

한국인의 한방 체질진단 중 용모에 관한 연구, 20-48세 여자중심으로

유정희 · 권진혁^{*} · 이의주^{**} · 김종원 · 신현상^{*} · 박병주^{*} · 이지원^{*} · 이준희^{**} · 고병희^{**}

동의대학교 한의과대학 사상체질과
^{*}경희대학교 대학원 임상한의학과 체질의학전공
^{**}경희대학교 한의과대학 사상체질과

Abstract

A Study of Korean's Face by Sasang Diagnosis Using Questionnaire and 3D AFRA(Automatic Face Recognition Apparatus) in Middle Aged Women

Jung-hee Yoo, Jin-hyeok Kwon^{*}, Eui-ju Lee^{**}, Jong-won Kim, Hyeon-sang Shin^{*}, Byung-ju Park^{*}, Ji-won Lee^{*},
Jun-hee Lee^{**}, Byung-hee Kho^{**}

Dept. of SCM, College of Oriental Medicine, Dongeui Univ.

^{*} Graduate of Oriental Medicine, Kyung Hee Univ.

^{**} Dept. of SCM, College of Oriental Medicine, Kyung Hee Univ.

1. Objectives

This study is about a development of Sasang constitutional classification algorithm using facial information.

2. Methods

We analysed the datum of middle aged (20~48) women collected by multi-center researchers in 2007. And this study analysed the data of the measurement of the face by 3D-AFRA (3-Dimensional Automatic Face Recognition Apparatus) and the items of impression by SDQ. We used multiple comparison, exploratory discriminant analysis and clinical decision to select optimal 3D facial variables which will be input in discriminant analysis model. And we used univariate F values and stepwise discriminant function analysis to choose best impression variables.

3. Results and Conclusions

In this study, derived discriminant function's explanation power was 39% in female group. Diagnostic accuracy rate was 66.0% in female group. And in test sample, Sasang constitutional diagnostic accuracy rate was 56.9%. In this process we could help improve the objectification of Sasang constitution diagnosis.

Key Words: SCM (Sasang Constitutional Medicine), 3-Dimension, Facial Analysis, First Impression, Women

• 접수일 2011년 05월 17일; 심사일 2011년 05월 17일
승인일 2011년 06월 04일
• 교신저자 : 이의주
서울특별시 동대문구 회기동 1 경희대학교 한방병원 사상체질과
Tel : +82-2-958-9230 Fax : +82-2-958-9274

E-mail : sasangin@khu.ac.kr
^{*} This work was supported by the National Research Foundation of Korea Grant funded by the Korean Government [NRF-2009-351-E00040].

I. 緒 論

동무 이제마는 『동의수세보원』 「四端論」에서 '人稟臟理 有四不同'이라 하여 태양인, 소양인, 태음인, 소음인의 사상인을 제시하였다. 그리고 「臟腑論」에서 체질별 생리기전을 제시하였고, 「病證論」에서는 체질별 병리기전 및 치료방법을 제시하였다.¹ 따라서 사람의 생리, 병리, 치료를 다루는 체질전문의의 입장에서 체질변증은 항상 첫 번째 과제가 된다. 체질진단의 지표는 성질재간(性質才幹), 체형기상(體形氣像), 용모사기(容貌詞氣), 병증약리(病證藥理)가 대표적이다. 동무는 「四象人辨證論」에서 체질구분에 있어 인물형용(人物形容)을 강조하였다.¹ 인물형용의 용은 얼굴에서 나타나는 정보 즉 안면 정보를 말하는 것으로 정량화가 가능한 특성을 가진다.²

현재까지 얼굴 표준 및 얼굴 인식에 대해 다양한 연구가 있어 왔다. 국의 얼굴표준은 ISO(International Organization for Standardization)의 SC29/WG11(MPEG)과 SC37 두 표준화 그룹에서 이루어져 왔고, 국내에서는 한국표준협회에서 'Size Korea'라 불리는 한국인 인체 치수 조사를 통해 이루어져 왔다.³⁴ 얼굴 인식 분야에서도 많은 발전이 이루어지고 있다. 얼굴인식 기술은 2차원 영상을 기반으로 연구되어 오면서 많은 기술적 향상을 이루었다. 그러나 포즈, 조명 및 표정 변화 등에 취약한 문제점을 드러내었고, 이러한 문제에 대한 대안으로 3차원 영상을 이용한 3차원 얼굴인식 기술이 활발히 연구되고 있다. 3차원 영상은 포즈 및 조명 변화에 대하여 영향을 받지 않는 얼굴의 표면정보와 깊이 정보를 가지고 있기 때문에 인식에 있어서 2차원 영상보다 유리한 특성을 가진다.⁵ 이에 따라 3차원 얼굴 인식 시스템을 위한 얼굴 특징 검출 및 얼굴 인식기술에 대해 많은 연구가 진행되어 오고 있다.⁶⁻⁹

한편 사상체질의학에서도 고 등¹⁰의 두면부 특징에 관한 선구적인 연구가 시작된 후로 사상인의 얼굴에 대한 연구들이 지속적으로 진행되어 왔는데, 이 연구들은 2차원적인 평면상을 바탕으로 이루어졌다.¹¹⁻²⁴ 이에 3차원 안면진단기기의 개발이 진행되었으며,²⁵⁻³⁴

이를 바탕으로 곽³⁵은 3차원 안면자동인식기(3D-AFRA)를 통해 얻은 3차원 계측값으로 판별방정식을 만들어 사상체질진단 타당도를 평가하였고, 김³⁶은 체질진단지(SDQ)의 첫인상 항목과 3D-AFRA를 통해 얻은 안면 계측치를 비교하여 3D-AFRA와 첫인상 항목의 관련성을 밝혔다.

이에 저자는 20-48세 여자를 대상으로 3D-AFRA를 통해 얻은 3차원 안면 계측치와 체질진단지의 첫인상 문항을 이용해 사상체질 진단알고리즘을 개발하고자 하였다. 즉, 3D-AFRA와 첫인상 문항을 통해 얻어진 안면 정보 중에서 판별분석에 투입할 최적의 독립 변수를 선택하는 절차 및 방법을 제시하였고, 판별모형을 만들어 이를 검증, 해석 및 분류의 적절성을 평가한 후, 검증집단에 투입하여 타당도 검사를 시행하였다. 이에 결과를 보고하는 바이다.

II. 研究對象 및 方法

1. 연구대상

1) 연구대상자

본 연구에서 사용하는 데이터는 보건복지부의 "한방치료기술 연구개발 사업"의 하나인 "한방 바이오 퓨전 연구사업" 과제를 수행할 때 2007년도에 4개 한의과대학의 5개 부속한방병원에서 임상시험연구윤리위원회의 승인 후에 실시한 임상시험자료를 활용한 것이다.

한방병원의 사상체질과 전문의로부터 체질진단을 받고 최소한 4주 이상 사상체질처방을 사용한 후 주 증상이 전반적으로 호전되고 부작용을 보고하지 않았던 자로 체질진단지(환자용) 설문 데이터 1, 040명과 얼굴 3D 데이터 941명 중, 설문 데이터와 얼굴 3D 데이터가 일치하는 940명 중에서, 태양인을 제외한 만 20세 이상 만 48세 이하 여자(357명)를 본 논문의 연구대상자로 선정하였다.

2) 표본 분할

판별 함수의 타당성(validation)을 검증하기 위하여 상기 연구 대상자를 분석표본(analysis sample or training sample)과 검증표본(test sample or holdout sample)으로 나누었다. 분석표본과 검증표본의 비율은 7:3으로 하

1) [東醫壽世保元; 四象人辨證論] 人物形容 仔細商量 再三推移 如有迷惑 則參互病證 明見無疑然後 可以用藥 最不可輕忽 而一貼藥 誤投重病險證 一貼藥 必殺人.

Table 1. Eight Questions about First impression

1. 나의 첫인상은 ?			
(1) 과단성(카리스마적인 면)이 있다	③ 그렇다	② 보통이다	① 아니다
(2) 인상이 뚜렷하다	③ 그렇다	② 보통이다	① 아니다
(3) 날쌔면서 용감하다	③ 그렇다	② 보통이다	① 아니다
(4) 영리해 보인다	③ 그렇다	② 보통이다	① 아니다
(5) 과묵하면서 겸손하다	③ 그렇다	② 보통이다	① 아니다
(6) 듄직하다	③ 그렇다	② 보통이다	① 아니다
(7) 온순하다	③ 그렇다	② 보통이다	① 아니다
(8) 차분해 보인다	③ 그렇다	② 보통이다	① 아니다

Table 2. Homogeneity between Analysis Sample and Test Sample

	Analysis Sample (N=250)	Test Sample (N=107)	T-value/Pearson Chi-square	Sig.
Age (yr)	32.02±8.449	34.02±9.808	-1.833	0.069
BMI (kg/m ²)	21.08±2.65	21.18±2.96	-0.286	0.776
Soyangin	65	40		
Sasangin	Taeumin 90	32	4.691	0.096
	Soeumin 95	35		

Table 3. Items of 3D Facial Variables and Functions

3D facial variables and functions		N=332	
Partial items	Ear (Er)	24	Total 316
	Eye (E)	132	
	Nose (N)	62	
	Mouth (M)	38	
	Jaw (J)	38	
	Face (F)	10	
	Area (Ar)	12	
Whole items [*]	Height	3	Total 16
	Height ratio	3	
	Height-Breadth ratio	3	
	T-projected Length	3	
	Angle	4	

여, 분석표본 250명 검증표본 107명으로 구성하였다.

분석표본과 검증표본 사이에 나이, Body Mass Index(BMI), 사상인의 차이가 없는지를 확인하기 위해, 나이와 BMI는 T-검정, 사상인 분포는 카이제곱-검정을 사용하였다. 두 그룹 간에 나이, BMI, 사상인 분포는 유의한 차이가 없었다(Table 1).

2. 측정 변수

1) 설문변수(첫인상)

체질진단지(환자용)³⁶의 용모사기 설문 문항 중에

서 "첫인상"에 관한 8개 문항을 사용하였다(Table 2).

2) 3D 안면 계측변수 및 수식변수

곽³⁵은 3차원 안면자동인식기(3-Dimensional Automatic Face Recognition Apparatus : 3D-AFRA)를 이용한 안면 계측변수 및 수식변수에 대한 표준안으로 332개 변수를 제시하였다(Table 3).

(1) 안면 계측변수 및 수식변수 삭제

상기 332개 변수 중 의미 없는 변수(EBS1_S2폭비)

와 부분항목 내에서 중복된 변수 8개를 삭제하였다. 또한 본 연구의 대상자 357명의 5% 즉 18명 이상에서 결측치를 가진 변수 58개 역시 분석에서 제외하였다. 그 결과 연구에 활용 가능한 변수 개수는 265개로 정리되었다.

(2) 수식변수 추가

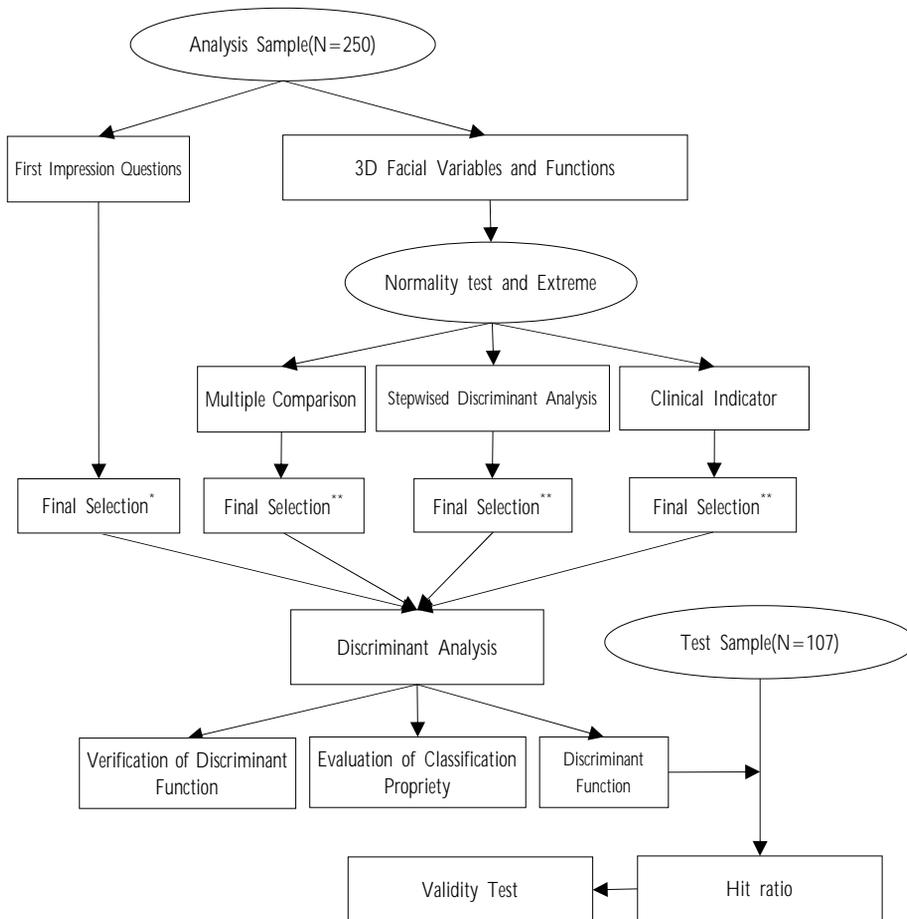
곽³⁵이 제시한 수식 외에 이론적으로 계산 가능한 수식이 더 있었다. 본 연구에서는 이를 추가하여 분석에 활용하였다. 아래 ①②③에 의해 추가된 수식변수는 119개이다.

① 길이 변수의 수식

길이 변수 가운데 '고비'와 '폭비'가 없는 변수들이 있었다. 이 변수들을 대상으로 고비와 폭비를 추가하였다. '고비'는 곽³⁵의 논문에서 제시된 대로 '÷FS2_3.6(좌동공점과 비근점사이의 길이)' 로 계산하였고, '폭비'는 곽³⁵의 연구에서 제시된 대로 '÷EBS1_S2(동공점간폭)' 으로 계산하였다.

② 방사경 변수의 수식

방사경 변수는 수식값이 없었다. 이에 '고비'와 '폭비'를 추가하였고, '÷ETS2_S3(좌동공점 방사경)' 으로 계산한 '비'를 추가하였다.



* Selection variables through univariate F value and Stepwised Discriminant Analysis

** Selection variables through Wilks' Lambda and Stepwised Discriminant Analysis

Figure 1. Sasang constitution diagnosis algorithm with facial variables

③ 면적 변수의 수식

면적 변수에도 수식값이 없었다. 이에 '고비'와 '폭비'를 추가하였고, '+EArFS1_1.7_S2(미간면적)'으로 계산한 '비'를 추가하였다.

상기의 과정을 통해 의미 없는 변수를 삭제하고, 계산 가능한 수식 변수를 추가한 결과 변수의 총 개수는 384개로 정리되었다.

3. 연구 방법

본 연구에서는 다중판별분석을 주된 통계기법으로 채용하였다. 이하의 과정을 Fig. 1에 도식화하였고, 통계 분석은 SPSS 13.0 for Windows를 사용하였다.

1) 첫인상 변수와 안면 계측변수 및 수식변수 중에서 판별분석에 투입할 최적의 변수를 선정하는 과정은 다음과 같다.

- (1) 첫인상 변수는 표준 판별분석의 단변량 F값과 단계적 판별분석에서 투입되는 변수들의 순서를 고려하여 판별 분석에 이용할 변수를 최종 선정하였다.
- (2) 안면 계측변수 및 수식변수는 먼저 정규성을 위반하는 변수(variable)와 극단값을 가지는 사례(case)를 삭제한 후 다음의 과정을 실시하였다.
 - ① 다중비교, 단계적 판별함수 분석, 임상적 판단 세 가지 방법을 통해 의미 있는 변수부터 찾아내었다. 체질별 유의한 차이를 보이는 변수일수록 판별분석에 적합한 변수이기 때문에 다중비교(Multiple Comparison) 기법을 통해 체질별 평균값의 차이를 비교해 보았다.
 - ② 이 변수들을 대상으로 표준 판별분석의 Wilks' Lambda값과 단계적 판별분석에서 투입되는 변수들의 순서를 고려하여 판별 분석에 이용할 변수를 최종 선정하였다.
 - ③ 단, 임상적 판단은 이²²의 논문을 기준으로 하였다. 이를테면 소양인의 눈과 눈썹에 대하여 『四象方藥合篇』에서 '눈빛이 있고, 안구가 돌출되었다'라고 하였는데, '눈빛이 있고'는 계량적 수치로 표현하기 어렵지만 '안구가 돌출 되었다'는 좌동공점인 S2의 방사경값으로 계량화 할 수 있다. 이에 저자는

이²²의 논문 중에서 '문헌별로 가장 많이 언급된容貌 표현'을 기준으로 의미 있는 변수를 찾아보았다.

- ④ 최종 선정 시에는 투입할 변수의 개수를 고려하였는데, 이는 판별분석에서 관측치의 개수(표본의 크기)가 독립변수 수의 20배 이상이 되는 것이 요구되기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 판별함수에 투입할 변수는 12개 내외로 최종 선정하는 것을 목표로 하였다.

2) 이상의 과정을 통해 선정된 측정 변수로 판별분석을 시행하였고, 그 결과 산출된 판별함수(Canonical discriminant functions)를 검증하고 해석하였으며, 판별정확률을 통해 분류의 적절성을 평가하였다.

3) 판별결과와 타당성(validation)을 검증하기 위해서 분석 표본에서 도출된 분류함수(Fisher's linear discriminant functions)를 검증 표본에 투입하여 판별정확률을 계산해 보았다.

Ⅲ. 結 果

1. 체질진단지(첫인상)중 변수 선정

첫인상 8개 변수를 가지고 변수 탐색을 위한 표준 판별분석을 시행하였다. 2) 단변량분석(집단평균의 동질성에 대한 검정)의 Wilks' Lambda값 및 F값을 통해 집단 간 차이를 크게 하는 변수를 확인하고, 이 변수들의 구조행렬 판별적재값을 비교하여 최종 선택하였다.

그 결과 체질 집단을 구분하는 첫인상 변수로 p1_8(차분해 보인다)이 가장 중요하였으며 (Wilks' Lambda=0.861, F=19.64, p<0.001), 그 다음 p1_7(운순하다, Wilks' Lambda=0.912, F=11.791, p<0.001), p1_6(듬직하다, Wilks' Lambda=0.918, F=10.961, p<0.001), p1_1(과단성이 있다, Wilks' Lambda=0.928, F=9.436, p<0.001), p1_3(날쌔면서 용감하다, Wilks' Lambda=0.944, F=7.193, p<0.01), p1_5(과묵하면서 점잖다, Wilks' Lambda=0.951, F=6.266, p<0.01),

2) 판별정확률은 62.2%이었다.

p1_4(영리해 보인다, Wilks' Lambda=0.964, F=4.530, p<0.05)의 순으로 나타난 반면, p1_2(인상이 뚜렷하다)는 집단을 구분하는데 통계적으로 유의하지 않았다. (Wilks' Lambda=0.982, F=2.201, p>0.05)

이상에서 유의하게 나타난 7개 첫인상 변수를 좀 더 축약하기 위해 단계적 판별 분석을 시행해 본 결과 표준 판별 분석과 의미있는 차이를 발견할 수 없었다. 따라서 표준판별 분석의 단변량 분석 결과를 기준으로 최종 변수를 선정한다.

2. 안면 정보중 변수 선정

1) 정규성 검사

정규성 검사 결과 계측변수 71개, 수식변수 99개, 추가된 수식변수 62개 총232개 변수가 정규성 가정을 만족하였다.

2) 극단값 확인

이에 태음인 2사례, 소음인 1사례가 삭제되었다.

3) 다중 비교를 통한 변수 선정

세 집단에서 모두 유의한 차이가 있는 변수뿐만 아니라 두 집단에서 유의한 차이가 있는 변수도 선정하였다. 정규성 가정을 통과한 안면변수는 총232개이었고, 이 변수들을 대상으로 Scheffe의 방법을 이용하여 다중 비교를 실시하였다.

소양인, 태음인, 소음인 중 어느 두 집단에서 유의한(p<0.05) 차이를 보인 변수는 계측변수 18개, 수식변수 29개, 추가된 수식변수 2개 총49개이었고, 세 집단 모두에서 유의한(p<0.05) 차이를 보인 변수는 계측변수 22개, 수식변수 3개, 추가된 수식변수 2개 총27개이었다. 이상 다중비교에서 유의하게 나타난 계측변수 및 수식변수들을 계측변수와 수식변수로 나눠서 최종 선정 과정을 진행하였다. 다중비교에서 유의하게 나타난 변수 중에서 판별분석에 투입할 변수를 최종 선정하기 위해 표준 판별분석의 Wilks' Lambda값과 단계적 판별분석에서 어떤 변수가 투입되는지를 확인해 보았다.

(1) 40개 계측변수 중에서 최종 선정된 변수 NH3.5_L3, E1.2_1.9를 최종 변수로 선정하였다. 다

중 비교에서 가장 유의하게 나타난 ArFS1_L3_S2는 이를 수식화한 ArFS1_L3_S2고비의 Wilks' Lambda값이 더 작았기 때문에, 최종 선정시에는 ArFS1_L3_S2고비로 대신하였다.

① NH3.5_L3(좌비익하점높이)은 NH3.5_L3, NH3.2_L3, EH2.4_L3등 턱하점에서의 높이를 나타내는 변수들을 대표하여, '下顔의 길이'의 의미로 태음인을 잘 구분해주는 변수로 채택하였다.

② E1.2_1.9(좌눈썹두께)는 소양인이 유달리 작은 값을 갖고 태음인이 상대적으로 큰 값을 갖는 것이 특징이어서, 소양인을 잘 구분해주는 변수로 채택하였다.

(2) 37개 수식변수 중에서 최종 선정된 변수 ArFS1_L3_S2고비, EAF2.4, NA3.2_3.1_3.3, F1.7_3.6 고폭비를 판별분석에 투입할 변수로 최종 선정하였다.

① ArFS1_L3_S2고비(중하안면적÷S2_3.6)는 얼굴 길이에 비한 면적값으로 '안면이 넓직한 정도'의 의미를 생각하고 태음인을 잘 구분해주는 변수로 채택하였다.

② EAF2.4(좌상안검열점각(∠S1_2.4_S2))는 좌안노출도에 비해 S1_S2가 클수록 큰 값을 가지기 때문에 '눈매가 찢어진 정도'의 의미를 생각하고 소음인에 비해 소양인을 구별(p=.044)하는 변수로 채택하였다.

③ NA3.2_3.1_3.3(셀리온각1)은 코 길이에 비해 콧방울간격이 넓을수록 큰 값을 가지기 때문에 '코가 넓직한 정도'의 의미를 생각하고 태음인에 민감한 변수로 채택하였다.

④ F1.7_3.6고폭비(중안길이고폭비)는 미간에서 비근점까지 높이로 '中顔의 상대적 길이'의 의미를 생각하고 소음인에 민감한 변수로 채택하였다.

4) 단계적 판별분석을 통한 변수 선정

체질 집단을 분류하는데 중요한 변수를 찾는 탐색적인 목표로 단계적 판별분석 활용해 보았다. 다중비교에서는 덜 유의한(p>0.05) 변수라도 판별분석에 가서는 의미 있는 변수(Wilks' Lambda 값을 p<0.05한 기준에서 감소)일 수 있기 때문에, 의미 있는 변수를 찾아내는 방법 중 하나로 활용하였다. 따라서 다중비

교에서 덜 유의했던 변수를 포함하여 정규성 가정을 통과한 모든 변수를 대상으로 단계적 판별분석을 시행하였다. 또한 최종 선정을 목표로 하는 것이 아니라 의미 있는 변수를 찾아내는 것이 목표이기 때문에 단계적 판별분석에서 변수 진입 기준(F-확률 사용)을 0.05, 0.10 등으로 다양하게 잡아보고 그 결과를 비교해 보았다.

진입기준 $p=0.10$ 에서는 11개 변수가 판별분석에 투입되었는데, 이 변수들 중에서 E1.1_1.8두께고비(우눈썹두께÷S2_3.6), E2.6_2.8길이고비(좌하안검구길이÷S2_3.6)는 다중비교에서 유의하게 나타나지 않았던 변수들이었다. 즉 이들은 다중비교에서는 유의하지 못했지만 판별분석에서는 유의하게 Wilks' Lambda 값을 낮추는 변수이었다. 특히, E1.1_1.8두께고비의 경우 ANOVA 분석에서는 유의수준=0.407 이라는 높은 값을 가짐에도 불구하고 단계적 판별 분석에서는 3번째로 투입됨을 볼 수 있다.

이 중 E1.1_1.8두께고비는 앞서 다중 비교를 통해 최종 선정된 E1.2_1.9와 유사한 의미를 가져 판별식에 같이 투입했을 때 다중공선성의 문제를 가진다. 또한 E1.1_1.8 만 판별분석에 투입해보면 Wilks' Lambda 값이 비교적 높게 나오고(0.993), 공분산 행렬의 동질성 가정을 만족시키지 못한다(Box's M=462.198($p=.000$)). 반면에 E2.6_2.8길이고비는 비록 ANOVA 분석에서는 유의수준=0.108 이긴 하지만 소양인이 타 체질보다 큰 값을 특징이 있어 최종 선정에 이용하도록 한다.

결국 여자 집단의 단계적 판별분석을 통해서는 E2.6_2.8길이고비(좌하안검구길이÷S2_3.6)를 판별분석에 투입할 변수로 최종 선정하였다. 11개 안면변수가 진입하여 만들어진 판별함수에 의한 판별정확률은 55.9%로 나타났다.

5) 임상적 판단을 통한 변수 선정

이²²의 논문 중에서 '문헌별로 가장 많이 언급된容貌 표현'을 보면 소양인의 경우 문헌에 가장 많이 언급된 것으로 계량적 수치로 표현 가능한 것은 頤尖(5회)과 脣薄(4회)이었다. 頤尖은 JAL3_5.3_5.1(右頤角), JAL3_5.4_5.2(左頤角), JAFL3(턱하점각), JASL3(측턱하점각)등으로 계측할 수 있고, 脣薄은

MFE4.1_4.3(구노출도)로 계측할 수 있다. 태음인의 경우 脣厚(3회), 鼻大(2회)가 가장 많이 언급된 표현으로 脣厚는 소양인의 脣薄과 같이 MFE4.1_4.3(구노출도)로 계측할 수 있다. 鼻大는 NArF3.2_3.1_3.3(비면적) NArS3.1_3.6_3.3(측비면적)으로 계측할 수 있다. 소음인의 경우는 문헌에 많이 언급된 표현 중 계측적 수치로 표현 가능한 것이 없었다. 따라서 이상 7개 용모변수를 임상적 판단에서 의미 있는 변수로 선정하였다.

① 頤尖(5회)

頤尖은 JAL3_5.3_5.1(右頤角), JAL3_5.4_5.2(左頤角), JAFL3(턱하점각), JASL3(측턱하점각)등으로 계측할 수 있다.

② 脣薄(4회), 脣厚(3회)

脣薄, 脣厚는 MFE4.1_4.3(구노출도)로 계측할 수 있다.

③ 鼻大(2회)

鼻大는 NArF3.2_3.1_3.3(비면적) NArS3.1_3.6_3.3(측비면적)으로 계측할 수 있다.

이상 7개 용모변수 중 鼻大를 의미하는 NArF3.2_3.1_3.3(비면적)과 NArS3.1_3.6_3.3(측비면적)은 다중비교에서 이미 비교되었기 때문에 이를 제외한 5개 변수를 각각 표준 판별분석에 투입하여 Wilks' Lambda 값과 Box's M값을 확인해 보았다.

頤尖을 의미하는 JAL3_5.3_5.1(右頤角), JAL3_5.4_5.2(左頤角), JAFL3(턱하점각), JASL3(측턱하점각)중에서는 JASL3가 Wilks' Lambda값이 가장 낮았으나(0.992, $p=0.377$) Box's M값이 8.314($p=0.016$)이었다.

脣薄, 脣厚를 의미하는 MFE4.1_4.3(구노출도)는 Wilks' Lambda값이 비교적 낮고(0.963, $p=0.012$), Box's M값도 4.477($p=0.108$)로 공분산 행렬의 동질성 가정에 보다 자유로웠다.

따라서 임상적 판단에 의해서는 脣薄 및 脣厚를 의미하는 MFE4.1_4.3를 최종 선정하였다. 참고로 MFE4.1_4.3은 정규성 가정에 위배되어 삭제하였던 변수였다.

3. 판별 분석 결과

안면 계측변수 및 수식변수에서 최종 선정된 NH3.5_L, E1.2_1.9, ArFS1_L3_S2고비, EAF2.4, NA3.2_3.1_3.3, F1.7_3.6고폭비, E2.6_2.8길이고비, MFE4.1_4.3 8개 변수로 변수를 하나씩 없애가면서 판별분석을 시행해보면 E1.2_1.9, NA3.2_3.1_3.3를 제외한 NH3.5_L, ArFS1_L3_S2고비, EAF2.4, F1.7_3.6고폭비, E2.6_2.8길이고비, MFE4.1_4.3 6개 변수로 판별분석을 시행하였을 때 가장 높은 판별분석률(54.5%, 교차유효율53.2%, Box's M=76.748(p=0.002))을 보였다.

따라서 안면 계측변수 및 수식변수에서는 NH3.5_L, ArFS1_L3_S2고비, EAF2.4, F1.7_3.6고폭비, E2.6_2.8길이고비, MFE4.1_4.3 이상 6개 변수를 최종적으로 선정하였다.

이를 첫인상 변수에서 최종 선정된 p1_1, p1_3, p1_6, p1_7, p1_8 이상 5개 변수와 함께 판별분석을 시행해 보았다.

산출된 두개의 판별함수는 통계적으로 유의하였으며(각각 $\lambda = .613, p < .001$; $\lambda = .830, p < .001$), 두 함수에 의한 안면 정보 변수들의 설명량은 39%로 나타났다 (함수1=22%, 함수2=17%) (Table 4).

구조행렬의 판별적재값(상관관계값)을 살펴보면 첫 번째 판별함수의 경우, 판별력이 큰 순서는 p1_8, p1_7, F1.7_3.6고폭비의 순이며, 나머지는 판별력이 작은 것으로 나타났다. 두 번째 판별함수의 경우, 판별력이 큰 순서는 p1_6, ArFS1_L3_S2고비, NH3.5_L3, p1_1, p1_3의 순이며 나머지는 판별력이 작은 것으로 나타났다. 특히 첫 번째 판별함수에서 판별력이 낮은 p1_6(등직하다)은 두 번째 판별함수에서 높은 판별력을 보이고 있다. 첫 번째 함수에 대한 소양인집단의 센트로이드는 .613 태음인 집단은 .354 소음인 집단은 -.733으로 함수 1은 소음인을 잘 구분해내는 함수로 볼 수 있고, 두 번째 함수에 대한 소양인집단의 센트로이드는 -.600 태음인 집단은 .546 소음인 집단은 -.096

Table 4. Standardized Discriminant Analysis with 11 Facial Variables

Facial variables	Fct 1	Fct 2	Wilks' Lambda	F
p1_8	-.666(*)	.108	.862	18.507 ^c
p1_7	-.427(*)	.320	.921	9.925 ^c
F1.7_3.6고폭비	-.368(*)	-.106	.952	5.823 ^b
MFE4.1_4.3	-.278(*)	.193	.966	4.059 ^a
EAF2.4	.257(*)	-.189	.970	3.568 ^a
E2.6_2.8길이고비	.222(*)	-.099	.981	2.250
p1_6	.103	.595(*)	.929	8.825 ^c
ArFS1_L3_S2고비	.440	.444(*)	.902	12.630 ^c
NH3.5_L3	.388	.412(*)	.919	10.203 ^c
p1_1	.376	-.388(*)	.925	9.376 ^c
p1_3	.276	-.351(*)	.950	6.042 ^b
Group	Group Centroid		Box's M=158.676 (p=0.166)	
		Fct 1		
Soyangin	.613	-.600		
Taeumin	.354	.546		
Soeumin	-.733	-.096		
Eigen value	.354	.205		
Chi-square	63.4	36.6		
Canonical Correlation	.511	.412		
Wilks' Lambda	.613 ^c	.830 ^c		

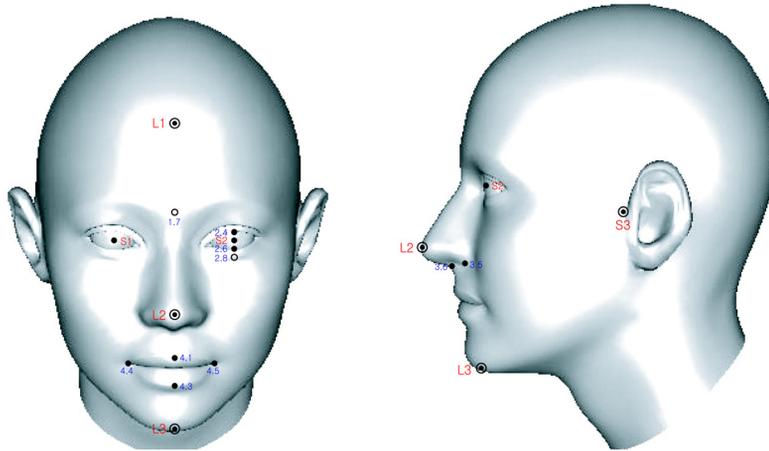
(*)Largest absolute correlation between each variable and any discriminant function

^a p<.05, ^b p<.01, ^c p<.001

Table 5. Description of 6 Facial Variables including to Discriminant Functions

Variable	Name (Chinese character)	Name(Korean)	Name(English)	Description(Formula)
F1.7_3.6고폭비	中顔高幅比	중안고폭비	Mid face length Interpupillary distance ratio	$F1.7_3.6 \times 100 / BS1_S2$
MFE4.1_4.3	口露出度	구노출도	Lip length width ratio	$H4.1_4.3 \times 100 / B4.4_4.5$
EAF2.4	左上眼瞼点角	좌상안검열점각	Left upper eyelid point angle	$\angle S1_2.4_S2$
E2.6_2.8길이고비	左下眼瞼溝長高比	좌하안검구길이고비	First sulcus point of left lower eyelid length	$2.6_2.8 / S2_3.6$
ArFS1_L3_S2고비	中下顔面積高比	중하안면적고비	Mid and lower face area	$\diamond S1_L3_S2 / S2_3.6$
NH3.5_L3	鼻翼下点高	좌비의하점높이	Inferior point of nasal ala height	3.5_L3

- 계측변수 표시의 첫 번째 문자에 있어 B는 breadth, H는 height, A는 angle, E는 eye, N은 nose, M은 mouth, F는 face, Ar은 area를 각각 의미한다.
- 계측변수 표시의 두 번째 문자에 있어 F는 frontal, A는 angle를 각각 의미한다.
- 계측변수 표시에서 L1, L2, L3, S1, S2 및 숫자는 안면표준점(FDP)의 기호를 의미한다.
- 계측변수 정의 및 공식에서 '∠'는 표준점과 표준점 사이의 거리를 의미하며, '∠'는 세 표준점이 이루는 각을 의미하며, '◇'는 표준점들이 있는 공간의 면적을 의미한다.



으로 두 번째 함수는 소양인과 태음인을 구분하는 함수로 볼 수 있다.

단변량 F값을 살펴보면 E2.6_2.8길이고비가 유의수준이 p>0.05로 나타났다. 체질 집단을 구분하는 안면 정보 변수로 p1_8(차분해보인다)이 가장 중요하였으며 (Wilks' Lambda=.862, F=18.507, p<.001), ArFS1_L3_S2고비, NH3.5_L3, p1_7, p1_1, p1_6, p1_3, F1.7_3.6고폭비, MFE4.1_4.3, EAF2.4의 순으로 나타난 반면 E2.6_2.8길이고비는 집단을 구분하는데 통계적으로 유의하지 않았다. 얼굴변수에 대한 설명은 Table 5에 표시하였다.

도출된 분류함수(Fisher's linear discriminant functions)는 다음과 같다. 판별함수 결과는 Table 6에 나타나 있다.

① 소양인

$$12.523 \times (NH3.5_L3) + 49.471 \times (ArFS1_L3_S2고비) + 559.385 \times (F1.7_3.6고폭비) + 0.503 \times (MFE4.1_4.3) - 135.160 \times (E2.6_2.8길이고비) + 19.401 \times (EAF2.4) + 14.990 \times (p1_1) + 5.354 \times (p1_3) - 4.433 \times (p1_6) + 6.598 \times (p1_7) + 4.146 \times (p1_8) - 1390.417$$

② 태음인

$$12.768 \times (NH3.5_L3) + 50.229 \times (ArFS1_L3_S2고비) + 560.908 \times (F1.7_3.6고폭비) + 0.557 \times (MFE4.1_4.3) - 140.645 \times (E2.6_2.8길이고비) + 19.238 \times (EAF2.4) + 14.411 \times (p1_1) + 4.722 \times (p1_3) - 3.437 \times (p1_6) + 6.935 \times (p1_7) + 3.996 \times (p1_8) - 1386.298$$

Table 6. Classification by Standardized Discriminant Analysis with 11 Facial Variables

		Predictive group			Total
		Soyangin	Taeumin	Soeumin	
Actual group	Soyangin	33	17	11	61
	Taeumin	10	54	19	83
	Soeumin	8	15	68	91
	Soyangin	54.1	27.9	18.0	100.0
	Taeumin	12.0	65.1	22.9	100.0
	Soeumin	8.8	16.5	74.7	100.0

66.0% of actual grouped cases correctly classified.

59.1% of cross-validated grouped cases correctly classified.

Table 7. Validity Test on Test Sample

		Predictive group			Total
		Soyangin	Taeumin	Soeumin	
Actual group	Soyangin	15	8	14	37
	Taeumin	3	21	7	31
	Soeumin	4	8	22	34
	Soyangin	40.5	21.6	37.8	100
	Taeumin	9.7	67.7	22.6	100
	Soeumin	11.8	23.5	64.7	100

56.9%* of actual grouped cases correctly classified.

*Total 102 cases excluding 5 cases with missing values were tested by validity test.

③ 소음인

$$11.982 \times (\text{NH}3.5_L3) + 49.492 \times (\text{ArFS1_L3_S2고비}) + 565.385 \times (\text{F1.7_3.6고폭비}) + 0.588 \times (\text{MFE4.1_4.3}) - 147.537 \times (\text{E2.6_2.8길이고비}) + 19.152 \times (\text{EAF2.4}) + 14.175 \times (\text{p1_1}) + 5.310 \times (\text{p1_3}) - 4.298 \times (\text{p1_6}) + 6.863 \times (\text{p1_7}) + 5.249 \times (\text{p1_8}) - 1375.179$$

4. 타당성 검증(validity test)

판별 분석 결과에서 도출한 분류함수를 검증표본에 대입하여 타당성 검증을 하였다 (Table 7).

IV. 考 察

객관적인 지표를 통해 각 체질별의 차이를 밝혀내는 이른바 사상체질 진단 객관화에 관한 연구가 많이 이루어지고 있다. 사상체질의 용모는 주로 두면부의 형태학적 연구를 통해 2차원인 평면상을 바탕으로 진

행되어 오다,¹⁰⁻²⁴ 최근에는 3차원 안면 정보를 활용하기 위한 연구가 활발히 이루어졌다.²⁵⁻³⁴ 이는 주로 3차원 안면자동인식기(3D-AFRA)의 개발 및 표준안 마련에 관한 연구로 이루어져 왔는데, 실제로 3D-AFRA를 통해 수집한 3차원 안면 정보를 통해 사상체질별 안면 형태학적 특징을 통계적으로 분석한 연구는 미미한 실정이다. 꺾³³은 3D-AFRA를 통해 수집한 3차원 안면 정보를 통해 판별방정식을 도출하고 실제 사상체질과 비교를 통해 진단 정확률을 확인하여 기기의 사상체질 진단 타당도를 평가하였으나, 판별분석에 투입할 변수를 선정하는데 있어 단계적 판별분석 기법만 사용하는 한계가 있었다.

본 연구에서는 사춘기 이후인 20세 이상과 폐경기 전후인 48세 이하³⁾로 한정된 여성을 대상으로 선정하였다. 그것은 형태학적으로 두면부의 형상이 성별과

3) 『東醫壽世保元』 『廣濟說』 三十三齡 至四十八齡 曰壯, 四十九齡 至六十四齡 曰老

나이에 따라 변하기 때문에 먼저 성별을 구분하여 분석해야 한다. 또한 연령에 대한 계층화는 생물학적으로 사춘기 전후와 폐경기 전후에 얼굴 형태학적인 변화를 가져 올 수 있기 때문이다.²

본 연구과정중 의의는 관찰변수를 분석 전에 다음과 같은 데이터마이닝과정을 실시하였다. 첫째, 곱³⁵의 3D 안면표준변수 332개중에서 중복되거나 분석에 의미가 없는 안면변수를 제외하였다. 둘째, 본 연구 대상자의 5%에서 결측치를 가진 변수는 분석에서 제외하였다. 셋째, 안면변수(계측변수와 수식변수)는 체질 집단을 factor로 설정하여 정규성 검사를 시행하였고, 'Lilliefors에 의해 수정된 Kolmogorov-Sminov 검정'을 이용하여 $p < 0.05$ 인 경우에 삭제하였다. 개별 변수가 정규분포를 이루지 못할 때 이에 대해 조치하는 방법으로는 제곱근이나 로그 또는 역수를 취하여 자료를 변환하는 방법이 있다. 하지만 자료변환은 원래의 측정척도에 변화를 가하는 것이므로 변환된 척도의 값에 대한 충분한 설명을 덧붙여야 하나 해석이 용이하지 않을 수 있기 때문에 본 연구에서는 삭제하는 방식을 택하였다.³⁷ 넷째, 극단값을 삭제하였다. 극단값은 상자-수염 그림(Box-Plot Chart)를 통해 확인해보았다. 극단값은 1, 3사분위수로부터 상자 길이의 3배 이상 벗어난 관측값으로, 여러 변수에 걸쳐 극단값으로 나타나는 사례는 삭제하였다.³⁸

그리고 그 동안의 얼굴연구에서와 같이 계량화된 3D얼굴변수는 얼굴의 형태를 정량적으로 비교가 가능한 장점은 있지만 극히 부분적이므로 해석이 용이하지 않고, 얼굴이미지를 포괄하는 것은 한계가 있었다. 그러나 본 연구의 시도로 인하여 부분적이고 정량적인 3D얼굴변수와 전체적이고 정성적인 설문문항(첫인상)을 함께 분석하여 보다 발전적인 얼굴연구를 진행한 것에 의의를 들 수 있다.

판별분석에 투입할 최적의 변수를 선택하기 위해서는 탐색적 자료분석(exploratory data analysis: EDA)을 통해 자료의 구조와 특징을 파악하여 다변량 분석의 기본 전제인 다변량 정규분포를 확인해야 한다. 또한 판별분석은 독립변수 선정 시 연구자의 직관에 의한 변수 선정이 어느 정도 허용되어 변수선정에 따른 융통성이 있는 장점이 있지만,³⁹ 예측력을 높이기 위해 무수히 많은 변수를 판별식에 투입하다 보면 절약성

과 간명성의 상실이라는 실수를 범하게 된다. 따라서 끊임없는 통찰을 통해 가장 결정적이고 영향력이 있다고 판단되는 주요 요인만을 독립변수로 상정하려는 노력을 해야 하는데 이는 독립 변수간의 다중공선성 문제와 관련되기 때문에 더욱 중요한 의미를 갖는다.³⁷

이에 저자는 곱³³이 제시한 수식 변수 이외에 계산 가능한 125개 변수를 추가하였고, 다중비교법을 위주로 판별분석에 투입할 독립 변수를 선정하되, 단계적 판별분석 및 임상적 판단으로 보완하는 방식을 제시하였다. 또한 체질진단지의 첫인상 문항에 대해서는 표준 판별분석의 단변량 F값과 단계적 판별분석에서 투입되는 변수를 고려하여 독립 변수를 선정하는 방식을 제시하였다. 이는 3차원 안면 정보의 한계를 보완할 수 있는 다른 객관적 체질 진단 지표들(예를 들어 신체 계측 정보, 음향 신호 정보 등)을 3차원 안면 정보와 함께 사상체질 진단에 이용하기 위해서는 어떤 방법을 사용하여야 되는지에 대한 방법으로서의 의미도 가진다.

아울러, 본 연구는 얼굴변수로 인한 판별함수가 얼마나 타당한지를 검증하기 위하여 다음과 같은 연구 절차를 진행하였다. 연구대상자를 나이, BMI, 체질분포에서 동질성있는 두 집단으로 구분하였다. 그리고 분석표본에서 산출된 판별함수를 검증표본에 적용하여 판별함수의 타당성을 검증하였다.

그러나 본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 연구 결과 산출된 판별함수는 통계적으로 유의하기는 하였으나, 설명량이 39%로 낮은 편이었고, 분류는 66%의 판별 정확률을 나타냈으며, 분류 함수를 도출하여 검증표본에서 판별 정확률을 계산해 본 결과 56.9%이었다. 이것은 용모 즉 얼굴변수가 사상인 변증에 대한 기여하는 정도로 판단해야 할 것이다. 둘째, 판별함수의 설명량이 낮은 것은 다중비교 결과에서 살펴보았듯이 안면 계측값의 특성상 체격의 요소에 많이 좌우되어 태음인이 대부분 큰 값을 가지는 것이기 그 이유로 추측된다. 이를 보완하기 위하여 보다 체격의 영향을 덜 받는 수식변수를 개발 및 계측변수와 별도로 분석을 진행하기도 하였으나 3차원 안면정보가 태음인에 민감한 것은 앞으로 해결해야 할 과제이

4) 『東醫壽世保元』 『四象人 辨證論』 太陰人 體形 長大而亦或有六尺矮短者

다. 셋째, 판별 분석을 시행하는 과정에서 공분산 행렬의 동일성 가정이 문제시 되는 경우가 많았는데, 이는 표본 집단의 개수가 이질적인데서 오는 결과로 향후 3차원 안면 정보를 수집하여 분석에 활용할 때는 체질 집단별 대상자의 숫자를 일치시키는 것이 효율적인 분석을 위해서 필수적임을 알 수 있었다.

본 연구에서 설문지의 첫인상 문항을 3차원 안면 정보와 함께 활용하였듯이 다른 수많은 계측 정보들도 함께 활용할 수 있는 방법을 만들어간다면 사상체질진단의 객관화에 크게 기여할 것이다. 향후 다양한 3차원 안면정보의 개발 및 다른 생물학적 정보가 융합하여 보다 발전된 체질진단 연구가 진행되길 기대한다.

V. 結 論

한국인 20~48세 중년여성 357명 대상자들의 3차원 안면 정보 및 체질진단지(환자용)의 첫인상 문항을 이용하여 사상체질 진단의 판별함수를 제안해 보았다.

1. 첫인상 변수는 표준 판별분석의 단변량 F값과 단계적 판별분석에서 투입되는 변수들의 순서를 고려하여 판별 분석에 이용할 변수를 최종적으로 p1_1, p1_3, p1_6, p1_7, p1_8 이상 5개 변수를 선정하였다.
2. 안면 계측변수 및 수식변수는 탐색적 자료 분석을 선행한 후 다중비교법을 위주로 변수를 선정하되, 단계적 판별함수 분석, 임상적 판단으로 보완하였다. 최종 선정 시에는 표준 판별분석의 Wilks' Lamda 값과 단계적 판별분석에서 투입되는 변수들의 순서를 고려하여 최종적으로 NH3.5_L, ArFS1_L3_S2 고비, EAF2.4, F1.7_3.6고폭비, E2.6_2.8길이고비, MFE4.1_4.3 이상 6개 변수를 선정하였다.
3. 판별분석의 결과 산출된 판별함수는 통계적으로 유의하였고, 39%의 설명력을 가졌고, 66%의 판별 정확률을 나타내었으며, 분류 함수를 도출하여 검증표본에서 판별 정확률을 계산해 본 결과 56.9%이었다.

3차원 안면정보가 태음인에 민감한 것과 체질 집단별 표본 수를 일치시키는 것이 향후 연구에서 해결해

야 할 과제이다. 3차원 안면 정보와 설문지 정보를 함께 사상체질 진단에 이용한 알고리즘은 앞으로 다른 계측 정보에도 동일하게 적용해서 사상체질 진단에 활용할 수 있을 것이다.

VI. Acknowledgements

This work was supported by the National Research Foundation of Korea Grant funded by the Korean Government [NRF-2009-351-E00040].

參考文獻

1. Department of Sasang Constitutional Medicine, College of Oriental Medicine in Korea. Sasang Constitutional Medicine. Jipmundang. 2004:67-109, 149-176.(Korean)
2. Cho YJ. The Face of Korean. Sakeyjul. 2000:44.(Korean)
3. Song YJ, Kim SH, Kwon HB, An JH. A review of measuring technology and standard of face for 3D face modeling. Institute of Information Technology Assessment Weekly technology trend. No.1191.(Korean)
4. Lee SY. The trend of the latest technology and standardization of face recognition. Institute of Information Technology Assessment IT standard weekly. 2005:36. (Korean)
5. Song KH, Shin HC, Yang UI. The current state and future prospect of 3-dimensional Face-recognition technology. Journal of the Korean Institute of Electronics Engineers. 2006;33(1):46-56.(Korean)
6. Song YJ, Kim SH, Ahn JH. Facial feature analysis for 3D face modeling. Journal of Korean Institute of Information Technology. 2004;2(2):25-29.(Korean)
7. Han YH. Automatic facial feature detection for face recognition system. Journal of Korean Institute of Information Technology. 2007;5(2):120-127.(Korean)
8. Kim BK, Lee YH, Kim TS. 3D Face Recognition using Curvature Histogram of Oriented Gradients(HOG) for Face Contour Line. Journal of Korean Institute of Information Technology. 2009;7(6):105-114.(Korean)
9. Lee SJ, Oh IG, Namkung JC. A enhancement of the

- face recognition using PCA&LDA-SIFT Algorithm. Journal of Korean Institute of Information Technology. 2010;8(6):9-20.(Korean)
10. Kho BH, Song IB, Cho YJ, Choi CS, Kim JW, Hong SC et al. A morphologic study of head and face for sasang constitution. J Sasang Const Med. 1996;8(1): 86-101.(Korean)
 11. Kim CS. A physical anthropologic study of head and face for Tae-eumin and So-eumin. J Sasang Const Med. 1997;9(2):299-302.(Korean)
 12. Hong SC, Lee SK, Song IB. A morphological study of upper face according to the sasang constitution. J Sasang Constitut Med. 1998;10(1):161-170.(Korean)
 13. Hong SC, Lee EJ, Lee SK, Han GH, Kho BH, Song IB. A morphological study on the upper face of Moire according to the sasang constitution. J Sasang Constitut Med. 1998;10(2):271-282.(Korean)
 14. Hong SC, Lee EJ, Lee SK, Han GH, Kho BH, Song IB. A morphological study for objectification of the Sasang Constitution diagnosis On the So-eumin. J Sasang Constitut Med. 1998;10(1):171-180.(Korean)
 15. Hong SC, Kho BH, Song IB. A morphological study of ear, eye, nose and mouth according to the sasang constitution. J Sasang Constitut Med. 1998;10(2):221-270..(Korean)
 16. Kim HS, Choi KJ. Understanding of Lee, Je-ma's View of Form and Interpretation of form of face. J Sasang Constitut Med. 1999;11(1):311-327.(Korean)
 17. Yun JH, Lee SK, Lee EJ, Kho BH, Song IB. Morphological standardization research of head and face on the 50's and 60's in Korean according to sasang constitution. J Sasang Constitut Med. 2000;12(2):123-131.(Korean)
 18. The Comparison research of the head and face on the 30's, 40's, and the 50's 60's in Korean men according to sasang constitution. J Sasang Constitut Med. 2000;12(2):143-152.(Korean)
 19. Jung KH. A morphologic study of head and face of man in the age 30 to 40 according to sasang constitution. Kyung Hee University Graduate school the master's thesis. 2001.(Korean)
 20. Hong SY. A morphologic study on head and face of women in the age 30 to 40 according to sasang constitution. Kyung Hee University Graduate school a master's thesis. 2001.(Korean)
 21. Lee HS, Ahn TW, Bae NY, Cho DU. Facial features extraction for sasang constitution classification. J Sasang Constitut Med. 2005;17(2):211-327.(Korean)
 22. Lee EJ, Sohn EH, Yoo JH, Kim JW, Kim KK, Kho BH et al. The study of sasangin's face. J Sasang Constitut Med. 2005;17(3):55-68.(Korean)
 23. Lee EJ, Pyeon YB, Kwak CK, Yoo JH, Kim JW, Kim KK et al. The study of face model and face type. J Sasang Constitut Med. 2006;18(2):25-33.(Korean)
 24. Yun JH. Standardization study about external appearance measurement of face of sasangin. Kyung Hee University Graduate school the doctor's thesis. 2007:83. (Korean)
 25. Lee EJ, Cho KR, Kim JW, Kim GG. Development and application of 3D Face Automatic Recognition. 6th Sasang constitution medicine summer symposium. 2006;6:67-73.(Korean)
 26. Suk JH, Cho KR, Cho YB, Yoo JH, Kwak CK, Lee SK et al. An error examination of 3D Face Automatic Recognition. J Sasang Constitut Med. 2006;18(2):41-49. (Korean)
 27. Seok JH, Cho KR, Cho YB, Yoo JH, Kwak CK, Lee SK et al. Precision test of 3D Face Automatic Recognition Apparatus(3D-FARA) by rotation. J Sasang Constitut Med. 2006;18(3):57-63.(Korean)
 28. Kwak CK, Cho YB, Sohn EH, YOO JH, Kho BH, Kim JW et al. An positioning error analysis of 3D Face Recognition Apparatus. J Sasang Constitut Med. 2006;18(2):34-40.(Korean)
 29. Kwak CK, Cho YB, Sohn EH, Yoo JH, Kho BH, Kim JW et al. A hardware error analysis of 3D Face Automatic Recognition Apparatus(3D-FARA). J Sasang Constitut Med. 2006;18(3):49-56.(Korean)
 30. Kwak CK, Seok JH, Song JH, Kim HJ, Hwang MW, Yoo JH et al. An error analysis of the 3D Automatic

- Face Recognition Apparatus(3D-AFRA) Hardware. J Sasang Constitut Med. 2007;19(2):22-29.(Korean)
31. Seok JH, Song JH, Kim HJ, Yoo JH, Kwak CK, Lee JH et al. An hardware error analysis of 3D Automatic Face Recognition Apparatus(3D-AFRA) : Surface Reconstruction. J Sasang Constitut Med. 2007; 19(2):30-39.(Korean)
32. Seok JH, Song JH, Kim HJ, Yoo JH, Kwak CK, Lee JH et al. A software error examination of 3D Automatic Face Recognition Apparatus(3D-AFRA) : Measurement of Facial Figure Data. J Sasang Constitut Med. 2007;19(3):51-61.(Korean)
33. Kim YH, Yang CS, Lee JH, Jung YJ, Lee SH, Kwak CK et al. Accuracy of 3D Automatic Face Recognition Apparatus(3D-AFRA) Recognition. J Sasang Constitut Med. 2008;20(1):34-41.(Korean)
34. Seok JH. A standardization study of 3-Dimensional Automatic Face Recognition Apparatus. Kyung Hee University Graduate school the master's thesis. 2007. (Korean)
35. Kwak CK. Standardization study about Sasang constitution diagnosis of 3-Dimensional Automatic Face Recognition Apparatus. Kyung Hee University Graduate school the doctor's thesis. 2008.(Korean)
36. Kim JH, Kwak CK, Yoo JH, Lee JH, Kim JY, Lee EJ et al. The study of sasang's face by the items of impression. J Sasang Const Med. 2008;20(3):70-81.
37. Yang BH. Understanding multivariate data analysis. 1st. Seoul: Communication books. 2008:61, 62, 109-110, 121, 122.(Korean)
38. Won TY. Statistical research analysis - SPSS(PASW Statistics) 18.0. 1st. Seoul: Hannarae. 2010.(Korean)
39. Cha SB. Understanding multivariate analysis through examples. 1st. Seoul: Baek-san. 2008:91-92.(Korean)