

음향특성에 따른 태음인 體質病證 研究

김달래

경희대학교 한의과대학 사상체질의학교실

Abstract

A Study on the Sasang Constitutional Symptom of Taeumin by Voice Characteristics

Kim Dal-rae

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

1. Objectives and Methods

This study was done to investigate the relationships of Sound parameters between Liver Heat Symptom and Esophagus Symptom of Taeumin using PSSC(Phonetic System of Sasang Constitution) in a sentence.

Experimental Participants were 20 Korean adult males including, each 10 Liver Heat Symptom and Esophagus Symptom of Taeumin.

2. Results

In Pitch segment, APQ segment and Shimmer segment, there were no significant differences between Liver Heat Symptom and Esophagus Symptom of Taeumin.

In Octave segment, there were significant differences in Octave 1, Octave 3, Octave 4, Octave 6 of Liver Heat Symptom of Taeumin were significantly high compared with Esophagus Symptom of Taeumin.

In Energy segment, FreQ Domain Total Sum / cnt(0), 0k-2k Total Sum, 0k-2k sum dev., 2k-4k Total Sum, 2k-4k sum dev., A# Tot E, B_TOT_E, C_TOT_E, C# Tot E, D_TOT_E, A sum dev., A# sum dev., B sum dev., C sum dev., C# sum dev., D sum dev., D# sum dev., E sum dev., F sum dev., F# sum dev., G sum dev., G# sum dev. of Liver Heat Symptom of Taeumin were significantly high compared with Esophagus Symptom of Taeumin.

In Voice Recording time segment, Total Voice Recording Time, Voice Recording Time, Divide By Time3, Divide By Energy10, Total Unit, Max Unit Position, U_0 TO 3 of Liver Heat Symptom of Taeumin were significantly high compared with Esophagus Symptom of Taeumin.

3. Conclusions

From above result, there is the postbilty of efficiency guide for constitutional sx. of Taeumin by Voice characteristics. More Soeumin, Soyangin and Taeyangin Symptoms are needed to determine Sasang Constitution using PSSC and to make PSSC effective.

Key Words : ST SCM, PSSC, Pitch, APQ, Shimmer, Energy

• 접수일 2007년 3월 19일; 승인일 2007년 4월 2일
• 교신저자 : 김달래
서울시 강동구 상일동 149번지 동서신의학병원 사상체질과
Tel : +82-2-440-7141 Fax : +82-2-440-7287
E-mail : dallkim@yahoo.co.kr

• 이 연구는 2006년도 경희대학교 연구비지원에 의한 결과임
(KHU-20060418)

I. 緒 論

사상의학이 발표된 이후 여러 학자들은 체질진단의 객관성을 확보하기 위해 체형^{1,2}, 두면부³, 유전자^{4,5}, 진단기기⁶, 설문지⁷⁻⁹, O-ring test¹⁰, 지문¹¹, 음성¹²⁻¹⁸ 등에서 체질별 특성을 파악하기 위해 다양한 방법으로 지표를 개발해 왔다.

그중 음성특성에서 체질별 Parameter를 찾고자 시도했던 초기의 연구는 CSL(Computerized Speech Lab), Laryngograph, EGG를 이용하여 음성학적으로 개인의 특징을 찾고자 기본주파수, 공명주파수, 스펙트로그램 등의 요소에서 각 체질별 차이점을 찾고자 주력하여 몇몇 성과를 거두기도 했었고, 2004년에 PSSC(Phonetic System for Sasang Constitution)를 개발한 이후에는 기본주파수는 물론이고, APQ, Shimmer, Octave, Energy 등 영역에서 소아, 성인 남성 및 성인 여성을 나누고, 아[a]음성과 이[i]음성, 짧은 문장에서의 특성을 체질별로 비교분석하여 각 체질별 차이점을 찾아냈었다.

이를 바탕으로 PSSC의 체질진단 정확도를 높이고, 재현성 확보는 개선되었지만 체질진단의 신뢰성은 아직 80%를 넘지 못하고 있다. 이에 저자는 각 체질별 음성 특성과 함께 체질병증에 따라 음성 Energy와 음색에 차이가 있을 것이라는 추론을 근거로 성인의 음성을 PSSC를 사용하여 녹음하고 Pitch, APQ, Shimmer, Octave, Energy, Voice Recording time 등의 231개 항목에서 태음인 간열증과 위완한증으로 나누어 분석하여 유의한 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 研究對象 및 方法

1. 연구대상

2005년 11월부터 2006년 1월말까지 원주 소재 상지대학교 부속 한방병원 사상체질과를 내원한 성인 남성 환자 중에서 태음인 위완한

증과 간열증으로 진단하고 치료하여 뚜렷한 효과가 있다고 인정된 환자 중에서 목소리에 이상이 없는 21세 이상의 성인 남성 각 10명씩 20명의 환자를 대상으로 하였다. 태음인 간열증의 평균연령은 49.7세, 평균 몸무게 74.4kg, 평균 신장 165.2cm, 평균 BMI는 27.2였고, 위완한증의 평균연령은 46.3세, 평균 몸무게 74.3kg, 평균 신장 166.5cm, 평균 BMI는 26.8이었다. 연령, 몸무게, 키, BMI에서 두그룹간에 유의성은 없었다.

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

	Liver Heat Symptom	Esophagus Cold Symptom	P-Value
Age	49.7±16.5	46.3±17.7	.436
Body Weight	74.4±11.6	74.3±11.6	.853
Height	165.2±5.1	166.5±3.7	.353
BMI	27.2±3.9	26.8±3.8	.912

* P<0.05

2. 연구방법

음성녹음과 분석 program은 PSSC를 이용하였고, 태음인 병증은 임상적 분류를 통해 최소 2주간의 약물치료 후에 증상의 변화가 호전된 환자 중에서 간열증과 위완한증을 구분하였으며, 기타 측정방법과 Parameter 분석기준은 김동준¹⁸의 방법을 따랐다.

3. 통계처리

四象體質에서 각 체질간에 음성 특성을 알기 위해 단문의 음성자료를 바탕으로 음성 parameter를 추출한 후 체질 분류에 따라 수치간의 유의적인 차이가 있는지를 ANOVA Test¹⁹를 이용하여 검정하였고, 유의수준 α는 0.05로 하였다.

III. 研究結果

태음인 성인 남성 중에서 간열증 환자 10명,

위완한증 환자 10명을 대상으로 실험한 결과는 다음과 같았다.

1) Pitch

태음인 남성의 간열증 그룹은 위완한증 그룹에 비해 Pitch가 높았으나 유의성 있는 차이는 없었다.

Table 2. Pitch in Male Group(Unit: dB)

	Liver Heat Symptom	Esophagus Cold Symptom	P-Value
Center Pitch	103.1±19.8	89.7±13.6	.143
Pitch	103.1±19.8	89.7±13.6	.143
Pitch2	103.1±19.8	89.7±13.6	.143
Central Pitch(1)	37.8±3.0	37.4±3.3	.739
Central Pitch(2)	108.4±8.6	104.9±11.9	.481
Central Pitch(3)	172.6±26.1	195.1±25.8	.075
Central Pitch(4)	390.1±30.4	399.0±32.7	.579
Central Pitch(5)	732.0±19.8	730.7±14.7	.912
Central Pitch(6)	1353.2±58.2	1325.1±45.3	.280
Central Pitch(7)	2547.0±95.8	2537.6±98.3	.739

* P<0.05

2) APQ

태음인 남성의 간열증 그룹은 위완한증 그룹에 비해 APQ 값이 높았으나 유의성 있는 차이는 없었다.

Table 3. APQ in Male Group

	Liver Heat Symptom	Esophagus Cold Symptom	P-Value
Central APQ	0.202±0.036	0.185±0.025	.353
APQ2	0.211±0.072	0.203±0.086	.529
APQ3	0.208±0.058	0.198±0.072	.631
APQ4	0.186±0.048	0.179±0.044	.796
Total APQ	0.202±0.036	0.185±0.025	.353
Total APQ2	1.426±0.179	1.330±0.145	.190

3) Octave

태음인 남성의 간열증 그룹은 Octave 1, Octave 3, Octave 4, Octave 6에서 위완한증 그룹보다 유의성 있게 높았다.

Table 4. Octave in Male Group(Unit: dB)

	Liver Heat Symptom	Esophagus Cold Symptom	P-Value
Octave 1	897857.6±415598.7	539712.1±323674.9	.011*
Octave 2	1568611.8±595596.2	1512964.5±739342.5	.912
Octave 3	1498048.0±644887.3	911987.4±542001.1	.035*
Octave 4	1139464.6±668239.5	632161.3±353653.3	.043*
Octave 5	322630.1±159704.2	211947.1±99571.0	.143
Octave 6	66041.6±33200.0	40054.2±13957.3	.029*

* P<0.05

4) Shimmer

태음인 남성의 간열증 그룹은 위완한증 그룹에 비해 Shimmer 값에서 유의성 있는 차이가 없었다.

Table 5. Shimmer in Male Group(Unit: dB)

	Liver Heat Symptom	Esophagus Cold Symptom	P-Value
Total Shimmer	0.465±0.042	0.459±0.050	.853
Shimmer of Octave 1	0.027±0.009	0.026±0.013	.796
Shimmer of Octave 2	0.065±0.036	0.087±0.029	.165
Shimmer of Octave 3	0.101±0.031	0.089±0.017	.481
Shimmer of Octave 4	0.145±0.032	0.130±0.022	.190
Shimmer of Octave 5	0.085±0.026	0.086±0.018	.796
Shimmer of Octave 6	0.038±0.016	0.038±0.010	.796
Shimmer	46.487±4.158	45.876±5.020	.853
0k-2k Shimmer	0.462±0.044	0.457±0.052	.912
2k-4k Shimmer	0.528±0.020	0.514±0.046	.796

* P<0.05

5) Energy

태음인 남성의 간열증 그룹은 위완한증 그룹에 비해 Energy 값에서 높았으며, FreQ Domain Total Sum / cnt(0), 0k-2k Total Sum, 0k-2k 편차합, 2k-4k Total, Sum, 2k-4k 편차합, A# Tot E, B_TOT_E, C_TOT_E, C# Tot E, D_TOT_E, A 편차합, A# 편차합, B 편차합, C 편차합, C# 편차합, D 편차합, D# 편차합, E 편차합, F 편차합, F# 편차합, G 편차합, G# 편차합에서 유의성 있는 차이가 있었다.

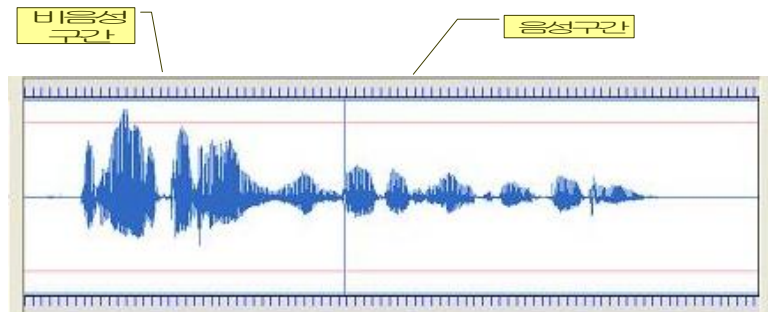
6). Voice Recording Time

‘우리는’의 시작 부분부터 ‘왔습니다.’의 끝

Table 6. Energy in Male Group(Unit: dB)

	Liver Heat Symptom	Esophagus Cold Symptom	P-Value
Time Domain Total Sum / Time Domain Count	2261.8±914.5	1878.6±825.8	.165
FreQ Domain Total Sum / cnt(0)	226904.5±85061.6	144726.1±66643.7	.035*
0k-2k Total Sum	3569481624.5±1352187461.7	1476665661.1±1157344301.1	.002*
0k-2k sum of dev.	1654026346.6±672324564.2	670691404.5±546447032.4	.002*
2k-4k Total Sum	146833080.5±73553967.3	51665575.9±28291384.9	.000*
2k-4ksum of dev.	78017568.2±40055676.9	26927029.1±15776540.1	.000*
A Tot E	171432.2±78451.6	129955.1±57969.8	.315
A# Tot E	174588.6±59741.0	119637.4±65350.7	.043*
B_TOT_E	193741.0±64489.6	120584.1±72137.4	.029*
C_TOT_E	319756.1±115158.0	219218.5±175986.3	.043*
C# Tot E	341999.1±167101.1	203054.6±129414.8	.035*
D_TOT_E	373552.4±250552.2	175470.6±106173.9	.011*
D# Tot E	333179.6±243771.2	157140.6±99242.1	.052
E_TOT_E	258719.6±175340.3	143135.6±72296.5	.052
F_TOT_E	206863.2±135013.1	120909.9±47602.7	.123
F# Tot E	177815.3±65357.5	120068.1±52082.4	.105
G_TOT_E	162304.4±55824.6	143943.0±81584.5	.481
G# Tot E	156972.1±58376.9	141220.7±71699.5	.481
A sum dev.	128501588.3±56540962.5	55511370.4±33925532.9	.002*
A# sum dev.	143328200.1±55985063.4	58617734.4±45954641.3	.002*
B sum dev.	151305902.2±61946248.0	58966976.9±64138096.5	.002*
C sum dev.	147685934.2±48999296.9	71300604.7±94604263.3	.002*
C# sum dev.	156625428.1±88610659.4	61255981.5±69108869.3	.002*
D sum dev.	175865740.7±152174311.7	52390992.2±44680180.8	.002*
D# sum dev.	168538267.6±141566228.7	46778375.6±39553883.6	.007*
E sum dev.	151950350.9±118236774.1	44318189.1±31765520.7	.002*
F sum dev.	123059107.3±85751634.1	44861569.0±28678321.5	.003*
F# sum dev.	114161949.6±44059632.9	51209156.0±38906458.7	.004*
G sum dev.	119680440.7±56803154.0	65877449.9±54873093.5	.029*
G# sum dev.	112711518.1±40724667.5	60301136.0±44084648.0	.023*

* P<0.05



우라는 눈 은 신에 올라가 많은 공를 마시고왔습니다

Fig. 1. Voice Recording Time and Non-Voice Recording Time

Table 7. Voice Recording Time in Total Male Group(Unit: data length)

	Liver Heat Symptom	Esophagus Cold Symptom	P-Value
Total Voice Recording Time	37972.0±5590.1	29955.5±4800.5	.005*
Non-Voice Recording Time	31.7±24.7	13.3±11.0	.063
Voice Recording Time	31632.0±2706.4	27295.5±3358.5	.015*
Divide By Time1	6622584.5±8779149.1	5328206.6±4835176.7	.971
Divide By Time2	10480347.6±6216849.8	7174111.3±4296988.7	.190
Divide By Time3	12602297.0±4854068.9	7421672.5±3831030.2	.015*
Divide By Time4	11803983.3±6920869.6	7776811.9±4664020.3	.105
Divide By Time5	10112750.4±6057494.4	6421408.1±3935626.2	.089
Divide By Energy6	3955.5±2602.6	2808.7±950.5	.165
Divide By Energy7	3657.4±773.2	3225.1±623.0	.247
Divide By Energy8	3271.0±711.4	2993.5±564.4	.436
Divide By Energy9	3588.1±594.7	3058.9±340.2	.089
Divide By Energy10	8981.8±4061.4	6090.7±2578.0	.023*
Total Unit	379.3±55.9	299.2±47.9	.005*
Max Unit Position	91.4±75.7	42.4±24.7	.043*
Max Average	10117.3±4356.4	7296.9±3396.2	.143
U_0 TO 3	97.0±63.0	40.4±26.3	.011*
U_4 TO 5	10.6±5.7	10.7±5.6	.796
U_6 TO 10	27.9±15.0	27.3±16.1	.853

* P<0.05

부분까지 음성 녹음된 전체부분이 전체 음성 구간(Total Voice Recording Time)이고, 실제 음성 구간(Voice Recording Time)은 ‘우리는’과 ‘높은’의 사이에 잠깐 쉬는 비음성구간(Non-Voice Recording Time)을 제외한 부분이다(Fig. 1).

태음인 간열증 환자군은 위완한증군보다 실제 음성구간에서 에너지가 높았으며, 통계적으로도 Total Voice Recording Time, Voice Recording Time, Divide By Time3, Divide By Energy10, Total Unit, Max Unit Position, U_0 TO 3에서 유의성 있는 차이가 있었다(Table 7).

IV. 考 察

1996년 양¹⁴이 ‘성문과 사상체질과의 상관성에 관한 연구’를 사상체질의학회지에 발표한 이후 음성을 이용한 사상체질진단의 객관화 연구는 다양한 시도를 하면서 발전되어 왔고, 2004년 사상체질음성분석기(PSSC)가 개발되었다. PSSC는 기존의 언어학적 연구의 테두리를

벗어나 임상과 관련된 요소들을 관찰할 수 있도록 ‘Opinion’항목을 구성했었고, Waveform 분석을 통해 실시간으로 특정음성의 파형과 Energy의 크기를 시각적으로 확인할 수 있게 되었다. 이를 바탕으로 2006년 초반부터는 기존의 음성분석 연구에서 주로 ‘[a]’, ‘[i]’와 같은 단모음을 중심으로 음성을 분석하여 체질별 특성을 비교 관찰하던 데서 벗어날 수 있게 되었다.

본 연구에서는 태음인 성인 남성을 간열증군과 위완한증군으로 나누어 각각 10명씩 짧은 문장을 읽게 하고 녹음시킨 다음 PSSC를 이용해 四象體質에 따른 음響特性을 관찰하였다. 음響特性에 관한 Parameter는 Pitch, APQ, Shimmer, Octave, Energy, 발화속도와 시간대별 에너지 특성 등을 관찰했다.

Pitch는 음성의 높낮이로 성대 진동주기에 대한 청자의 지각적인 개념이다. Pitch는 초기 연구에서 음성분석과 사상체질과의 관계에서 가장 주목 받았던 Parameter였으나 이번 연구

에서는 유의성 있는 차이가 없었다. 아마도 동일한 태음인 그룹간에 비교했기 때문에 차이점이 없었을 것으로 생각된다.

APQ는 진폭의 변화폭을 관찰하는 것으로 음성이 피로하거나 성대에 결절이 있으면 그 값이 높아지는 경향이 있으며, 값이 높으면 시각적으로 음성의 무늬가 매끄럽지 않으며 청각적으로도 탁하게 들리고, 값이 낮으면 시각적으로 음성의 무늬가 매끄럽게 보이며 청각적으로도 음성은 맑게 들린다. 그러나 이번 연구에서는 유의성 있는 차이가 없었다. 아마도 동일한 태음인 그룹간에 비교했기 때문에 차이점이 없었을 것으로 생각된다.

일반적으로 성인 남성은 도에서 높은 도까지 사용하고, 성인 여성은 도에서 높은 미까지의 음역을 사용하지만 성악가들은 일반인에 비해 넓은 음역을 사용하는 것으로 알려져 있다. 사람들은 개개인마다 주로 사용하는 음성의 옥타브 에너지가 다르며, Octave는 음성의 고저, 강약, 음색과 관련이 있다고 볼 수 있다.

본 연구에서 태음인 남성의 간열증 그룹은 Octave 1, Octave 3, Octave 4, Octave 6에서 위완한증 그룹보다 유의성 있게 높았다. Octave항목에 있어서 간열증군은 Octave 2와 Octave 5를 제외한 전 범위에서 위완한증군보다 값이 높았다. 이는 태음인 간열증군의 목소리가 우렁차고 음역이 넓은 것과 관련이 있을 것으로 생각된다. 전신에 힘이 없으면 음성이 잘 나오지 않고, 기쁘거나 힘이 넘칠 때 목소리가 시원하게 나오는 것에서 간열증 환자들의 목소리가 위완한증 환자보다 힘이 있게 느껴지는 것은 당연한 결과라고 본다.

Shimmer는 주파수에너지 특징을 관찰하기 위해 사용하였으며, 주파수 에너지의 편차를 정량화한 값으로 이번 연구에서 간열증군과 위완한증군간에 유의성 있는 차이는 없었다. Pitch에서 두 그룹간에 차이가 없었던 것과 일정한 연관성이 있을 것으로 본다.

Energy항목에 대한 선행연구에서 幸¹⁵은 140명 성인남성의 단모음, 단자음, 단어를 녹음하

여 음성분석을 한 결과 Energy에서 태양인집단이 태음인집단에 비해 유의성 있게 높게 나타났다. 본 연구에서는 태음인 남성의 간열증 그룹은 위완한증 그룹에 비해 Energy 값에서 높았으며, FreQ Domain Total Sum / cnt(0), 0k-2k Total Sum, 0k-2k 편차합, 2k-4k Total, Sum, 2k-4k 편차합, A# Tot E, B_TOT_E, C_TOT_E, C# Tot E, D_TOT_E, A 편차합, A# 편차합, B 편차합, C 편차합, C# 편차합, D 편차합, D# 편차합, E 편차합, F 편차합, F# 편차합, G 편차합, G# 편차합에서 유의성 있는 차이가 있었다.

음성이 기록된 구간에서 태음인 간열증 환자군은 위완한증군보다 실제 음성구간에서 에너지가 높았으며, 통계적으로도 Total Voice Recording Time, Voice Recording Time, Divide By Time3, Divide By Energy10, Total Unit, Max Unit Position, U_0 TO 3에서 유의성 있는 차이가 있었다.

우리가 대화를 통해 메시지를 전달할 때는 목소리 38%, 표정 35%, 태도가 20%이며 내용은 겨우 7%에 불과하다는 메라비언의 주장은 그 에너지가 실리는 구간이 태음인 간열증군이 위완한증군보다 많다는 것과는 일치하는 결과를 보이고 있다.

총괄하면 이제까지 체질별로 음성특성을 찾고 여러 가지 Parameter를 동원해 체질별 요소를 구분하려는 시도를 해왔다. 하지만 어떤 면에서는 오히려 같은 체질 안에서 병증의 차이에 따라 각각의 요소끼리 상충되는 결과가 나올 수 있다는 추론이 제기되었고 이번 연구를 시행하게 되었다. 그 결과 연령, 몸무게, 키, BMI에서 두 그룹간에 차이가 없는 조건을 가진 태음인 간열증군과 위완한증군에서 기본주파수, APQ와 Shimmer에서 유의성 있는 차이가 없는데 비해 Octaved와 Energy에서 뚜렷한 차이가 나타난 것은 체질보다는 병증의 차이에 따라 음색이나 음성의 강약, 머뭇거림, 자신감 등이 언어적 요소로 표출되었다고 생각된다. 이런 결과는 일찍이 임상에서 한태음인과 열태음인을 나누어 병증을 설명했던 것과는 연관

성이 있다고 본다.

향후의 연구에서는 소음인, 소양인과 태양인의 병증과 음성특성과의 관계에 대해 연구하여 그 차이점을 Parameter화함으로써 음성분석을 통한 사상체질진단에서 신뢰도를 높일 수 있을 것으로 생각된다.

V. 結 論

태음인 남성을 간열증군과 위완한증군으로 나누어 음성을 분석하여 아래와 같은 결과를 얻었다.

1. Pitch, APQ와 Shimmer에서 태음인 간열증군과 위완한증군의 유의성 있는 차이는 없었다.
2. 태음인 남성의 간열증 그룹은 위완한증 그룹에 비해 Energy 값에서 높았으며, FreQ Domain Total Sum / cnt(0), 0k-2k Total Sum, 0k-2k 편차합, 2k-4k Total, Sum, 2k-4k 편차합, A# Tot E, B_TOT_E, C_TOT_E, C# Tot E, D_TOT_E, A 편차합, A# 편차합, B 편차합, C 편차합, C# 편차합, D 편차합, D# 편차합, E 편차합, F 편차합, F# 편차합, G 편차합, G# 편차합에서 유의성 있는 차이가 있었다.
3. 태음인 남성의 간열증 그룹은 Octave 1, Octave 3, Octave 4, Octave 6에서 위완한증 그룹보다 유의성 있게 높았다.
4. 태음인 간열증 환자는 위완한증군보다 실제 음성구간에서 에너지가 높았으며, 통계적으로도 Total Voice Recording Time, Voice Recording Time, Divide By Time3, Divide By Energy10, Total Unit, Max Unit Position, U_0 TO 3에서 유의성 있는 차이가 있었다.

향후의 연구에서는 소음인, 소양인과 태양인의 병증과 음성특성과의 관계에 대해 연구하여 그 차이점을 Parameter화함으로써 음성분석을 통한 사상체질진단에서 신뢰도를 높일 수 있을 것으로 생각된다.

VI. 參考文獻

1. 허만희, 송정모, 김달래, 고병희. 사상인의 형태학적 도식화에 관한 연구. 사상의학회지. 1992;4(1):107-148.
2. 이수경, 이의주, 홍석철, 고병희. 신체계측 및 검사소견을 중심으로 한 사상인의 특징에 대한 분석. 사상의학회지. 1996;8(1):349-376.
3. 고병희, 송일병, 조용진, 최창석, 김종원, 홍석철 외 3인. 사상체질별 두면부의 형태학적 특징. 사상의학회지. 1996;8(1):101-186.
4. 조동욱, 이창수, 고병희, 조황성. 유전자지문법을 이용한 사상체질의 유전적 분석 연구. 사상의학회지. 1996;8(2):151-164.
5. 한성규, 지상은, 최선미. HLA typing을 이용한 체질유전자 분석에 관한 연구. 사상의학회지. 2001;13(1):97-103.
6. 김종원, 고병희, 송일병. EAV의 측정치와 사상체질유형 및 증풍과의 상관성에 관한 연구. 사상의학회지. 1995;7(2):59-88.
7. 김선호, 고병희, 송일병. 사상체질분류검사(QSCC)의 타당화 연구. 사상의학회지. 1993;5:61-80.
8. 김선호, 고병희, 송일병. 사상체질분류검사지(QSCC II)의 표준화 연구. 사상의학회지. 1996;8(1):187-246.
9. 이정찬, 고병희, 송일병. 사상체질분류검사지(QSCC II)의 타당화 연구. 사상의학회지. 1996;(1):247-294.
10. 김정렬, 김달래. 계측기를 이용한 O-ring test법의 검증에 관한 연구. 사상의학회지. 1996;7(1):69-102.
11. 박성식, 최재영, 정민석, 김이석, 이제만, 이경애 외 3인. 사상체질유형과 지문. 손바닥문의 관련성에 대한 연구. 사상의학회지. 1998;10(1):81-100.
12. 김달래, 박성식, 권기록. 성분분석법에 의한 사상체질진단의 객관화 연구(I). 사상의학회지. 1998;10(1):65-80.
13. 김선형, 신미란, 김달래, 권기록. Laryngograph

- 와 EGG를 이용한 음향특성과 사상체질간의 상관성 연구. 사상의학회지. 2000;12(1): 144-156.
14. 양승현, 김달래. 성문과 사상체질과의 상관성에 관한 연구. 사상의학회지. 1996;8(2): 191-201.
 15. 신미란, 김달래. CSL을 통한 음향특성과 사상체질간의 상관성 연구. 사상체질의학회지. 1999;11(1):137-158.
 16. 양상묵, 김선형, 유준상, 김형석, 이영훈, 김달래. Pitch Range와 Bandwidth를 이용한 음성특성과 사상체질간의 상관성 연구. 사상체질의학회지. 2001;13(3):31-39.
 17. 박성진. Harmonics(배음)와 Formant Bandwidth (포먼트 폭)를 이용한 음성특성과 사상체질간의 상관성 연구. 상지대학교 대학원. 박사학위 논문. 2002:1-31.
 18. 김동준, 정운기, 최재완, 김달래, 전종원. 사상체질 음성분석기(PSSC-2004)를 통한 성인 남성의 체질별 음향특성. 사상체질의학회지. 2005;17(1):67-83.
 19. 박종구, 장세진 공저: SPSS/PC⁺를 이용한 보건통계학. 도서출판 우현, 1997:111-137.