성연구도 활발하다. 이는 한의학에서 이용하는 望聞問切의 四診 중에 聞診을 객관화시키는 의미로 발전시킬 수 있다. 聞診은 望聞問切의 하나로, 『難經·六十二難』에서는 “望而知之謂之神 聞而知之謂之聖 問而知之謂之工 切而知之謂之巧”²⁰⁾이라하여 듣고서 아는 것을

聖이라 하여 望診 다음에 聞診의 중요성을 강조하였고 이후 傷寒論, 金櫃要略 등에서도 부분적으로 활용하였지만, 다른 진단법에 비하여 연구가 미흡한 편이다²¹⁾.

기존 연구에서 聲音을 통한 寒熱의 분별에 관해서는 실험보다는 原文考察을 위주로 연구되어있다. 聲音을 변별할 때는 語聲의 有無, 語調의 高低, 強弱, 清濁, 鈍銳 및 異常聲響의 有無에 주의하여 辨證에 참고한다. 語聲이 높고 항진되며 크고 맑으며 유택하면서 성음이 계속 이어지는 것은 陽證, 實證, 熱證에 속하는 것이 많고, 語聲이 낮고 미세하며 약하고 말이 늘어지며 성음이 끊어지고 혹은 처음에는 무겁다가 나중에 가벼워지는 것은 陰證, 虛證, 寒證에 속하는 것이 많다고 하였고²²⁾ 寒證은 일반적으로 많이 말하지 않고자 하고, 熱證은 일반적으로 말을 많이 하기 좋아한다고 하였다.²³⁾ 『東醫寶鑑』에서는 “咳嗽聲嘶者血虛受熱也...〈丹心〉”²⁴⁾이라하였고, 또한 “咽喉之病皆屬火門, …三焦心主脈竝絡喉氣熱內結故爲喉痺”²⁵⁾이라 하여 聲音의 관련된 질병을 서술하고 있다.

음성분석에는 음성을 검사하는 방법에는 공기 역학적 검사, 음향 검사, 성대진동 검사, 근신경 검사, 청각 심리 검사 등이 있다. 최근까지는 청각인상에 기인한 평가법으로서 GRBAS척도를 표준으로 정했지만, 주관적인 평가법에 의한 평가의 애매성이나 불안정성을 피할 수가 없다¹⁰⁾. 이로 인해 최근에는 컴퓨터 프로그램을 통해 음성의 이상 현상을 정량화하여 진단 및 치료에 활용하는 경향이 증가하고 있다.

현대의학에서 음성 진단을 위한 sample의 분석은 다양한 기구와 프로그램을 통해 그 지표를 분석해내는데, 임상 현장에서 음성 장애인의 음성을 음향학적 측면에서 분석하는데 많이 사용되는 기기로는 CSL(Computerized Speech Lab., Kay Elemetrics

Co.)의 MDVP(Multidimensional Voice Program), Dr. Speech, Multi-Speech, CSpeech, Visi-Pitch, Praat, PCQuirer 등이 있으며, 이 중 음질과 관련된 여러 가지 매개변수 값들을 측정하기 위해 주로 사용되는 대표적인 기기로 Dr. Speech, Praat 등이 있다. Dr. speech 4.0은 음성분석프로그램으로 실시간 음성 분석을 할 수 있는 모듈과 성대의 수준에서 음성을 체크할 수 있는 Electroglottalgraphy(EGG)모듈이 혼합되어, 다양한 지표를 산출하여 여러 연구에서 유용하게 사용되어 이 연구에 사용하게 되었다²⁶⁻²⁷⁾.

음성 분석의 지표는 Fundamental Frequency(F0), Jitter, Shimmer, NNE 등을 분석하는데, 그 중 Fundamental Frequency는 모음 연장 발생시의 기본 주파수로서 초당 성대 진동수를 나타내고, Jitter는 성대 진동의 주기마다 시간의 불규칙성으로서 음도변이를 나타내고, 기본주기의 흔들림이 빠른 성문으로 거친 목소리 (harsh voce quality)를 반영한다. Shimmer는 성대 진동의 주기마다 강도의 불규칙성으로 강도 변이를 나타내며, 진폭흔들림이 빠른 성문으로 애성 (hoarse voice quality)을 반영한다. Jitter와 Shimmer는 성대간의비대칭성, 공기흐름의 장애, 성대내 점액질의 작용, 모세혈관의 분포 등에 의해 생기는 것으로 추정되며 병적인 상태에서 값이 증가된다²⁸⁾. NNE는 발생시 산출되는 소음에너지를 측정한다. 배음보다는 소음에너지에 초점을 맞추고 있으며, 실제로 음성 병리부분에서는 NNE를 많이 사용하고 있는데, 그 이유는 NNE는 성문폐쇄의 정도와 관련이 있기 때문이다²⁹⁾. 성대의 변성 유무를 체크하는데 가장 민감한 매개변수이다. HNR보다 성대이상으로 인한 병적인 잡음에 대하여 측정을 민감하게 한다고 알려져 있다³⁰⁾. Amp tremor 와 FO tremor는 각각 진폭떨림과 주파수 떨림으로 주기지표의 변조(1-15 Hz modulation)이다.

V. 결 론

본 연구에서는 음성분석을 통하여 寒熱辨證과의 연관성을 살펴보았다. 건강한 성인남녀 83명을 대상으로 한열설문지와 음성지표를 측정하였다. 기존 연구를 통해 한열설문지에서는 한점수, 열점수, 한지수, 열지수를 분석하였다. 그리고 음성은 기본모음인 /아/, /에/, /이/, /오/, /우/의 Fundamental Frequency(F0), Jitter, Shimmer, FO tremor, Amp tremor, NNE를 Dr. speech program으로 추출하였다. 다섯 모음 모두 F0는 한열점수와 유의한 양의 상관성을 나타내었으나 한점수의 상관성이 비교적 높았고 한지수와도 유의한 양의 상관성을 나타내었다. 특징적인 점은 모음 /아/의 경우 한점수, 한지수와 NNE가 음의 상관성을 나타내었고 모음 /에/는 Shimmer가 유의한 음의 상관성을 보였고 한점수와 FO tremor도 유의한 음의 상관성을 보였다. 모음 /우/에서는 한점수와 Jitter가 유의한 양의 상관성을 보였다.

전체적으로 한증의 특성이 음성지수와 연관이 많았으며, 각자 모음에 따라 음성지표에 특이한 연관성을 갖는 경우가 보인다. 이는 앞으로 음성에 관련된 연구에서 한열설문지의 기초자료로 활용될 것으로 생각되며, 질병, 진단, 치료 등의 연구와 연관되어 다양한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 박영배, 허웅. 遲·緩·數脈의 脈率 研究. 대한한의 진단학회지. 2001;3(1): 20-27.
2. 박영재, 남동현, 박영배. 변증과 자율신경기능의 상관성 연구. 대한한의진단학회지. 2002; 6(1): 1-12.
3. 김숙경, 박영배. 한열변증설문지 개발. 대한한의

- 진단학회지. 2003;7(1):64-75.
4. 배노수, 박영재, 오환섭, 박영재. 뇌파의 상관차원과 한열설문지와와의 상관분석. 대한한의진단학회지. 2007;11(2):116-127.
 5. 배노수, 오환섭, 박영배. 호흡변이도 및 호흡지표와 한열의 상관관계에 대한 연구. 대한한의진단학회지. 2009;12(2):97-106.
 6. P. Wittels, B. Johannes, R. Enne, K. Kirsch, HC. Gunga. Voice monitoring to measure emotional load during short-term stress. *Eur J Appl Physiol*. 2002;87:278-282.
 7. E. Mendoza, G. Carballo. Acoustic analysis of induced vocal stress by means of cognitive workload tasks. *Journal of Voice*. 1998;12(3):263-273.
 8. Chiu CC, Chang HH, Yang CH. Objective auscultation for traditional Chinese medical diagnosis using novel acoustic parameters. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. 2000;62:99-107.
 9. Dotta de Barros FC, De Barros SE. The fundamental frequency of voice and its correlations with the five sounds of the traditional Chinese medicine. *Acupuncture and Electro-Therapeutics Res*. 2007;32:211-221.
 10. 이형석, 태경, 장경진, 김경우, 김경래, 박철원. Dr. Speech Science를 이용한 정상 및 후두질환 환자의 음향분석. 대한음성언어의학회지. 1997; 8(2):166-172.
 11. 오수진, 박영재, 박영배. 양도락 패턴별 음양, 한열 특성에 관한 연구. 대한한의진단학회지. 2004;8(1):86-108.
 12. 김숙경, 임재중, 박영재, 박영배. 寒熱이 心機圖의 測定指標에 미치는 影響. 대한한의진단학회. 2004;8(2):135-153.
 13. 백태선, 박영재, 박영배, 박재형, 임재중. 한열변증 설문지와 일반적 건강 검진 결과와의 상호연관성에 관한 비교 연구. 대한한의진단학회. 2005; 9(2):145-152.
 14. 김동훈, 양동훈, 김은정, 남동우, 박연철, 박영재, 이상철, 박영배. 神門穴 刺戟과 寒熱性向의 交互作用이 心朴變移度에 미치는 影響. 대한침구학회지. 2006;23(1):25-38.
 15. Stoicheff ML. Speaking fundamental frequency characteristics of nonsmoking females. *J Speech Hear Res*. 1981;24:437-441.
 16. 진성민, 권기환, 강현국. 연령증가에 따른 정상 노인의 음향분석학적 특징. 대한음성언어의학회지. 1997;8(1):44-48.
 17. 김찬우, 차홍익, 장일환, 김선태, 오승철, 석윤식, 이영숙. 한국어 모음에서 연령증가에 따른 제2음형대의 변화양상. 대한음성언어의학회지. 1999; 10(2):119-123.
 18. I. Guimarães, E. Abberton. Health and voice quality in smokers: an exploratory investigation. *Logopedics Phoniatrics Vocology*. 2005; 30:185-191.
 19. E. Mendoza, G. Carballo. Acoustic analysis of induced vocal stress by means of cognitive workload tasks. *Journal of Voice*. 1998;12(3): 263-273.
 20. 凌耀星. 難經校注. 서울, 일중사, 1991. p 58.
 21. 김용찬, 강정수. 문진 중 성음·음성에 대한 연구. 동의생리병리학회지. 2006;20(2):320-327.
 22. 朱文鋒 主編, 證의진단학, 상해, 상해과학기술 출판사, 1995, p52.
 23. 吳國定, 내경진단학, 서울, 대성문화사, 1991,

p 174.

24. 許浚. 對譯東醫寶鑑. 서울, 동의보감출판사. 2005.
p167.
25. 許浚. 對譯東醫寶鑑. 서울, 동의보감출판사. 2005.
p616.
26. 유재연, 정옥란, 장태엽, 고도홍. MDVP와 Praat, Dr.Speech간의 음향학적 측정치에 관한 상관연구
음성과학 2003;10(3):29-36.
27. 표화영, 심현섭, 임성은. 음성 Sample의 길이
변화에 따른 MDVP 측정치와 GRBAS 척도간의
상관관계 변화 비교. 음성과학 2000;7(2):71-80.
28. Hirano M. Clinical examination of Voice. Vienna
New York, Springer; 1981. p56-64.
29. 안중복, 유재연, 권도하, 정옥란. 일반학생과 성악
도를 대상으로 Dr. speech의 음향학적 측정치와
EGG측정치의 상관관계 비교 연구. 대한음성언어
의학회지. 2002;13:28-32.
30. Huang et al., 1992b; Kasuya, Ogawa, & kikuchi,
1986: Kasuya, Zue, & Endo, 1993.