

원 저

표리한열의 설 특성에 관한 정량적 연구

어윤희¹, 김제균¹, 유화승², 김종열³, 박경모¹

경희대학교 전자정보학부 동서의료공학과¹, 대전대학교 한의학과 중앙과², 한국 한의학 연구원³

Quantitative Study on Tongue Images according to Exterior, Interior, Cold and Heat Patterns

Yun-hye Eo, Je-gyun Kim, Hwa-seung Yoo,
Jong-yeol Kim, Kyung-mo Park

Dept. of Biomedical Engineering, School of Electronics and Information, Kyunghee University¹
Dept. of Oncology, College of Oriental Medicine, Daejeon University²
Department of Medical Research, Korea Institute of Oriental Medicine³

Tongue diagnosis is an important diagnostic method in traditional Oriental medicine. It has been especially accepted that quantitative analysis of tongue images allows the accurate diagnosis of the exterior-interior and cold-heat patterns of a patient. However, to ensure stable and reliable results, the color reproduction of such images must first be error-free. Moreover, tongue diagnosis is much influenced by the surrounding illumination and subjective color recognition, so it has to be performed objectively and quantitatively using a digital diagnostic machine. In this study, 457 tongue images of outpatients were collected using the Digital Tongue Inspection System. Through statistical analysis, the result shows that the heat and cold patterns can be distinguished clearly based on the hue value of the tongue images. The average hue value (1.00) of the tongue's image in the cold pattern is higher than that in the heat pattern (0.99).

Key Words: tongue diagnosis, computer-assisted signal processing, digital tongue inspection system.

서 론

설진은 인체 오장육부의 상태를 혀를 통해 관찰할 수 있는 매우 중요한 한의학적 진단방법이

며, 설진(舌診) 정보는 혀의 색상, 습윤도, 형태에 대한 정보로서 한의사가 진단에 중요시하는 정보 중 하나이다. 특히 표리한열의 진단에 있어 설진은 진단적 가치를 지니고 있다.^{1,2)}

그러나 실제로 설진은 진단 환경, 외부 조명, 진단자의 주관적 판단에 의존적이므로 객관적 진단지표로 활용하기 위해서는 설진의 객관화, 정량화가 필요하다.⁹⁾

환자의 설진 정보를 체계적으로 자료화하고 가공하여 한의사의 의사결정에 도움을 줄 수 있는 도구도 전무한 상태이며, 따라서, 정확한 설진 정

· 접수 : 2006년 3월 20일 · 논문심사 : 2006년 3월 22일
· 채택 : 2006년 6월 5일
· 교신저자 : 박경모, 경기도 용인시 경희대학교 동서의료공학과
(Tel: 031-201-2979, Fax: 031-202-4993,
E-mail: saenim@khu.ac.kr)
· 본 연구는 보건복지부 한방치료기술개발연구사업의 지원에 의하여 이루어진 것임. (0405-O100-0815-0002)

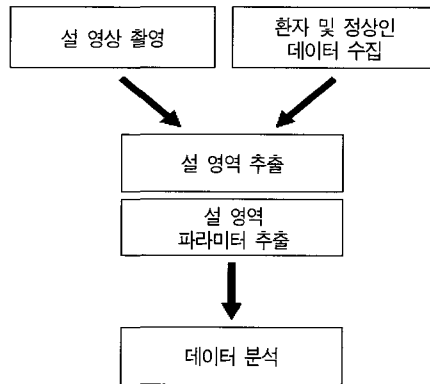


Fig. 1. Research Flow

보를 획득하고 전송하며 한의사의 의사결정에 도움을 줄 수 있는 분석 도구를 갖춘 디지털 설진 시스템이 필요하다.

이러한 목적의 일환으로 본 연구에서는 본 연구팀이 개발한 디지털 설진 시스템(Digital Tongue Inspection System, 이하 DigiTIS), 설진 영상의 색상 보정 방법, 영상 신호 처리 방법을 이용하여 설 영상의 객관적인 분석을 시도하고, 그 결과를 토대로 한의학의 팔강 중 표리한열과 설 특성에 관한 연구 결과를 보고 하고자 한다.^{5,6,7)}

방 법

연구방법은 크게 설 영상 및 자료 획득, 영상 처리, 자료 분석으로 구성된다.

설 영상 및 자료 획득은 설 영상 획득과 환자

및 정상인 정보 획득으로 구성되고, 영상 처리는 영상에서의 설 영역 추출과 설 영역 특성을 나타내기 위한 파라미터 추출로 구성된다. 마지막으로 자료 분석은 설질(tongue body)의 색, 설태(tongue coat)의 색과 설 영역 파라미터와의 관계, 이를 이용한 환자의 표리한열 상태와 설진과의 관계로 구성된다. fig 1.은 연구 내용의 전체 순서도이다.

1. 설 영상 및 자료 획득

1) 피험자

2005년 3월부터 8월까지 대전대 동산 한방병원 내원환자 457명(남자 183명, 여자 273명)을 대상으로 설 영상과 환자정보, 표리한열정보를 획득하였다.

환자 정보로 성별, 나이, 혈압, 맥박수, 호흡수, 체온, 키, 몸무게, 표리한열 정보를 획득하였다.

Table 1. Physiological examination

	mean ± std
pulse(per min)	77.50 ± 11.18
respiration(per min)	20.25 ± 4.82
Height(cm)	163.8 ± 8.511
Weight(kg)	62.2 ± 13.96
temperature(°C)	36.5 ± 0.36

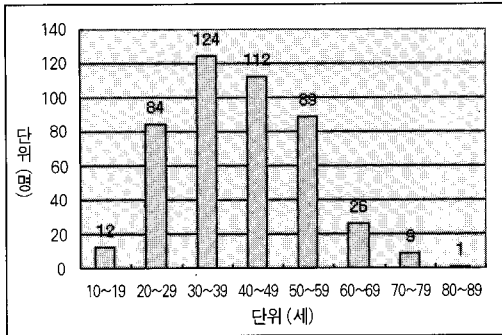


Fig. 2. Age distribution of subjects

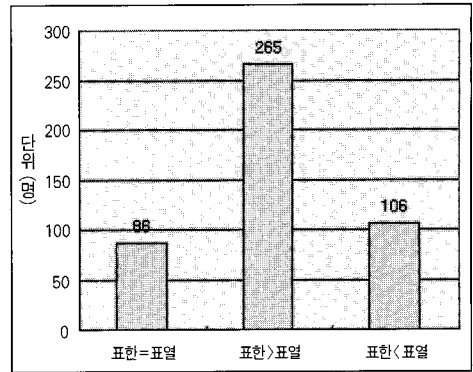


Fig. 3. The exterior-cold and exterior-heat pattern ratio of the subjects

환자의 표리한열 상태를 알아보기 위한 찬 것과 뜨거운 것의 선호도를 묻는 설문지(별첨 자료 ‘설진설문조사표’ 참조)를 설 영상 측정 시 환자가 직접 작성하였다.¹²⁾ 기재 내역을 통해 표한, 표열은 0-4점의 점수를 부여하였고, 리한, 리열은 0-5점의 점수를 부여하였다. 전체 환자 중 표한, 표열, 리한, 리열의 비율은 fig 3, 4, 5와 같다.

2) 설영상 획득과 디지털 설진 시스템(DigiTis)

① 설 영상 측정 시스템

카메라는 1/3" CCD 최대 1024 x 768 픽셀 사이즈의 영상을 제공하는 bayer 방식의 Sony XCD-910C

로 progressive scan, Asynchronous trigger, IEEE 1394a interface을 지원한다.

Lense는 Pentax H1214-M[KP]로 Focal Length가 12mm, Iris range는 1.4-16이다.

조명은 Ring Strobe로 Guide Number 14이고 Sumpak DX-12R를 사용하였다. strobe조명 사용 시 열 발생 문제를 해결 할 수 있는 장점이 있다.

② 색상 보정

설 촬영 환경이나 조명에 따라 색상 재현이 달라지므로, 정확한 색 재현을 위해서는 일정한 조명 환경과 그 환경에 맞는 색상 보정단계가 필요하다.

Table 2. Results of parameter extraction. (MR, MG, MB: R, G, and B value of tongue body; CR, CG, CB: R, G, and B value of tongue coating; *: the highest frequency value)

	mean ± std
MR	134.67 ± 10.39
MG	92.36 ± 9.26
MB	91.91 ± 9.49
CR	140.65 ± 11.14
CG	107.61 ± 10.86
CB	109.06 ± 11.17
detected tongue body ratio from whole tongue	0.52 ± 0.12
detected tongue coating ratio from whole tongue	0.48 ± 0.12
*angle of long axis of tongue	-80.87 ± 72.56
long to short axis ratio of tongue	1.25 ± 0.17

Table 3. Parameters (mean±std) of the exterior cold and heat pattern (bp_h: systolic blood pressure, bp_l: diastolic blood pressure; MH: hue value of tongue body; CH: hue value of tongue coating)

variable	exterior cold	exterior heat	p_value
bp_h (mmHg)	121.5 ± 15.8	129.2 ± 17.3	<0.001
bp_l (mmHg)	72.0 ± 9.9	75.9 ± 11.6	<0.001
B.T.(°C)	36.5 ± 0.4	36.4 ± 0.3	0.055
Hight (Cm)	162.8 ± 8.3	166.0 ± 8.8	<0.001
Weight (Kg)	59.1 ± 11.5	69.3 ± 18.5	<0.001
MH	1.00 ± 0.01	0.99 ± 0.01	<0.001
CH	0.99 ± 0.01	0.98 ± 0.01	<0.001

촬영 시스템에서 일정한 조명조건을 만들어주고, standard R,G,B 값을 알고 있는 R계열, 5RGB 계열 색표집 220여개의 참고 색편을 가지고 촬영 시스템의 색 재현 특성을 평가해 보았다.

색상 보정 알고리즘은 두 단계로 이루어진다. 1 번째 단계로 감마보정을 수행한다. sRGB와 측정 RGB가 정비례 관계를 보일 때 색 재현율이 높다. 그러나 측정된 RGB곡선은 비선형적이다. 이 기울기를 보정하여 일차적으로 색 재현 오차를 줄이고, 2번째 단계로 최소제곱오차법을 이용하여 오차를 2단계로 보정하게 된다.

이 방법은 실제로 최소제곱오차법으로 오차 보정을 하였을 때와 비교했을 때 오차값이 줄고, 사

물을 촬영하여 색 보정을 적용 하였을 때 실제 색에 더 가까운 색상으로 재현 되는 것을 볼 수 있다.

3) 환자의 설 영상에 대한 진단 데이터의 획득
설 영상의 분석을 위하여 환자의 기초정보와 표리한열의 설문 결과를 수집하고, 분석을 위한 진단 데이터로 병력, 과거력을 설 영상 획득과 함께 수집하였다.

2. 영상 처리

데이터 분석을 위하여 설 영역을 검출하고, 검출된 설 영역의 색상 정보 및 설의 모양, 방향 등의 특징을 분석하여 설질과 설태 분석의 변수를 추출하게 된다.

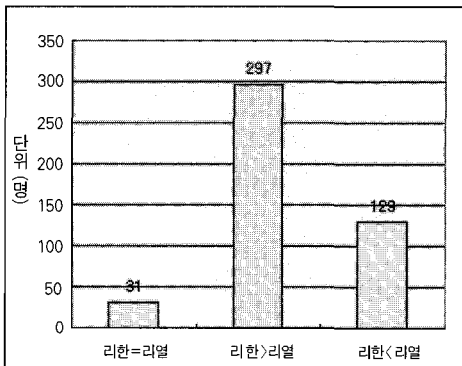


Fig. 4. The interior-cold and interior-heat pattern ratio of the subjects

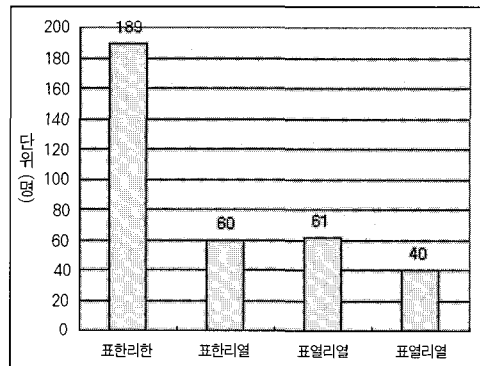


Fig. 5. The interior cold and interior heat and exterior heat pattern ratio of the subjects

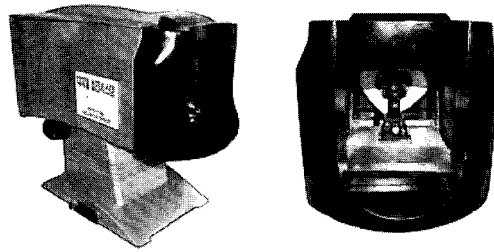


Fig. 6. Digital Tongue Inspection System(DigiTIS)

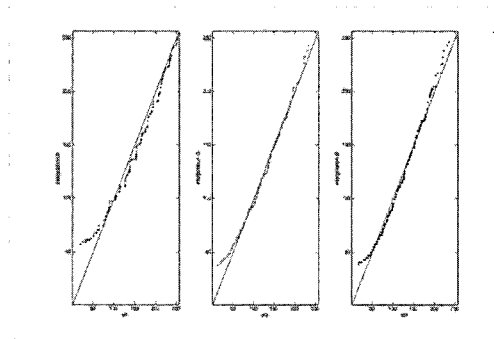


Fig. 7. Result of reproduction color characteristic graph of DigiTIS. Except for lower value of R, G, and B, most values change into their right adjusted value
x-axis: standard R,G,B
y-axis: measured R,G,B

Mathworks사의 Matlab 6.x를 사용하여 영상 처리 알고리즘을 구현하였다.

1) 설 영역 검출

설 영역의 검출을 위하여 검출할 영역을 점으로 찍고 spline 보간 방법을 이용하여 점 사이를 보간한 후 경계선을 검출하게 된다. fig 8. 와 같이 설의 경계선에 점을 찍어 보간한 경계선을 획득한 후 경계선 안쪽 영역인 설 영역을 검출하게 된다.

2) 설질 설태 분류를 위한 영상 처리

우선, 획득된 설 영역에서 설질과 설태를 정의하고 분류하여, 설질과 설태의 색상정보, 설의 모양정보 등을 각각 추출하게 된다.

설질은 설태에 비해 선명도가 높은 특징이 있다. 즉 설 영역에서 채도가 높은 부분을 설질 부

분, 상대적으로 채도가 낮은 부분을 설태 부분으로 추출 한다.

3. 자료 분석

1) 설 영상 분석을 위한 파라미터

설질, 설태의 색상 분석을 위한 파라미터 추출을 위하여 RGB, HSI color space를 구한다. RGB space는 red, green, blue 3개의 축으로 구성되고, HSI space는 hue, saturation, intensity 3개의 축으로 구성된다.

설질, 설태 각 영역의 R,G,B,H,S,I 각각의 평균값을 설의 색상정보로 사용하고, 설의 모양 정보로 설질비율, 설태비율, 설 면적, 설 방향, 설의 장축_단축 비를 사용한다.

설질, 설태의 비율은 전체 설 면적에서 설질,

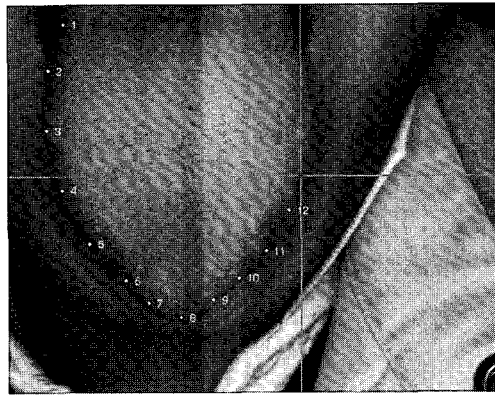


Fig. 8. Semi-automated Segmentation of Tongue

설태가 각각 차지하는 비율을 나타내는 것으로 설질면적/설전체면적, 설태면적/설전체면적으로 값을 추출한다. 설의 장축_단축 비율은 설 영역을 하나의 타원체로 가정했을 때, 장축과 단축의 길이의 비로 추출할 수 있고, 설 영역의 장축의 각도를 설의 방향으로 추출한다.

결 과

환자 457명의 설 영상에서 특징 추출을 하였다. 설질 영역의 R,G,B와 설태 영역의 R,G,B가 유의오차 0.0001이하로 서로 다른 그룹으로 나뉘어 지는 것을 확인 할 수 있다. 설질 설태 영역을 구분하는 알고리즘이 유의성 있게 설질, 설태를 구분하였다.

설질, 설태 면적비는 두 비율이 거의 유사하나 설질이 차지하는 비율이 더 높게 나타났다.

table 2에서 설 방향을 제외한 모든 변수들은 평균을 구하였고, 설 방향은 평균값으로 구할 수 없기 때문에 평균값 대신 최빈도값으로 대표값을 정하였다. 일반적으로 설을 수직으로 곧게 내는 경우 설 방향은 주축의 방향, 즉 -90도가 된다. 설 방향이 -80.8680이면 이것은 수직으로 내민 설이 왼쪽으로 약간 기울어져 있는 형태이다.

환자정보로 성별, 연령, 혈압, 키, 몸무게 등등, 그리고 설 정보로 설 영역의 RGB 각각의 평균, HSI 각각의 평균, 설질비율, 설태비율, 설 방향, 설 장축 단축 비 중에서 표리한열을 유의성 있게 구분하는 변수를 알아보았다.

Table 4. Parameters of the interior cold and heat pattern (MH: hue value of tongue body, MS: saturation value of tongue body)

variable	interior cold	interior heat	p_value
Weight (kg)	60.63 ± 11.7	64.93 ± 15.6	0.009
MH	1.00 ± 0.01	0.99 ± 0.01	0.01
MS	0.33 ± 0.03	0.32 ± 0.03	0.009
detected tongue body ratio from whole tongue	0.508 ± 0.12	0.54 ± 0.11	0.01
detected tongue coating ratio from whole tongue	0.492 ± 0.12	0.46 ± 0.11	0.01

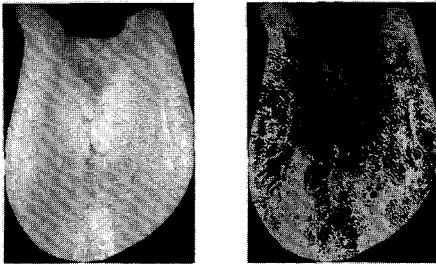


Fig. 9. Extraction of Samples for Tongue Body from Tongue.

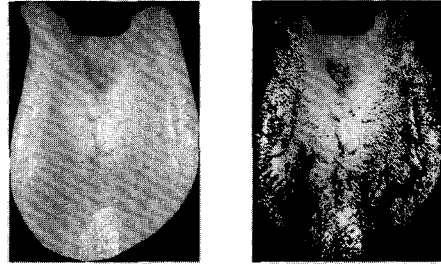


Fig. 10. Extraction of Samples for Coating from Tongue.

1. 표한과 표열

표리한열 설문지를 근거로 하여 전체 데이터를 표한과 표열로 구분짓고 t-test를 수행하였다. 유의오차 0.01이내의 변수들은 table 3과 같다. 유의오차 0.05로 유의있는 변수에 체온이 포함되었다.

환자정보 중에는 성별, 수축기혈압, 이완기혈압, 체온, 키, 몸무게가 유의성 있는 변수로 분석되었고, 설 정보 중에는 설 전체의 hue값, 설질의 hue값, 설태의 hue값이 유의성 있는 변수로 분석되었다.

265명의 표한 환자 중에서 남자는 84명, 여자는 181명으로 여자의 비율이 높았고, 106명의 표열 환자 중에서 남자는 58명, 여자는 48명으로 남자의 비율이 높았다.

표한 환자의 평균 몸무게는 61.6464Kg이고 표열 환자의 평균 몸무게는 64.4009Kg으로 표열 그룹의 몸무게가 더 많이 나가는 것을 알 수 있다.

2. 리한과 리열

전체 데이터를 리한과 리열로 구분 짓고 t-test를 수행하였다. 유의오차 0.1이내, 0.01이내의 비교적 유의성 높은 변수들의 평균과 표준편차 p_value를 table 4에 나타내었다. 표한, 표열과는 달리 설태의 색상정보 중에서 유의성 있는 변수들이 나타나지 않았다. 또한 혈압과의 유의성도 없었다. 유의오차 0.01이내의 높은 유의성을 가지는 변수는 설질비율, 설태비율을 나타내는 변수였고, 리열보다 리한의 설태 면적이 넓음을 알 수 있다.

환자정보 중에는 성별, 나이, 몸무게가 유의성 있는 변수로 분석되었고, 설 정보에는 설 전체의 hue값, 설질의 hue값, 설질의 saturation값, 설질비율, 설태비율이 유의성 있는 변수로 분석되었다.

3. 한증과 열증

전체 표리한열 데이터를 분석해 보면, fig 16과 같이 표한이면서 리한인 경우가 전체 중 42%를

Table 5. Parameters of the cold and heat patterns (bp_h: systolic blood pressure, bp_l: diastolic blood pressure, MH: hue value of tongue body)

variable	cold	heat	p_value
bp_h (mmHg)	121±15.5	131.1±20.1	<0.001
bp_l (mmHg)	71.3±9.8	76.6±13.2	0.004
Weight	58.3±11.5	69.8±22.0	<0.001
MH	1.003±0.01	0.99±0.01	0.01

차지했으나, 표열리한이나 리열표한으로 느낄 경우와 비교하여 9%, 13%로 나타났다. 한증의 경우 표한과 리한을 동시에 느끼는 경우가 대부분이었고, 열증인 경우 표증에서는 열을 리증에서는 한을 느끼거나 표증에서는 한을 리증에서는 열을 느끼는 경우와 표리 모두 열을 느끼는 경우가 골고루 분포하고 있었다.

표증, 리증을 나누지 않고 전체적인 한,열에 관한 설 정보를 분석해 보았다.

한증을 대표하는 데이터로 표리에서 모두 한을 대답한 표한리한 그룹을 택하여 분석하고, 열증을 대표하는 데이터로 표리에서 모두 열을 대답한 표열리열 그룹을 택하여 분석하였다. table 5에 한, 열을 구분하는 유의성 있는 변수들의 평균, 표준편차와 유의오차를 나타내었다.

그 결과 189명의 한증 환자 중에서 남성이 60명이고 여성이 129명으로 여성이 남성보다 한증의 비율이 더 높은 것을 알 수 있고, 40명의 열증 환자 중에서 남성이 23명이고 여성이 17명으로 열증의 성별 비율은 비슷하게 나타났다. 한증보다 열증 그룹의 수축기, 이완기 혈압이 더 높으며, 열증 그룹의 몸무게가 더 많이 나가는 것을 알 수 있다. 설 정보를 분석한 결과 fig 17과 같이 설질의 hue값이 한증 그룹에서 더 높게 나타났다.

전체 데이터에서 한증과 열증을 분석해 본 결과 표증과 리증을 구분하여 분석한 결과와 크게 다르지 않음을 알 수 있었다.

토론 및 결론

환자의 기초 정보와 표리한열 정보 설진의 정량화된 정보의 통계분석을 통하여 설진과 표리한열과의 정량적 관계에 대해서 알아보았다.

표한과 표열을 구분짓는 중요한 변수들 중에서 환자 정보로는 혈압, 체온, 키, 몸무게 등이 있었다. 여성이 대체적으로 표한이 많았고, 표열 그룹의 혈압, 체온, 키, 몸무게가 더 높았다. 설 정보에서는 설질과 설태의 hue값이 표한, 표열을 구분짓는 중요 변수로 나타났다.표한의 설질 hue 평균값은 1.00, 표열의 설질 hue 평균값은 0.99로 유의미한 차이를 보였다.

리한과 리열의 경우 몸무게, 설질의 hue값, 설질의 saturation값, 설질비율, 설태비율이 중요 변수로 나타났다. 여성이 리한 그룹에 더 많이 속하였다. 특이한 사항은 리한과 리열의 구분에서는 설질과설태 비율이 유의미한 변수로 분석되었는데, 리한 그룹이 리열 그룹보다 설에서 설태가 차지하는 비율이 높았고, 리열 그룹은 설에서 설태

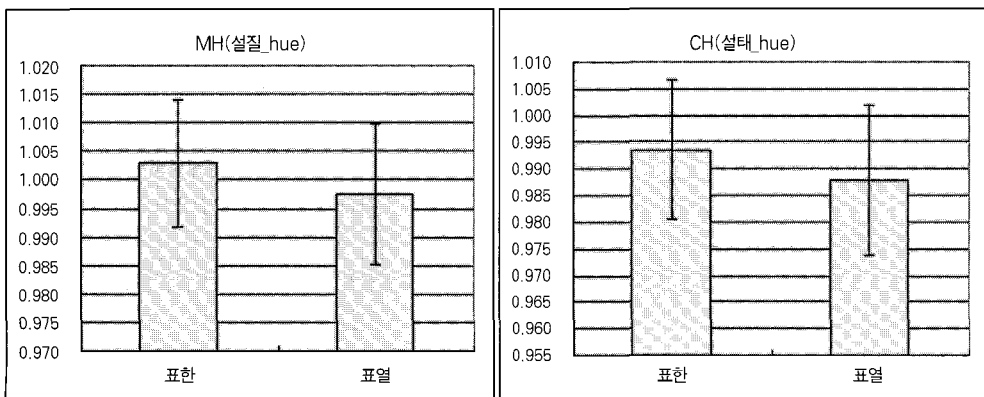


Fig. 11. MH, CH ratio of the exterior cold and exterior heat pattern

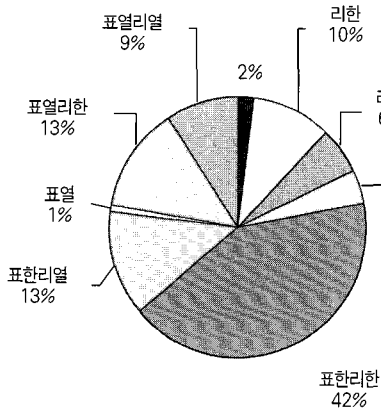


Fig. 12. Ratio of exterior, interior, cold and heat patterns

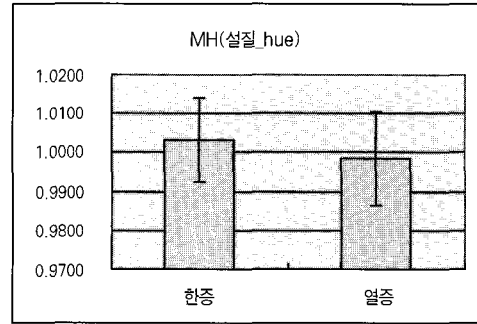


Fig. 13. MH ratio of the cold and heat patterns (MH: hue value of tongue body)

보다 설질이 차지하는 비율이 높았다.

마지막으로 표리구분없이 한증과 열증으로 구분하여 분석한 결과 여러 정량적인 설 변수 중 설질의 hue값이 한증과 열증을 구분하는데 유의미한 값을 가지는 것을 알 수 있었다. 또한, 대체적으로 한증의 경우 표한, 리한을 모두 느끼는 것으로 나타났고, 열증의 경우 열감을 느낀다 하여 표열, 리열을 모두 느끼는 경우는 적게 나타났다.

분석 결과 설 정보 중 설질의 hue 정보가 표리한열을 나누는데 유의한 변수임을 알 수 있었다. hue값은 순환적인 값이기 때문에 크고 작음에 의미가 있다기보다 hue값의 차이가 색상의 차이를 말해준다.

표열, 표한 그룹에서 설질의 hue값은 표한의 설질 hue 평균값은 1.00, 표열의 설질 hue 평균값은 0.99이었다. Hue값은 그 스케일이 아주 작은 변수로서 생상값을 원호의 각도로 나타내는 수치이다. 이 값은 1에 가까울수록 붉은색을 띄고, 1에서 근소하게 작은 수치는 청자색을 띤다. 또한, 1에서 근소하게 큰 수치는 붉은색에 노란색을 띄는 주황 계열의 색상이다. 결과적으로 표한의 설질색상보다 표열의 설질색상이 청자색을 많이 포함하였다.

리한, 리열 그룹에서도 표한, 표열 그룹에서의

설질의 hue변화와 같은 양상을 보였다. 리열 그룹의 설질이 리한 그룹의 설질보다 더 청자색을 띄는 것으로 분석되었다.

추후, 표리한열과 설 특성의 정량적 관계를 바탕으로, 설진의 진단적 의의와 표리한열의 진단적 의의를 객관적 자료를 통해 접목해 볼 수 있을 것이다. 또한 정량적인 설 특성 자료를 통한 표리한열의 예측을 위한 연구에 활용할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 陳澤霖, 陳梅芳, 「舌診研究」, 上海, 上海科學技術出版社, 1982
2. 蘇振隆, 中醫望診系統(II): 舌診影像系統在上消化道病症之研究. 中醫藥年報, 17(1): 333- 438
3. T. Chien and M. Chien, A study on Tongue Diagnosis, Shanghai Science Book Ltd, Shanghai, 1982
4. T, Chio, "Diagnosis Forecasting Statistics in China(II)," Annual Reports on Drugs in China, 17(1): 333-438
5. 김지은, 박경모, 박승욱, 김홍석, 설진영상의 색상보정, 한국 광학회 2003 하계 학술대회,

용평, 2003.07.15-16

6. 김보연, 박경모. 디지털 설진 획득 및 관리 시스템의 개발. 대한한의원진단학회지. 2002; 6(1) : 65-78
7. J. H. Jang, J. E. Kim, K. M. Park, S. O. Park, Y. S. Chang, B. Y. Kim. Development of the Digital Tongue Inspection System with Image Analysis. IEEE EMBS 2002, IEEE EMBS, 2002.10.24
8. 蘇晋梅 등: 原發性肺癌380例舌象分析, 山西中醫, 16(5), 12-13, 2000
9. 김지은, 박경모, 최선미. 설 진단에서 주관적 판단의 신뢰성 평가, 대한의용생체공학회 2003 추계 학술대회, 2003
10. 李佩文主編, 癌症的中西医最新對策, 北京, 中國中醫藥出版社, 1995.9
11. XU Jia-tuo, 舌象客觀化識別方法的研究進展, 上海中醫藥雜誌, 2002.2
12. 이수현, 한성수, 장은수, 김종열. 사상체질별 한열 특성에 대한 임상연구. 동의생리병리학 회지 2005; 19(3): 811~814

<별첨>

설진설문조사표

피험일 :

피험자 성명 :

피험자 병록번호 :

피험자 혈압/맥박/호흡수/체온 :

피험자 키/체중 :

피험자 특이 사항 :

寒熱辨證

<表寒/表熱 진단요소>

- ① 추운게 / 더운게 더 견디기 힘들다
- ② 손발이 찬 편이다 / 뜨거운 편이다
- ③ 이불을 덮고 잔다 / 차내고 잔다
- ④ 여름에 식당에서 에어컨에서 멀리 / 에어컨 쪽에 앉는 편이다

<裏寒/裏熱 진단요소>

- ⑤ 물이나 찬 음료를 조금 / 많이 마시는 편이다
- ⑥ 따뜻한 / 찬 음식이 더 좋다
- ⑦ 다음 중 먹고 탈 난 적이 있는 음식에 표시하세요
 찬음식 인삼 맥주 꿀 참외 닭고기 돼지고기
- ⑧ 가슴이 뜨거운 적이 있다 예 아니오

대전대학교 둔산한방병원