대변장애를 주증으로 하는 고령자의 혀 색상 히스토그램 특성 연구

정창진 · 김지혜 · 남지호 · 전영주 · 김근호*

한국한의학연구원

Study of Tongue Color Histogram in Elderly People with Evacuation Disorder

Chang Jin Jung, JI Hye Kim, Ji Ho Nam, Young Ju Jeon, Keun Ho Kim*

Korea Institute of Oriental Medicine

Evacuation disorder(ED) is frequently observed in the elderly people. In this study, we investigated the tongue color properties in the elderly. 327 subjects were participated in this study and classified into normal group (n=95) and ED group (n=23) by two Korean Oriental Medicine doctors. The tongue images were acquired by using computerized tongue diagnosis system, and its color were linearly corrected base on CIE L*a*b* values of 12 color samples. The tongue region was segmented from acquired image and divided into two regions along the vertical direction. In order to estimate color properties of the tongue, a color histogram was calculated for the root region based on the CIE L* and a* values, and differences of color histogram values between normal and ED groups were computed based on the Mann-Whitney U test. As results, pixels corresponding to typical colors of the pale tongue and thin tongue coating were significantly more distributed in ED than those in normal group($p<0.05$). The tongue color of the root region in ED was revealed to be different from those in healthy subjects.

Key words : Tongue Diagnosis, Evacuation Disorder, Color Histogram, Tongue Color

서 론

대변장애는 과로 및 스트레스와 같은 위해요소에 쉽게 노출되어 있는 현대인들에게 빈번하게 발생하는 증후로, 남녀노소 누구나 쉽게 호소하고 자각할 수 있는 증상이다. 한의학에서 대변장애는 대변빈삭, 실금, 대변비삽, 설사, 복부팽만감 등의 증상을 포함하는데, 특히 변비의 경우 고령자에서 다빈도로 발생하는 증후이다. 고령자에서 대변장애가 발생하는 대부분의 이유는 장부기능이 원활하지 못하고 진액이 부족하여, 기허, 혈허, 음허, 양허해지기 쉽기 때문으로[1], 대변장애는 고령자에서 나타나는 허증의 대표적인 증상 중 하나이다.

한의학에서 대변장애의 정의는 비교적 구체적이고 명확하지만 진단에 관한 객관적인 연구는 아직 미흡한 단계에 머물러 있다.

한의임상에서는 한의사 육안에 의존한 진단방법 혹은 외국에서 개발된 측정설문지에 의존하고 있어 흔하게 발생하는 증후임에도 불구하고 대변장애의 진행정도와 치료예후를 판단하기 위한 기준은 명확하게 정립되지 않은 실정이다.

설진은 설질과 설태의 상태 및 변화를 관찰하는 것으로, 臟腑氣血의 虛實寒熱과 病邪의 성질 및 病位를 파악할 수 있게 한다[2-3]. 정상적인 설질은 담홍색을 때는데, 병을 앓을 때는 혈액의 성분과 농도에 변화가 생기므로 혀의 색택이 변하게 된다. 특히, 氣血의 상태와 색택은 높은 관련이 있어, 기혈이 허한 경우에는 담백설(淡白舌)과 얇은 백태(薄白苔)가 나타나며, 실할 경우는 홍설(紅舌)과 황태(黃苔)가 나타난다. 이러한 혀 색상의 변화는 일정한 환경에서 획득한 디지털 영상을 통해 정량적으로 측정이 가능한데, 병증과 설 색상 값의 관계를 파악한다면 임상에서 환자를 객관적으로 진단하는데 도움이 될 것으로 생각된다.

본 연구에서는 대변장애가 많이 발생하는 고령자를 대상으로 최근 개발된 디지털 설진기를 이용하여 혀 영상을 획득하고, 혀 영상의 색상 히스토그램과 대변장애의 변증결과 간의 연관성을 분석하여 유의한 결과를 획득하였기에 이 내용을 보고하는 바이다.

* 교신저자 : 김근호, 대전광역시 유성구 전민동 461-24 한국한의학연구원
· E-mail : rkim70@kiom.re.kr, · Tel : 042-868-9365
· 접수 : 2013/08/11 · 수정 : 2013/09/13 · 채택 : 2013/09/24

연구대상 및 방법

1. 대상자 선정 및 혀 영상 획득

본 연구의 대상자는 2012년 6월부터 7월까지 대전대학교 천안한방병원에서 자가 생활이 가능한 고령자(55.76±6.65세) 327명을 대상으로 임상시험을 진행하였다. 피험자의 구체적인 선정방법은 본 연구의 목적을 이해하고 참여에 동의한 50세 이상 75세 미만의 고령자로, 대변장애가 빈번히 발생된다는 내용에 근거하여[1] 50대 이상의 고령자를 선정기준으로 삼았다. 혀 영상을 획득하기 전후 30분 이내의 시간에 참여한 모든 피험자를 대상으로 한의사 2명이 각각 독립적으로 수면, 소화, 대변, 소변, 식욕, 구취, 땀의 항목에 대하여 이상 유무를 진단하였다. 정상인 군은 두 명의 한의사가 모두 수면, 소화, 대변, 소변, 식욕, 구취, 땀 항목에 이상이 없는 것으로 진단한 경우로 판별하여, 총 327명의 피험자 중 95명이 정상인 군으로 판별되었다. 대변장애군은 두 한의사가 모두 수면, 소화, 소변, 식욕, 구취, 땀 항목에는 이상이 없고, 대변 항목에만 이상이 있는 것으로 진단한 경우로 판별하여, 총 327명의 피험자 중 23명이 대변장애군으로 판별되었다. 그 결과 임상시험에 참가한 327명 중 118명의 데이터가 분석에 사용되었고, 209명의 데이터는 두 한의사의 진단 결과가 일치하지 않거나 정상인과 대변장애군의 기준에 해당되지 않아 분석에 사용되지 않았다. 분석에 사용한 118명과 사용하지 않은 209명의 속성은 Table 1과 같이 다르지 않은 것으로 나타났다.

혀 영상은 일정한 조명환경에서 혀 영상을 획득 가능하도록 고안된 디지털 설진기를 통해 수집되었다[4]. 본 설진기는 2120 lux의 조명 환경에서 500만 화소의 디지털카메라로 혀 영상을 획득하고 컬러챠트(color chart)를 통해 영상의 색상 보정이 가능한 제품으로, 2008년 한국한의학연구원에서 정확한 혀 색상 재현을 목적으로 개발되었다. 특히, 설진기의 발광다이오드(LED) 조명부에는 확산 아크릴이 적용되어 직진성이 강한 LED 광에 의해 발생하는 침 반사 현상을 감소하는 기술이 적용되었다. 혀 영상 획득 과정에서 혀 자세 및 위치가 일정하게 유지될 수 있도록 모니터를 통해 피험자에게 실시간으로 혀 위치와 가이드라인을 보여주어 피험자가 본인의 혀를 가이드라인에 맞추도록 하였다. 피험자에게 사전에 동의를 구하여 영상획득 전 1시간 이내에 혀 색상에 직접적으로 영향을 주는 커피 등의 음식물 섭취와 양치질을 금하였다. 본 실험은 대전대학교 천안한방병원 임상시험 심사위원회의 승인을 받아 진행되었다(IRB No, M2012-01).

Table 1. General properties of normal and evacuation disorder subjects (n=118) and unanalyzed subjects (n=209)

	Normal and ED subjects (n=118)	Unanalyzed subjects (n=209)
Age	† 58.619±4.777	59.167±5.195
Height(cm)	157.823±6.464	158.094±6.677
Weight(Kg)	59.823±8.812	60.131±9.190
SBP(mmHg)	119.280±17.845	117.804±16.401
DBP(mmHg)	72.907±10.036	72.306±9.803
Pulse	70.517±9.709	70.665±9.612
Temp(℃)	36.469±.156	36.442±.172

† : Mean±standard deviation, SBP: systolic blood pressure, DSP: diastolic blood pressure, Temp.: body temperature.

2. 영상 전처리

정확한 혀 색상 히스토그램 분석을 위해 획득한 영상으로부터 전처리 작업을 수행하였다. 영상에서 혀 영역을 분리하기 위해 스네이크 알고리즘을 적용하여 자동으로 대략적인 혀 영역을 검출 하였고, 검출된 혀 경계점들을 대상으로 수동으로 보정 작업을 수행하였다[5]. 또한, 침에 의해 반사된 영역의 픽셀은 혀 색상과 관계가 없는 고명도 값으로 획득되어 히스토그램 분석 시 정확한 색상 분석이 용이하지 못하고 결과오류를 범할 수 있으므로, 고명도 값을 가지는 픽셀은 역치 값을 통해 혀 영역에서 제외시켰다.

검출된 혀 영역의 픽셀 값은 RGB 색 공간에서 사람의 색상 인지와 유사하게 표현되는 Commission Internationale de l'Éclairage(CIE) L*a*b* 색 공간으로 변환하였다. RGB 색 공간은 빨강, 초록, 파랑의 색 요소를 각각 정량적으로 나타내는 R, G, B 값을 통해 색상을 표현하는 방법으로 디스플레이장치, 영상획득장치 등에서 많이 활용이 되고 있다. CIE L*a*b* 색 공간은 RGB 색 공간의 R, G, B 값을 비선형적으로 변환한 색상 표현 방법으로 L*, a*, b* 값으로 색상을 정량적으로 표현한다. L* 값은 색상의 밝기를 나타내며, a* 값은 빨강과 초록의 채도를 나타내며, b* 값은 파랑과 노랑의 채도를 나타낸다. 혀에서 주로 나타나는 붉은색의 경우 붉은 정도가 강할수록 a* 값이 크게 나타난다. 혀 영상의 색상 값은 영상 획득 시 조명 및 카메라 특성에 따라 왜곡이 되어 있기 때문에 가능한 피험자의 본래 혀 색상을 재현하기 위해 혀 색상 값에 대해 보정 작업을 수행하였다. 혀 영상 획득 시 동시에 획득한 12개의 색상 샘플(Color Checker Passport, X-Rite)의 표준 값과 측정된 값의 관계를 최소자승오차법을 통해 L*, a*, b* 값 각각에 대하여 일차 보정식을 도출하였고, 도출된 식을 통해 혀 영역 픽셀의 L*, a*, b* 값을 각각 보정하였다[6].

3. 혀 색상 히스토그램 분석

혀 영역의 색상 분포를 효과적으로 분석하기 위해 붉은 정도를 민감하게 나타내는 a* 값과 밝기를 나타내는 L* 값을 대상으로 이차원 히스토그램을 계산하였다. 혀의 색상분포는 일반적으로 혀의 영역에 따라 다르게 나타나는데, 설근부에는 설태가 분포하는 경우가 많고, 반대로 설첨부에는 설태가 얇거나 없어 설질의 색상이 드러나는 경우가 많다. 본 연구에서는 Fig. 1(a)와 같이 혀를 세로축 방향으로 이등분한 후 설태와 설진이 모두 분포하는 설근부 영역에 대해 색상 히스토그램을 분석하였다. 설근부의 혀 색상을 재현하고 있는 혀 영상의 픽셀 값들은 그 분포가 피험자에 따라 다양한 범위에서 나타나므로, 히스토그램의 분석에 앞서 118명의 혀 영상으로부터 L*값과 a*값이 분포하는 범위를 조사하였다. 그 결과, 혀 영역의 픽셀 값은 Fig. 1(b)와 같이 일정한 범위 내에서 분포하였고, 혀의 색상이 주로 분포하는 $30<L^*<45$, $6<a^*<24$ 범위의 7개의 구역을 대상으로 색상 히스토그램을 분석하였다. 히스토그램의 한 구간 간격은 L*의 경우 5로, a*의 경우 6으로 정하였고, 이 구간들의 간격이 피험자의 상태 변화에 따른 혀 색상의 변화를 충분히 반영할 수 있다고 가정하였다. 색상 히스토그램의 각 구간의 픽셀의 수는 해당영역의

전체 혀의 픽셀의 수로 나누어 정규화 하였다.

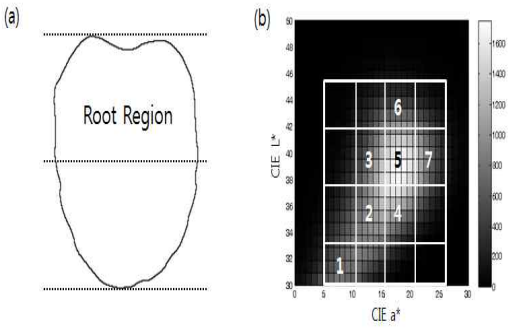

Fig 1. Methods for the color histogram analysis of the tongue. (a) The root region for the color histogram analysis. (b) Mean color distribution of 118 subjects and 7 color ranges for the color histogram analysis.

4. 통계 분석

정상인 군과 대변장애 군의 혀 색상 분포를 비교하기 위하여, 두 군의 색상 히스토그램 값들의 차이를 분석하였다. 분석에 앞서 히스토그램의 각 변수들의 정규성 여부를 판단하기 위해 Kolmogorov-Smirnov 검증을 수행하였고, 그 결과 모든 변수가 정규성을 만족하지 않는 것으로 나타났다. 따라서 비모수검정방법인 맨-휘트니 U 검정(Mann-Whitney U test)을 사용하여 두 군의 각 변수의 분포 차이를 검정하였다[7].

결 과

1. 색상 히스토그램 분석

색상 히스토그램의 각 색상 영역의 값은 해당 범위의 픽셀이 전체 혀 영상에서 차지하는 비중을 나타낸다. 정상인 군과 대변장애 군의 색상 히스토그램 분석 결과는 Table 2 과 같다. 색상 히스토그램 분석결과 두 군에서 공통적으로 37≤L*<42과 15≤a*<21의 범위에 해당하는 Area 5가 평균적으로 20%이상 차지하여 가장 많은 픽셀이 분포하는 것으로 나타났다. 군에 상관없이 대부분의 픽셀이 a*값의 범위가 9≤a*<21에 해당하는 색상 범위에 주로 분포하였고, L*값이 작고 a*값이 크거나, L*값이 크고 a*값이 작은 색상 범위에서는 적은 수의 픽셀이 분포하였다. 분석 대상 범위 중 L*값이 가장 큰 Area 6 에서 평균적으로 가장 적은 픽셀이 분포하였고, 표준편차가 다른 범위보다 높게 나타났다. 전반적으로 정상인 군과 대변장애 군의 색상 히스토그램 경향은 유사하게 나타났으나, 특정 구간의 값은 군 사이에서 다른 경향을 보였다.

2. 정상인 군과 대변장애 군의 색상 히스토그램 비교

맨-휘트니 U 검정을 통해 정상인 군과 대변장애 군의 색상 히스토그램을 비교한 결과 32≤L*<37과 9≤a*<15 색상 범위에 해당하는 Area 2의 값이 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났다 (p=0.025). Area 2의 평균값은 정상인 군보다 대변장애 군에서 더 크게 나타나 대변장애 군에서 해당 픽셀이 유의하게 더 많이 분포하는 것으로 나타났다(Fig. 2).

두 군의 색상 히스토그램 값의 차를 나타낸 Fig. 2(b)를 보면 Area 2를 비롯하여 Area 3 및 Area 5의 값은 대변장애 군에서 더 큰 경향을 보였고, L* 값과 a* 값이 큰 Area 6과 Area 7의 값은 정상인 군이 더 큰 경향을 보였다. 정상인 군은 L* 값과 a*값이 큰 색상에서 픽셀이 많이 분포하는 반면에 대변장애 군은 상대적으로 L* 값과 a*값이 작은 색상에 분포가 치우친 경향을 보였다.

Table 2. The results of the color histogram analysis in the root region of the tongue

Color range	Normal		ED	
	mean	std	mean	std
Area 1 (L*<32, a*<9)	0.077	0.038	0.080	0.034
Area 2 (32≤L*<37, 9≤a*<15)	0.133	0.051	0.154	0.046
Area 3 (37≤L*<42, 9≤a*<15)	0.097	0.064	0.114	0.075
Area 4 (32≤L*<37, 15≤a*<21)	0.096	0.054	0.101	0.044
Area 5 (37≤L*<42, 15≤a*<21)	0.207	0.060	0.218	0.063
Area 6 (42≤L*, 15≤a*<21)	0.069	0.064	0.047	0.052
Area 7 (37≤L*<42, 21≤a*)	0.105	0.078	0.090	0.072

Normal: normal group, ED: evacuation disorder group, std: standard deviation, Area 1-7: analyzed ranges of the 2D color histogram in Figure 1(b).

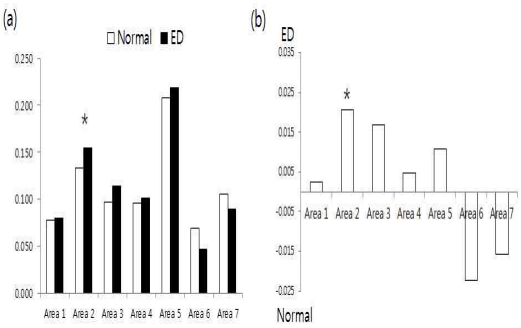

Fig 2. Values of color histograms in normal and evacuation disorder(ED) groups. (a) Mean values of color histograms in two groups(*: p<0.05). (b) Difference of mean values of color histograms between two groups(*: p<0.05).

고 찰

1. 대변장애의 한의학적 설 진단 기준

설진의 주된 내용은 설질과 설태의 상태 및 변화를 관찰하는 것으로, 臟腑氣血의 虛實寒熱과 病邪의 성질 및 病位를 파악할 수 있게 한다[2,3]. 담백설은 정상적인 색보다 엷고 흰 혀로 주로 양기가 부족한 경우이며, 혈액이 부족할 때도 나타날 수 있다. 담홍설의 경우 정상적인 혀의 색으로 병이 오래되지 않았거나 오래 되었어도 병세가 중하지 않을 때 나타난다. 홍설의 경우 빨간색의 혀로서 몸 안에 음의 기운이 부족하거나 발열을 수반하는 감염증상 중기에 나타난다[8].

한의학에서 대변장애는 대변빈삭, 실금, 대변비삽, 설사, 복부팽만감 등을 포함한다. 대변장애의 한의학적 변증은 많은 유형이 있으나 고령자의 경우에는 허증(虛證)과 관련이 깊다. 설진소견이 담백하거나 후태하고 대변장애가 있는 경우는 기허증(氣虛證) 및 혈허증(血虛證)과 관련이 있다. 양허증(陽虛證)의 경우에도 담백설이 관찰되나, '한상'에 해당하는 증상들을 가지고 있어

한증에서 나타나는 대변당박(大便溏薄)의 증상을 가진다. 또한 음허증(陰虛證)의 경우에도 음허로 인한 대변장애가 발생하지만 대개 폐병 초기의 양상으로, 대변건결(大便乾結)과 더불어 形體消瘦, 或見顴紅, 眩暈耳鳴, 心悸怔忡, 腰膝酸軟, 大便如羊屎狀, 脈細數를 수반하고, 설진소견이 舌紅, 少苔, 少津하여본 논문에서 담백설의 설진소견을 가지는 대변장애 군과는 다른 양상을 보인다[9]. 기허증의 설진소견은 舌淡 및 苔薄하며, 기허로 인한 기허변비(氣虛便秘)가 발생하고, 혈허증의 설진소견은 舌淡하며 혈(血)이 부족해서 대변(大便)이 잘 나가지 않는 증상인 혈허변비(血虛便秘)가 발생한다.

2. 색상 히스토그램의 혀 색상 표현

본 연구에서는 대변장애 증상의 혀 색상의 분포 특성을 분석하기 위해 L*과 a* 값을 기준으로 색상 범위를 나누고, 각 범위에 분포하는 픽셀수를 계산하였다. 그 결과 정상인 군과 대변장애 군 간에 유의한 차이를 보이는 색상 범위를 도출 하였고, 두 군의 색상 분포의 경향 차이를 확인 할 수 있었다.

색상 범위의 기준인 a*은 붉은색을 민감하게 나타내는 값으로, 설질과 설태의 색상을 정량적으로 판단하기 위한 지표로 활용되는 대표적인 값이다[10,11]. Fig. 3은 a*값을 기준으로 분리된 4개의 색상 범위의 픽셀이 각각 전체 혀 영상에서 분포하는 영역을 보여주는데, 대부분의 경우 15≤a*<21의 범위에 해당되는 픽셀이 혀 영역에 전반적으로 고르게 분포하는 것으로 관찰되었다. 이는 정상인 군의 혀 영상 색상 히스토그램 분석에서 가장 많은 픽셀수가 분포하는 Area 4, Area 5의 범위에 해당하는 것으로, 15≤a*<21범위는 정상인의 설진특성인 담홍설(淡紅舌)과 박백태(薄白苔)를 나타내는 색상 범위라고 판단할 수 있다[12](Table 2).

담홍설의 색상 범위를 기준으로 하면, 9≤a*<15 색상 범위에 해당되는 픽셀은 정상인의 혀에서 가장 많이 분포하는 a* 값의 범위에 비해 값이 작아 붉기가 약한 색상을 나타내므로, 담백설(談白舌) 혹은 설태가 은은하게 설체에 부착되어 붉기가 덜해 보이는 박태(剝苔)의 색상을 재현하는 것 판단할 수 있다. 또한, a*<9 색상 범위는 붉기가 가장 적은 영역을 나타내는데, 설체에 전반적으로 설태가 고르게 부착되어 설체의 색이 잘 드러나지 않는 상태라고 보여 진다. 설태 영역 중 L*값이 작아 명도가 낮게 표현되는 픽셀들은 박태(薄苔)보다는 후태(厚苔)에 가까울 것으로 생각되는데, 색상 히스토그램 분석에 의하면 그 정도는 a*<9과 L*<32 범위에 해당하는 Area1의 값으로 나타난다. 반면에, 정상범위인 15≤a*<21에 비해 a*>21 범위의 픽셀은 붉기가 강하여, 담홍설보다는 홍설(紅舌)에 가까운 색상을 재현하는 것으로 해석된다.

정상인 군과 대변장애 군의 색상 히스토그램을 비교한 결과, 설근부의 32≤L*<37과 9≤ a*<15 범위에 해당하는 픽셀이 대변장애 군에서 유의하게 더 많이 분포하는 것으로 확인되었다. 대변장애의 32≤L*<37 범위는 정상인의 혀에서 가장 많이 분포하는 Area 5 보다 어두운 값에 해당하고, 9≤a*<15 범위는 정상인 군의 15≤a*<21 범위보다 붉은 정도가 약한 색상으로 담백설과 박백태의 전형적인 색상에 해당한다. 또한, 대변장애인 군에서는 정상인 군에 비해 a*값이 큰 Area 7에 해당하는 붉기가 강한 픽셀이 상대적으로 적게 분포하는 경향을 보였다. 따라서, 대변장애 군은 정상인 군보다 설근부에서 담홍설 보다 담백설에 가까운 색상이 많이 나타나고, 박백태가 존재할 가능성이 높을 것으로 해석된다.

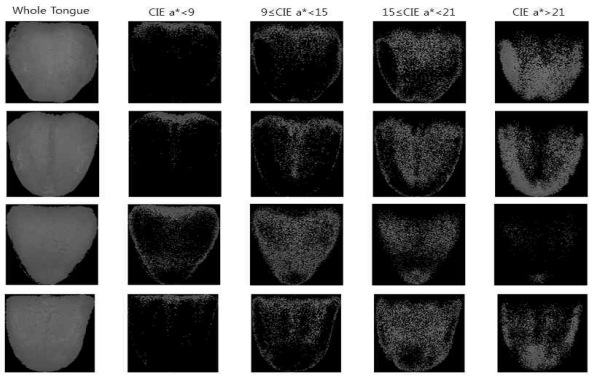

Fig 3. Examples of pixel distributions corresponding to each CIE a* range of the color histogram analysis.

3. 색상 히스토그램의 한의학적 진단 의미

대변장애 군은 정상인 군에 비해 설근부에서 담백설(談白舌)이나 박백태(薄白苔)의 색상을 표현하는 픽셀이 많이 분포하는 것으로 나타나, 대변장애 군의 설진 소견이 담백설(談白舌)이나 박백태(薄白苔)에 가까운 것으로 분석되었다. 이는 설색이 담백하거나 후태가 나타나는 기허증과 혈허증을 비롯하여 담백설이 관찰되는 양허증의 설진소견과 일치하는 부분이 있다. 양허증은 기허증 증상과 함께 한상에 해당하는 증상들을 가지고 있어 일반적인 기허증과 혈허증의 대변장애와 양상이 다르지만, 공통적으로 허증에서 나타나는 담백설의 설진 소견이 색상 히스토그램을 통해 정량적으로 분석된 것으로 보인다.

한의학에서는 같은 대변장애 환자라 할지라도 다른 설진소견을 보일 수 있으며, 대변장애의 증후도 기허증이나 혈허증 또는 양허증이 아닌 다른 양상으로 진단 될 수 있다. 하지만, 본 연구에서는 실험 대상을 고령자로 한정하여 대변장애의 허증에서 나타나는 설진소견을 정량적으로 확인 할 수 있었다. 이는 고령자의 대변장애가 장부기능이 건강하지 못 하고 진액이 부족한 기허, 혈허와 관련이 있는 것으로 보고되었던 연구와 일치하는 부분이다[13].

본 연구에서는 대변장애라는 특정 증후를 대상으로 설색의 분포 특성을 분석하여 이들의 정량적 값들이 기허나 혈허와 같은 기혈의 허실 상태를 일부 반영하고 있음을 확인할 수 있었다.

이는 설색 히스토그램 분석 방법이 한의학의 진단 개념에 부합하는 진단지표를 제시할 수 있음을 의미하기도 한다. 특정 증후가 아닌 기혈의 허실과 설색 특성의 객관적인 관계를 분석하기 위해서는 보다 정교한 임상 실험 설계가 요구된다. 본 연구에서는 허증의 설진소견을 정량적인 수치로 나타내고 진단 활용에 대한 가능성을 찾은 것에 의의를 두며, 본 연구의 내용을 바탕으로 하여 보다 체계적인 임상시험을 수행할 수 있을 것으로 기대된다.

결 론

본 연구에서는 고령자를 대상으로 정상인 군과 대변장애 군에 대해 CIE L*과 a* 값을 기준으로 색상 구간을 나누어 이차원 색상 히스토그램을 분석하였다. 그 결과, 대변장애 군은 정상인 군에 비해 설근부에 얇은 설태나 담백설에 해당하는 색상이 많이 분포하는 것으로 나타났고, 이를 통해 허증의 설진소견을 정량적 값으로 나타낼 수 있었다. 추후 본 연구의 내용을 바탕으로 정교한 임상 실험 연구를 수행하여 정량적 설진 지표가 허증 진단에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 한국한의학연구원 기관고유 생체장·설 기반 기혈상태 측정 장치 개발 과제(K13260) 지원을 받아 수행되었음.

참고문헌

1. 정창환, 신현철, 정지천. 대한한방내과학회지 16(1):40-61, 1995.
2. 백승희, 박종현, 이승우. 제한동의학술원 논문집 4(1):389-399, 1999.
3. 신윤진, 김윤범, 남혜정, 김규석, 차재훈. 한방안이비인후피부과학회지 20(3):118-126, 2007.
4. 전영주 외. 한국한의학연구원논문집 14(24):97-102, 2008.
5. S. Yu, et al.. IEEE International conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering pp 1065-1068, 2007.
6. C. S. McCamy, et al.. Journal of Applied Photographic Engineering 2(3):95-99, 1976.
7. M. Hollander, D. A. Wolfe. Nonparametric Statistical Methods. Hoboken, John Wiley & Sons Inc., 36-50, 1999.
8. 이봉교. 한방진단학. 서울, 성보사, pp 70-91, 1992.
9. 김기왕. 변증학. 서울, 상지대학교 한의과대학 진단학교실, pp 40-49, 2006.
10. B. Pang, D. Zhang, IEEE Transactions on Biomedical Engineering 51(10):1803-1810, 2004.
11. H. Z. Zhang, et al.. International Conference on Machine Learning and Cybernetics 8(1):5065-5070, 2005.
12. 홍순석. 중의진단학. 서울, 군자출판사, pp 48-64, 2009.
13. 정창환, 신현철, 정지천. 대한한방내과학회지 16(1):40-61, 1995.