

사상체질 분류모형 개발 및 진단시스템의 구현에 관한 연구

범수균* · 전미란* · 오암석*

*동명대학교 멀티미디어공학과

Study on Development of Classification Model and Implementation for Diagnosis System of Sasang Constitution

Soo Gyun Beum* · Mi Ran Jeon* · Am Suk Oh*

*Dept. of Multimedia Engineering, TongMyong University

E-mail : sgbeum@korea.com, lkj7880@paran.com, asoh@tu.ac.kr

요 약

본 논문에서는 사상체질분류검사 설문지를 이용하여 사상체질을 진단할 때 진단의 정확도를 향상시키기 위한 사상체질 분류모형을 개발하기 위하여 데이터마이닝의 주요 분류기법인 판별분석(discriminant analysis), 의사결정나무(decision tree analysis), 신경망분석(neural network analysis), 로지스틱회귀분석(logistic regression analysis), 군집분석(clustering analysis) 등 다양한 분류분석모형을 이용한다.

본 연구에서는 분류의 비교적 정확도가 우수하며, 특히 분석과정을 쉽게 이해하고 설명할 수 있다는 점과 구현이 용이하다는 장점을 가지고 있는 판별분석모형과 의사결정나무분석모형을 기반으로 사상체질 분류모형을 개발하고, 두 분류모형을 적용한 사상체질 진단시스템을 구현하였다.

ABSTRACT

In this thesis, in order to develop a new classification model of Sasang Constitutional medical types, which is helpful for improving the accuracy of diagnosis of medical types, various data-mining classification models such as discriminant analysis, decision trees analysis, neural networks analysis, logistics regression analysis, clustering analysis which are main classification methods were applied to the questionnaires of medical type classification. In this manner, a model which scientifically classifies constitutional medical types in the field of Sasang Constitutional Medicine, one of a traditional Korean medicine, has been developed. Also, the above-mentioned analysis models were systematically compared and analyzed.

In this study, a classification of Sasang constitutional medical types was developed based on the discriminate analysis model and decision trees analysis model of which accuracy is relatively high, of which analysis procedure is easy to understand and to explain and which are easy to implement. Also, a diagnosis system of Sasang constitution was implemented applying the two analysis models.

키워드

사상체질, 진단시스템, 데이터마이닝, 판별분석, 의사결정나무분석

1. 서 론

사상체질의학은 東武 李濟馬가 완성한 1880년의 格致藥[17], 1894년의 東醫壽世保元[18]에서 정립한 한의학의 한 분야이다. 사상체질의학에서는 인간의 체질을 太陽人, 少陽人, 太陰人, 少陰人의 四象으로 定義하고 있으며[17], 각 체질적 특성에 따라 性質才幹, 容貌詞氣, 心性心慾, 生理病理 및 사회적 養生法 등에 있어 차이가 생긴다고 한다[12]. 이렇게 한의학에서는 사람의 체질을 4개로 나누어 이에 따라 치료방법을 달리 하는데 이를 사상체질의학이라 한다.

사상체질의학의 우수성은 많은 임상 의사들로부터 환영을 받으면서도 체질진단의 난이성과 객관성에 많은 문제가 제기되고 있으며, 이러한 어려움을 극복하기 위한 방법의 일환으로 체질판별의 객관화를 위하여 많은 연구결과가 꾸준히 제시되고 있다[10]. 많은 연구자들은 사상체질을 분류하기 위하여 설문 결과를 기초자료로 사용하고 있는데, 사상체질 진단에 설문지를 이용한 방법을 처음으로 사용하기 시작한 것은 고병희 등[1,2]에 의해서이다. 그 이후 김선호 등[8]과 이정찬 등[15]은 체질별로 새로운 설문문항을 만들어 사상체질분류 검사지 I 을 구성하였고, 다시 체질분석에 부적합하거나

수검자의 반응빈도가 낮은 문항을 삭제하는 등 설문지의 신뢰도를 높이고자 설문지의 보완작업을 진행하여 사상체질분류검사지Ⅱ(QSCCⅡ)를 개발하여 사용하고 있다[9,16].

QSCCⅡ는 자기보고식 설문지 개발이후 업그레이드 연구가 있었으나[9], 2002년도 한국한의학연구원과 사상체질의학회의 공동연구결과 QSCCⅡ에는 태양인의 판별식이 없고 체질진단 정확률이 낮고 자기보고식 설문지가 갖는 여러 가지 문제로 인하여 수정보다는 새로운 체질진단프로그램 개발의 필요성이 대두되었고, 2003년 한국한의학연구원과 사상체질의학회는 새로운 사상체질진단프로그램 개발을 공동으로 연구하여 2005년 의사의 객관적 소견을 위주로 하는 의사용 체질진단지와 환자의 주관적 소견을 위주로 하는 환자용 체질설문지를 만들었다[11,14].

그러나 임상에서 쉽고 편리하게 적용할 수 있는 만족할 만한 결과는 부족한 상황이다. 체질진단을 종합적이면서 정확하고 편리하게 진단할 수 있는 사상체질 분류모형의 개발과 사상체질 진단시스템의 개발이 요구되고 있다.

따라서 본 연구에서는 한국한의학연구원과 사상체질의학회에서 개발한 체질진단설문지를 이용하여 사상체질을 진단할 때 진단의 정확도를 향상시키기 위한 사상체질 분류모형을 개발하고 사상체질 진단시스템을 구현한다. 사상체질 분류모형 개발을 위해 데이터마이닝의 다양한 주요 분류기법들과 설문자료를 이용하여 사상체질 분류문제에 적용시킨 후, 이들 모형을 체계적으로 비교 평가한다. 그리고 사상체질 진단시스템에 적용할 분류모형을 개발하고 이를 기반으로 사상체질 진단시스템을 구현 한다.

본 논문에서는 비교적 분류의 정확도가 우수하고 분석과정을 쉽게 이해하고 설명할 수 있으며, 구현이 용이한 판별분석모형과 의사결정나무분석모형을 기반으로 사상체질 분류문제를 개발하고 두 분류모형을 적용한 사상체질 진단시스템을 구현한다. 본 시스템은 환자의 성과 나이 그리고 비만도를 분류하여 세부적이며 다양한 조건에서 사상체질을 판별할 수 있도록 설계하고 구현한다. 여기서 환자의 나이는 사상체질의학의 광제설을 토대로 분류하였다. 아울러 다중사용자 환경에 적합한 웹기반(web-based) 클라이언트/서버(client/server) 구조의 환경으로 구현된다.

II. 사상체질 분류모형

본 연구에서는 주요 데이터마이닝의 기법인 판별분석모형(discriminant analysis model), 의사결정나무분석모형(decision tree analysis model), 신경망분석모형(neural network analysis model), 로지스틱회귀분석모형(logistic regression analysis model), 군집분석모형(clustering analysis model) 등과 같은 다양한 분류방법들과 한국한의학연구원과 사상체질의학회에서 개발한 환자용 체질설문지를 이용한 설문자료를 이용하여 사상체질 분류문제에 적용시키고, 이들 모형에 대한 분류율을 체계적으로 비교 평가한다.

2.1 연구대상

본 연구에서 사용하는 사상체질분류검사 설문지는 인적사항 11개 문항과 함께 사상체질을 판별하는데 사용되는 설문은 총 229개 문항으로서 3지 설문지로 구성되어 있다[11,14].

본 연구에서 사용하는 데이터는 9개 한의과대학의 10개 부속한방병원에서 치료를 받은 환자들 중 각 병원의 사상체질전문의로부터 체질진단을 받고 최소한 4주 이상 사상체질 처방을 사용한 후 주 증상이 전반적으로 호전되어 체질이 확인된 환자 2,641명을 대상으로 하고 있다. 이 중에 한 개 이상 결측 값이 있는 환자 109명을 제외한 2,532명의 문진 데이터가 연구 대상이다. 2,532명에 대한 사상체질별 분포는 표 1과 같다.

표 1. 사상체질별 분포

	태양	소양	태음	소음	합계
환자 수	59	809	928	736	2,532
%	2.33	31.95	36.65	29.07	100

2.2 분류모형 개발

2.2.1 판별분석모형

본 절에서는 판별분석모형을 적용하여 사상체질분류합수를 추정한다. 먼저 데이터 정제 작업 과정을 거친 후 얻은 전체 표본에 대하여 판별분석모형을 적용하여 판별합수를 추정하고 사상체질에 대한 분류결과를 알아본다. 판별합수를 전체 표본 2,532명에 적용한 결과는 표 2와 같으며, 정분류율(accuracy)이 65.68%, 오분류율(error rate)이 34.32%로 나타났다. 그리고 정분류율을 체질별로 살펴보면 태양인 86.44%, 소음인 69.84%, 태음인 66.92%, 소양인 58.96%의 순으로 높게 나타났으며, 사상체질 판별분석모형에서는 특히 태양인 판별에 강한 특성을 가지고 있음을 알 수 있다. 기존의 체질진단시스템은 태양인을 판별할 수 없다는 취약점을 감안할 때 본 연구에서 구축되는 판별분석모형은 그 문제해결을 위한 대안이 될 수 있다고 볼 수 있다.

표 2. 판별분석모형의 체질별 분류율 <도수/%>

	태양	소양	태음	소음	합계
오분류율 (error rate)	8 13.56	332 41.04	307 33.08	222 30.16	869 34.32
정분류율 (accuracy)	51 86.44	477 58.96	621 66.92	514 69.84	1,663 65.68

2.2.2 의사결정나무분석모형

본 절에서는 의사결정나무분석모형을 적합 시킨 후, 사상체질별 분류율을 알아본다. 본 연구에서는 의사결정나무분석모형의 알고리즘 중 CART(classification and regression trees) 알고리즘을 적용한다. 분리기준(split criterion)은 부모 노드(parent node)에서 25명, 정지규칙(stopping rule)은 자식 노드(child node)에서는 5명을 지정하였고 나무의 깊이(depth of tree)는 10단계로 설정하였다. 그리고 분류오류(classification error)를 크게 할 위험(risk)이 높거나 부적절한 추론규칙

(induction rule)을 가지고 있는 가지(branch)는 가지치기(pruning)하였다. CART 알고리즘을 적용한 의사결정 나무를 전체표본 2,532명에 적용한 결과는 표 3과 같다. 태양인을 제외한 세 체질에 대한 정분류율이 72.00%, 오분류율이 28.00%로 나타났으며, 태양인을 제외한 세 체질에 대해서는 판별분석모형보다 정분류율이 비교적 높게 나타났다. 그리고 정분류율을 체질별로 살펴보면 태양인 0%로 의사결정나무분석모형 적용에 있어서 태양인을 전혀 판별할 수 없는 것으로 나타났다. 그리고 태음인 80.49% 소양인 70.70% 소음인 68.48%의 순으로 높게 나타났다.

표 3. 의사결정나무분석모형의 체질별 분류율<도수/%>

	태양	소양	태음	소음	합계
오분류율 (error rate)	59 100.00	237 29.30	181 19.51	232 31.52	709 28.00
정분류율 (accuracy)	0 0.00	572 70.70	747 80.49	504 68.48	1,823 72.00

2.2.3 신경망분석모형

본 절에서는 신경망분석모형을 적용하여 사상체질에 대한 분류결과를 알아본다. MLP 신경망에서 모형 선택 기준을 오분류율로 하여 은닉마디(hidden units)를 1개에서부터 100개까지 변화시키면서 적합해본 결과, 오분류율이 가장 낮고 은닉마디 수가 적은 모형의 결과이며 15개의 은닉마디 수를 갖는다. 전체표본에 대하여 신경망분석모형을 적용한 결과는 표 4와 같으며, 정분류율(accuracy)이 65.88%, 오분류율(error rate)이 34.12%로 나타났다. 그리고 정분류율을 체질별로 살펴보면 소음인 81.79%, 태양인 72.88%, 태음인 66.16%, 소양인 62.91%의 순으로 높게 나타났다.

표 4. 신경망분석모형의 체질별 분류율<도수/%>

	태양	소양	태음	소음	합계
오분류율 (error rate)	16 27.12	300 37.08	314 33.84	134 18.21	864 34.12
정분류율 (accuracy)	43 72.88	509 62.91	614 66.16	602 81.79	1,668 65.88

2.2.4 로지스틱회귀분석모형

본 절에서는 로지스틱회귀분석모형을 적용하여 사상체질에 대한 분류결과를 알아본다. 본 연구에서와 같이 종속변수가 4개의 범주를 갖고 있으나 자연스러운 순서가 없는 경우를 고려하여 다항(polychotomous) 로지스틱회귀 모형을 사용한다.

데이터 정제 작업 과정을 거친 후 얻은 표본 2,532명에 대하여 다항 로지스틱회귀분석모형을 적용한 결과는 표 5와 같으며, 정분류율(accuracy)이 68.64%, 오분류율(error rate)이 31.36%로 나타났다. 그리고 정분류율을 체질별로 살펴보면 태음인 92.89%, 태양인 71.19%, 소음인 61.01%, 소양인 47.59%의 순으로 높게 나타났다.

표 5. 로지스틱회귀분석모형의 체질별 분류율<도수/%>

	태양	소양	태음	소음	합계
오분류율 (error rate)	17 28.81	424 52.41	66 7.11	287 38.99	794 31.36
정분류율 (accuracy)	42 71.19	385 47.59	862 92.89	449 61.01	1,738 68.64

2.2.5 군집분석모형

본 연구에서와 같은 사상체질분류함수를 개발할 때는 군집의 개수가 4개로 미리 결정되어 있고 관측값들을 4개의 군집으로 구분시키는(partitioning) 절차를 따라야 하므로 PROC FASTCLUS가 적절한 방법이라고 할 수 있다. 실제로는 환자의 사상체질을 알고 있지만, 이러한 실제 체질 정보를 모른다고 가정하고 상호배반적 군집방법인 k-평균 군집방법을 적용하였고, 분류된 군집을 사상체질로 분류하는 방법은 각각의 실제 체질별로 행 비율(row percent)을 구한 다음 분류된 군집을 가장 큰 비율을 가지는 체질로 분류하고, 이 과정을 모든 군집에 상호배반적으로 비율의 크기순으로 반복하여 적용하였다.

표 6. 군집분석모형의 체질별 분류율<도수/%>

	태양	소양	태음	소음	합계
오분류율 (error rate)	30 50.85	520 64.28	700 75.43	440 59.78	1,690 66.75
정분류율 (accuracy)	29 49.15	289 35.72	228 24.57	296 40.22	842 33.25

데이터 정제 작업 과정을 거친 후 얻은 표본 2,532명에 대하여 군집분석모형을 적용한 결과는 표 6과 같으며, 정분류율(accuracy)이 33.25%, 오분류율(error rate)이 66.75%로 나타났다. 그리고 정분류율을 체질별로 살펴보면 태양인 49.15% 소음인 40.22%, 소양인 35.72% 그리고 태음인 24.57%의 순으로 나타났으며, 정분류율이 극히 낮다는 것을 알 수 있다. 따라서 체질 정보를 모르는 상황에서 군집분석한 결과는 체질정보를 알고 있을 때의 판별분석, 의사결정나무분석, 로지스틱회귀분석 그리고 신경망분석 결과보다 오분류율이 높아져서 비효율적인 방법임을 알 수 있다.

2.3 모형구축결과

사상체질 전문의가 진단한 임상체질을 종속변수(목표 변수)로 사용하였으며 변수선택에 의해 선택된 각 소중항목별 문항들을 독립변수로 사용하여 여러 모형구축 기법을 적용하였다. 모형의 정확성 및 안정성을 위해 데이터정제 작업을 거친 전체표본 2,532명의 설문자료를 이용하였다. 모형구축결과로는 표 7과 같이 각 분류모형에 대한 각 체질별 정분류율의 결과를 얻을 수 있었다.

본 연구에서 사용된 환자용설문지와 임상데이터를 토대로 구축된 판별분석모형과 의사결정나무분석모형의 정분류율은 표 8에서 보여주는 것과 같이 모든 체질에서 기존의 QSCCII의 정분류율 보다 향상된 것을

확인 할 수 있으며, 이는 개선된 체질분류 설문지가 사상체질 분류와 판정에 큰 영향을 주고 있다는 것을 말해준다.

표 7. 각 구축 모형의 사상체질 분류결과(%)

체질 분류 모형	태양	소양	태음	소음	정분류율
판별분석	86.44	58.96	66.92	69.84	65.68
의사결정나무분석	0.00	70.70	80.49	68.48	72.00
신경망분석	72.88	62.91	66.16	81.79	65.88
로지스틱회귀분석	71.19	47.59	92.89	61.01	68.64
군집분석	49.15	35.72	24.57	40.22	33.25

표 8. 기존 QSCCII와의 정분류율 비교

체질 분류 모형	태양	소양	태음	소음	정분류율
QSCCII (판별분석)	-	55.9	63.8	63.6	61.8
본 연구 (판별분석)	86.4	59.0	66.9	69.8	65.7
본 연구 (의사결정나무분석)	-	70.7	80.5	68.5	72.0

III. 사상체질 진단시스템

3.1 시스템 설계

본 논문에서는 판별분석모형과 의사결정나무분석모형을 기반으로 사상체질 분류모형을 개발하고, 두 분류모형을 적용한 사상체질 진단시스템을 설계하고 구현한다. 두 모형은 비교적 분류의 정확도가 우수하며, 특히 분석과정을 쉽게 이해하고 설명할 수 있다는 점과 구현이 용이하다는 장점을 가지고 있다. 그리고 다중 사용자 환경에 맞는 웹기반 클라이언트/서버 구조 환경으로 설계하였고 시스템 효율성을 위하여 복잡하고 방대한 판별함수 계산은 각 클라이언트 측에서 처리하도록 설계한다. 또한 본 시스템은 환자의 성과 나이 그리고 비만도에 따른 세부적이며 다양한 조건에서 사상체질을 판별할 수 있도록 설계한다. 마지막으로 본 시스템은 환자의 주관적 소견을 위주로 하는 환자용 체질설문지뿐만 아니라 의사의 객관적 소견을 위주로 하는 의사용 체질진단지와 환자용 체질설문지의 축약본이라고 할 수 있는 검진용 체질설문지에 대한 체질분류모형을 각각 개발하고, 각 체질분류모형을 시스템에 적용시켜 다양한 조건과 방식으로 체질을 진단을 할 수 있도록 설계하고 구현한다.

3.2 시스템 구성 모듈

시스템의 주요 모듈에는 사상체질 설문 모듈과 데이터 관리 모듈 그리고 사상체질 진단모듈로 구성되어 있다. 각 시스템 주요 모듈은 다음과 같다.

3.2.1 사상체질 설문 모듈

사상체질 설문 모듈에서는 의사 및 환자에 관련된 정보와 함께 환자 체질정보를 설문 형식으로 입력 받는 모듈이다. 또한 본 모듈에는 상반된 설문항에 대한 잘못된 응답을 검사하고 다시 바른 설문 응답을 유도하는 상반된 문항검사 모듈을 포함하고 있다. 환자의 체질정보는 3지(그렇다/보통이다/아니다) 형태로 선택하여 입력한다.

3.2.2 데이터 관리 모듈

데이터 관리 모듈은 의사와 환자에 관한 정보와 함께 환자 체질정보 등을 조회, 수정, 삭제 등을 통한 관리를 할 수 있으며 데이터베이스와 관련한 모든 모듈을 포함하고 있다.

3.2.3 사상체질 진단모듈

사상체질 진단모듈은 본 연구에서 사상체질 판별분석을 통해 얻은 판별함수를 적용한 사상체질 판별함수 계산모듈과 판별 결과를 출력할 수 있는 모듈을 포함하고 있다. 특히 본 모듈은 사상체질의학의 광계설을 토대로 성과 나이를 구분하여 환자의 성과 나이에 따른 사상체질을 판별할 수 있도록 구현하였다. 구분된 나이는 17세에서 32세 이하, 33세에서 48세 이하, 49세에서 64세 이하 그리고 65세 이상인 환자 그룹으로 구분하였으며 각 그룹에 대한 각각의 판별함수를 구현 후 진단모듈에 적용시켰다. 뿐만 아니라 한방진단 의사들의 임상경험을 토대로 환자의 성과 나이에 따른 비만도(BMI)를 저체중, 정상, 과체중으로 분류하여 사상체질을 판별할 수 있도록 구현하였다.



그림 1. 사상체질 판별결과 화면 - 환자용

그림 1은 '여자, 나이 37세인 늘푸른 환자'의 예를 보여주고 있다. 즉, 사상체질 판별을 위한 최종 확률과 판별 결과가 출력된 화면으로써 첫 번째 항목의 '진체'

분류없음'의 결과는 성과 나이와 비만도(BMI)를 구분하지 않고 모든 데이터로부터 얻은 선형판별함수로 계산된 결과로서 각 체질의 확률이 태양=0.00434, 소양=0.01666, 태음=0.02595 그리고 소음=0.95305로 나타났으며 결국 소음인으로 판별된 예를 보여주고 있다. 그 밖에 남녀 성별을 구분하여 판별한 '여자' 항목과 나이를 구분한 나이 '33-64' 항목 그 밖의 비만도(BMI)와 나이 그리고 성에 따라 총 8가지 조건의 선형판별함수로 판별한 결과들이 출력된다. 각 조건에 해당되는 그룹별 판별 결과가 다를 수 있으며 이는 진단 의사에게 사상체질 진단을 위한 참고 및 연구 자료로 제공된다. 특히 마지막 조건의 체질 판별결과를 보면 '(적)으로 표시되어 체질분류를 위한 판정결과가 유보된 상태를 보여주고 있다. 이는 각 체질 중 가장 큰 확률값, 즉 태음 체질의 확률이 0.57606로써 0.6미만이므로 판정을 하지 않은 경우를 보여주고 있다.

그리고 그림 1의 하단에서는 의사결정나무모형의 체질분류함수로 'if-then' 추론에 의해 분류된 결과와 의사결정나무분석모형의 분류 변수 경로를 보여주고 있다. 의사결정나무는 총 12개 터미널 노드를 가지고 있으며, 최고 깊이로는 10단계의 추론 과정으로 구성되어 있다. 경로의 가장 왼쪽에 나타난 변수 'P45'는 터미널 노드에 해당되고 오른쪽 끝에 있는 변수 P10_3은 뿌리 노드에 해당된다.

IV. 결론

본 연구에서는 사상체질 분류모형을 개발하기 위하여 데이터마이닝의 주요 분류기법인 판별분석, 의사결정나무분석, 신경망분석, 로지스틱회귀분석, 군집분석 등 다양한 분류분석모형 등을 체질분류문제에 적용시켜 사상체질의학에서 사상체질을 과학적으로 분류하는 모형을 개발하고, 이들 모형에 대하여 체계적인 비교분석을 하였다.

본 논문에서는 판별분석모형과 의사결정나무분석모형을 기반으로 사상체질 분류모형을 개발하고, 두 분류모형을 적용한 사상체질 진단시스템을 구현하였다. 또한 본 시스템은 환자의 성과 사상체질의학의 광제설을 토대로 구분된 나이, 그리고 비만도에 따라 사상체질을 판별할 수 있도록 설계하고 구현하였다.

향후 연구과제로서는 사상체질 분류함수의 지속적인 업그레이드를 통해 진단시스템의 신뢰도를 높여 나가는 일이며, 무엇보다도 응답자들이 이해하기 쉽고 혼동을 피할 수 있는 설문 개발을 통해 신뢰도를 향상시키는 것이 무엇보다 중요한 일이라고 할 수 있겠다.

참고문헌

[1] 고병희, 송일병 (1985). 사상체질변증에 관한 소고, *대한한의학회지*, 6(1), pp.40-47.
 [2] 고병희, 송일병 (1987). 사상체질변증방법론 연구(제 2보), *대한한의학회지*, 8(1), pp.146-160.

[3] 김규곤 (1999). 이산 다변량 분석을 이용한 한방 진단 프로그램 개발 연구, *Journal of The Korean Data Analysis Society*, Vol. 1, No. 1, pp. 15-27.
 [4] 김규곤 (2003a). 데이터마이닝에서의 분류방법에 관한 연구, *Journal of the Korean Data Analysis Society*, Vol. 5, No. 1, pp. 101-112.
 [5] 김규곤 (2003b). 한방 통계분석방법에 관한 사례연구, *Journal of the Korean Data Analysis Society*, Vol. 5, No. 4, pp. 907-917.
 [6] 김규곤, 강창완 (1999). 한의학에서의 변증점수 개발에 대한 가중중성분석의 응용, *응용통계연구*, 12(1), pp. 17-28.
 [7] 김기영, 전명식 (1997). SAS 판별 및 분류 분석, 자유아카데미, 서울.
 [8] 김선호, 고병희, 송일병 (1993). 사상체질분류검사(QSCC)의 타당화 연구, *사상의학회지*, 5(1), pp. 67-85.
 [9] 김선호, 고병희, 송일병 (1996). 사상체질분류검사지(QSCC II)의 표준화 연구, *사상의학회지*, 8(1), pp. 187-246.
 [10] 김영우 (2004). 사상체질진단을 위한 사상체질분류검사지Ⅱ(QSCC II)의 연구, 동의대학교대학원 한의학과 박사학위 논문.
 [11] 김종원, 전수형, 설유경, 김규곤, 이의주(2006). 신체측정법을 이용한 사상체질별 성별 체형연구, *사상체질의학회지*, 18(1), pp.54-61.
 [12] 송일병 (1993). *알기쉬운 사상의학*, 서울, 사상사, pp. 50-89.
 [13] 이의주, 고병희, 송일병 (1995). 사상변증내용 설문조사지(Ⅰ)의 타당화 연구, *사상의학회지*, 7(2), pp. 89-100.
 [14] 이의주, 김종원, 김규곤, 김종열, 곽창규, 유정희, 손은혜 (2005). 체질진단지의 문항당가지에 관한 연구 -2지설문지와 3지 설문지를 중심으로-, *Journal of the Korean Data Analysis Society*, Vol. 7, No. 1, pp. 101-111.
 [15] 이정찬, 고병희, 송일병 (1993). 사상체질 분류검사의 준거타당화 연구, *사상의학회지*, 5(1), pp. 87-104.
 [16] 이정찬, 고병희, 송일병 (1996). 사상체질분류검사지(QSCC II)의 타당화 연구, *사상의학회지*, 8(1), pp. 247-294.
 [17] 李濟馬 (2000). *格致叢*, 서울, 청계출판, p.10.
 [18] 李濟馬 (1986). *東醫壽世保元*, 서울, 행림출판, pp. 137-142.