

설진의 표준화를 위한 제언 : 설태 후박의 진단기준을 중심으로

손지희, 김진성, 박재우, 류봉하
경희대학교 한의과대학 비계내과학교실

A Proposal for Standardization of Tongue Diagnosis Based on Diagnostic Criteria of Tongue Coating Thickness

Ji-hee Son, Jin-sung Kim, Jae-woo Park, Bong-ha Ryu
Dept. of Internal Medicine, College of Oriental Medicine, Kyung-Hee University

ABSTRACT

Background : In oriental medicine, the status of the tongue is an important indicator to diagnose the condition of one's health, such as physiological and the clinicopathological changes of internal organs. A tongue diagnosis is not only convenient but also non-invasive, and therefore widely used in Oriental medicine. However, the tongue diagnosis is greatly affected by examination circumstances, patient's posture, and doctor's diagnosis criteria.

Objectives : This study was designed to assure the necessity for standardization of tongue diagnosis based on diagnostic criteria of tongue coating thickness (TCT).

Methods : Thirty tongue photographs were acquired and analyzed by digital tongue diagnosis system (DTDS) which measured the percentage of TCT on the tongue surface. Fifteen oriental medical doctors evaluated TCT in 30 photographs. Afterward, the 15 assessors were trained for diagnostic criteria of TCT and evaluated the photographs again. The intraclass correlation coefficient (ICC) was used to obtain the agreement rate among the 15 assessors and the agreement rate between assessors' TCT scores and DTDS values.

Results : The agreement rate among the 15 assessors after training was higher than before training. The agreement rate between assessors' TCT scores and DTDS values after training was also higher than before training. Furthermore, the difference of the agreement rate between before and after training was significant ($p < 0.05$).

Conclusions : The standardization of diagnostic criteria of TCT increased the agreement rate among the assessors and the agreement rate between assessors' TCT scores and DTDS values. Therefore, the standardization of diagnostic criteria is expected to contribute to the objectification and quantification of the tongue diagnosis system.

Key words : tongue diagnosis, tongue coating, digital tongue diagnosis system

1. 서 론

舌診은 환자의舌質과舌苔의 변화를 눈으로 관찰하여 질병을 변증하는 한의학의 진단 방법이다¹.

· 교신저자: 김진성 서울시 동대문구 회기동 1번지
경희대학교 한방병원 한방3내과
TEL: 02-958-8895 FAX: 02-958-9136
E-mail: oridoc@khu.ac.kr

설질은舌體라고도 부르며 혀의 근육과혈맥 등의 조직을 가리키고, 설태는 설체에 씌운苔狀物을 가리킨다. 임상에서는 설질과 설태의 변화를 가리켜舌象이라고 부른다².

한의학에서는 오장육부의 활동은 체외에 반영될 뿐 아니라 어떠한 국소 부분도 정체성의 정보를 포함하고 있다고 본다. 藏象經絡學說에서는 “혀와 오장육부는 주로經絡과經筋의 수행을 통하여 연

계된다.”고 하였다³. 이처럼 오장육부와 혀는 직접적 또는 간접적으로 서로 연계되어 있어 장부의 精氣가 위로 혀를 자양할 수 있으며 또한 장부의 병변이 精氣에 영향을 끼쳐 설상에 변화가 발생할 수도 있다. 이는 한의학에서 설진을 통해 인체 오장육부의 생리적 기능과 병리적 변화를 진찰할 수 있는 이론적 근거이다. 그러므로 설상은 바로 인체의 반응상태를 반영하는 객관적 지표라 할 수 있다.

현대과학에서도 혀는 점막상피가 얇고 투명하며 혈관과 신경이 많이 분포되어 있고 유두의 변화가 매우 예민하여 체내의 각종 변화를 반영하는 매우 분명한 표지로 여겨진다⁴. 특히 혀는 소화기계의 기능 상태 및 인체의 영양 상태와 밀접한 관계가 있을 뿐 아니라 혈액순환의 기능 상태와 체액의 변화도 반영한다³.

혀를 진단할 때는 주로 진단자의 시각 정보에 근거하는 망진을 시행하며 혀의 색깔, 형태, 움직임, 설태 등을 주로 보게 되는데, 특히 설태는 혀의 표면에 생기는 이끼 모양의 부착물로 색깔, 습윤 정도, 두께, 형태, 범위 등을 통해 사기의 성질과 침입한 부위, 진액의 유무 등을 가려볼 수 있다고 하여 설진에 있어 중요한 진단 요소로 이용되고 있다⁵. 이 중 설태의 두께는 설태 색깔 다음으로 주요한 진단기준이 되는 요소로 설태가 두꺼우면 厚苔, 얇으면 薄苔로 진단하여 병위의 깊은 정도와 질병의 성질, 정사의 상태 등을 측정할 수 있는 지표로 유용하게 사용되고 있다¹.

그러나 설진은 비침습적이고 간편한 진단방법임에도 불구하고 널리 활용되지 못하고 있다. 조명이 나 날씨 등 외부 환경의 변화가 진단결과에 많은 영향을 미치게 되며, 진단자의 경험과 지식을 바탕으로 하기 때문에 객관적이고 재현성 있는 결과를 얻기 힘들기 때문이다. 또한 설진의 진단기준이 명확하지 못하고, 특히 설태의 두께를 판정하는 기준이 모호하여 진단자간의 일치된 결과를 얻기 힘들다.

최근 디지털 설진기의 개발로 표준화된 진단 환경을 통해 객관적인 결과값을 얻을 수 있게 되었으나 설태의 후박 판정을 비롯한 설진 진단기준은 명확하게 정립되지 않은 실정이다. 따라서 본 연구에서는 설진의 객관성과 활용도를 높이고 설진을 보다 체계적으로 이용하기 위하여 설진의 원리와 임상적 의의, 방법 및 현대 연구 동향 등을 살펴보고, 탐색적 실험을 통해 설태 후박 진단기준 확립의 당위성을 확인하였기에 보고하는 바이다.

II. 본 론

1. 이론적 배경 및 문헌 고찰

1) 설진의 원리

혀는 오장육부와 밀접한 관계가 있는데 이는 주로 경락을 통하여 연결되어 있다. 예를 들어 手少陰心經의 別絡과 足太陰脾經은 혀의 밑부분을 순행하고, 足少陰腎經은 혀의 주위를 순행하며, 足厥陰肝經도 혀에 연결되는 등 오장육부와 혀는 여러 개의 경로로 연결된다. 이를 통해 오장육부의 생리, 병리가 모두 혀에 영향을 미치므로 혀는 “장부의 外候”라고도 하고 “밖으로 드러난 장부”라고도 한다⁶.

특히 혀는 心之苗이며 脾의 外候로서, 《靈樞·脈度篇》에서는 “心氣通於舌 心和則 舌能知五味矣: 脾氣通於口 脾和則 口能知五穀矣”라고 하여 오장육부 중에서도 心, 脾와 직접적인 관계가 있다. 설진은 血絡이 제일 풍부한 곳으로 心이 혈맥을 주관하는 기능과 관계되고, 혀의 원활한 운동과 음성, 언어의 조절은 心이 정신, 정서를 주관하는 기능과 관계된다. 또한 心은 오장육부의 중심으로 전신의 장부와 기혈의 기능 상태를 주관하므로 心의 기능 상태를 반영한다는 것은 전신 장부 기혈의 기능 상태를 반영하는 것으로도 볼 수 있다^{2,6}.

뿐만 아니라 脾는 입을 통하여 開竅하고 혀는 미각을 담당하므로 脾胃의 운화상태도 혀에 나타난다고 볼 수 있다. 또한 脾胃는 後天의 근본으로

기혈을 생성하는 원천이므로 설상은脾胃의 기능 상태 뿐 아니라 전신 기혈진액의 성쇠를 반영하게 된다^{2,3}.

한의학은 수천년의 임상경험을 통하여 인체의 일부 국소에는 整體의 정보가 나타난다는 것을 발견하였다. 이러한 관점에서 혀 또한 예외는 아니어서 전인들은 설체에도 오장육부에 상응하는 부위가 있음을 밝혔다. 그 기본원리는 상으로 상을 살피고, 中으로 中을 살피며, 下로 下를 살피는 것이다. 청대 江涵暉는《筆花醫鏡》에서 “舌者 心之竅 凡病俱現于舌 能辯其色 證自顯然 舌尖主心 舌中主脾胃 舌邊主肝膽 舌根主腎”이라 하였는데⁷, 이는 설체를 장부와 배합한 최초의 기록이다. 舌面에 장부를 배속하는 것 외에도 吳坤安은《傷寒指掌·察舌辨證法》에서 “白苔肺經, 絳苔心經, 黃苔胃經, 鮮紅膽經, 黑苔脾經, 紫色腎經, 焦紫起刺肝經, 舌清滑肝經”이라고 하여 舌의 形色을 가지고 오장을 배속하여 이를 통해 經絡辨證 및 六腑, 三焦, 衛氣營血 등의 변증을 하였다⁸.

설진의 원리는 상술한 혀와 장부경락의 관계 위에서 세워진 것으로 경락과 기혈을 통해 心脾胃腎과 舌은 모두 전신과 밀접한 관계를 가지게 되며, 舌은 영민하고 신속하게 내장의 변화를 반영하게 된다.

2) 설진의 임상적 의의

설상은 내장변화를 반영하는 거울로서, 설질과 설태의 色澤과 형태로 이루어지는 형상을 말한다. 설질은 장부기혈의 영양을 받는 곳이므로 설질에 대한 망진을 통해 장부의 허실한열을 파악하고, 영분, 혈분의 질병을 진찰할 수 있다. 반면 설태는 舌面에 부착되어 있는 일층의 대상물로서 胃氣가 上 蒸하여 생기며 병리적 상황에서의 설태는 胃氣가 邪氣를 끼고 위로 훈증되어 발생하는 것이므로, 설태를 망진하여 胃氣의 虛實存亡과 병사의 성질 및 병변의 부위와 경중을 진찰할 수 있으며 질병의 예후를 판단할 수도 있다.

설진이 갖는 임상적 의의를 구체적으로 살펴보

면 첫째, 체질의 稟賦를 구별할 수 있다. 體質稟賦의 특징은 설상에도 반영이 되는데, 이는 질병에 대한 감수성과 질병의 전변 및 예후와도 관계가 있으므로 설상을 통해 이를 파악하는 것은 중요한 의미가 있다.

둘째, 정기의 성쇠를 판단할 수 있다. 예컨대 설질이 붉고 윤기가 있으면 기혈이 왕성한 것이고, 설질이 담백색이면 기혈이 허쇠한 것이며, 설태가 얇고 희고 윤기가 있으면 胃氣가 왕성한 것이고, 혀 표면이 반반하고 설태가 없으면 胃氣가 쇠퇴되었거나 胃陰이 고갈된 것이다^{1,2,6}.

셋째로, 병변의 부위와 경중, 성질을 판단할 수 있다. 예컨대 설태가 얇은 것은 질병 초기에 볼 수 있으며 침범된 곳이 얇고 병사가 체표에 있는 것이다. 반대로 설태가 두꺼운 것은 병사가 체내에 깊이 침범하였음을 의미한다. 또한 설상을 통해 병사의 성질도 알 수 있다. 六淫邪氣가 변하여 이루어진 다른 성질의 사기는 혀에 서로 다르게 반영되는데 예를 들면 熱症인 경우에는 그 혀가 붉으며 설태가 황색이고 두꺼우며 마르거나 또는 검고 가시가 있다. 반면 寒症일 경우에는 혀가 담백색이고 설태에 윤기가 난다^{1,2,6}.

넷째로, 질병의 진퇴, 예후를 판단할 수 있다. 설상은 正氣와 邪氣의 消長과 병세의 발전과 감퇴에 따라 상응하게 변화한다. 예컨대 설태가 처음에는 얇다가 나중에 두꺼워지거나, 백색을 띠다가 황색 또는 흑색으로 변하는 것은 병이 진행하는 것을 나타내고, 설태가 처음에는 두껍다가 나중에 얇아지거나 흑색 또는 황색을 띠다가 점차 백색으로 변하는 것은 병이 퇴행하는 것임을 나타낸다. 또한 설상에 뚜렷한 변화가 없거나 약간 변화하는 경우는 질병의 예후가 양호한 것이 많고, 청자설, 흑태 등의 위중한 설상을 나타내는 경우는 질병의 예후가 불량한 것이 많다^{1,2,6}.

마지막으로, 설진은 처방용약의 지표가 된다. 일찍이《傷寒論》과《金匱要略》중에는 설진을 통하여 용약한 기록이 있고,《舌鑒辨正》에서는 149 舌을

확충하여 매 뜬마다 치법과 방약을 열거하였는데, 이는 증상과 변증, 용약을 결합하였다는 점에서 큰 의의가 있다. 뿐만 아니라 청대의 온병학과는 설진을 통한 용약의 경험을 衛氣營血辨證이나 三焦辨證과 결합시켜 많은 발전을 이루었다. 특히 《溫熱經緯》, 《溫病條辨》, 《醫原》, 《筆花醫鏡》에는 설상을 위주로 한 변증 및 치법방약 내용이 언급되어 있다^{1,2,6}. 이는 모두 설진이 치료에 중요한 의의가 있음을 설명해주는 것이다.

상술한 바와 같이 설진은 임상상 중요한 의의를 가지고 있다. 그러나 임상에서는 특수한 상황이 나타날 때도 있다. 예를 들어 병은 중하나 설상은 별로 변화하지 않거나 정상적인 사람임에도 불구하고 정상적이지 않은 설상이 나타나는 것 등이다. 또한 설상에만 의존하여 처방용약하는 방법은 전면적이지 못하므로 설진은 반드시 다른 진단 방법과 결부하여 병정을 종합적으로 분석해야 정확한 진단을 내릴 수 있다¹⁻³.

3) 설진 방법과 주의사항

설진에서 정확한 결과를 얻기 위해서는 동일한 조건 하에서 표준화된 방식으로 설진이 시행되어야 한다. 주의사항을 살펴보면 다음과 같다.

(1) 자세

일반적으로 앉은 자세에서 입을 크게 벌리고 혀를 자연스럽게 내밀어 혀 표면이 평평하게 펴지고 설첨부는 약간 아래로 내려오게끔 한다. 만약 지나치게 힘을 주어 혀를 긴장하게 하거나 시간이 너무 오래 지속되면 혀의 혈액순환에 영향을 주어 假象이 나타날 수 있다. 따라서 진찰 시간이 길어지면 잠시 휴식시키고 다시 관찰하도록 한다^{2,3,6,9}.

(2) 광선과 조명

광선의 강약과 색깔은 설태의 색 관찰에 크게 영향을 미치므로 부드러운 자연광선이 충분한 상태가 제일 적합하다. 얼굴을 밝은 쪽으로 향하여 광선이 직접 구강 안으로 비치도록 하고, 너무 밝은 태양광선이나 색을 가진 유리 창문, 광선의 반사작용이 강한 유색 물체들은 피하도록 한다^{2,3,6,9}.

(3) 순서

일정한 순서로 설상을 관찰하는 것이 좋다. 일반적으로 먼저 설태의 유무, 厚薄, 腐膩, 潤燥, 색깔 등을 살피고 설질의 色澤, 榮枯, 老嫩, 胖瘦, 點刺 및 각종 동태를 다음으로 살피며 설하정맥도 조사해야 한다. 부위는 舌尖에서 舌中을 지나 舌根까지 관찰해 가며 다시 舌邊을 본다^{2,3,6,9}.

(4) 계절과 시간

정상적인 설상은 계절과 시간의 변동에 의하여 어느 정도 변하게 된다. 예를 들어 무더운 여름철에는 설태가 두텁거나 담황색을 띠고, 건조한 가을철에는 설태가 얇고 마르며, 추운 겨울에는 혀가 습윤하다. 그밖에 아침에는 설태가 두텁고 낮에는 식사의 영향으로 설태가 얇다. 또한 아침에는 보통 설색이 선명하지 못하나 활동한 후에는 점차 붉고 윤기를 띠게 된다^{2,3,6,9}.

(5) 음식과 기호

음식이 설상에 미치는 영향은 매우 크다. 유색 음식물이나 약물의 섭취에 의해 설태가 염색되어 假象이 나타나기도 하는데 이를 '染苔'라고 한다. 또한 설상에 영향을 주는 기타 요인에도 주의해야 한다. 뜨거운 음식물이나 자극성 음식물에 의해서는 설질이 홍색으로 변하고, 단 것을 먹으면 윤기를 띠고, 흡연에 의해서는 설태가 회색으로 변하면서 건조해지는 것 등에 주의해야 한다^{2,3,6,9}.

(6) 체질과 연령

정상 설상도 연령과 체질의 차이에 따라 서로 다른 변화를 나타내기도 한다. 예를 들어 노인은 기혈이 허약하므로 혀가 흔히 갈라지거나 혀꼭지가 위축되며, 어린이들은 혀의 질병이 많이 생기며 흰 막 같은 것이 덮여지거나 설태가 일어나고, 살이 쪼는 사람은 혀가 좀 크거나 색이 연하고, 여원 사람은 혀가 작고 색이 붉은 편이다^{2,3,6,9}.

(7) 습관

습관 또한 정상 설상에 미치는 영향이 크다. 예를 들어 혀를 긁는 습관이 있으면 종종 후태가 박태로 변하며, 이를 가는 습관이 있으면 黃膩苔가

있는 경우가 많다. 또한 입을 벌리고 숨쉬는 버릇이 있는 사람은 설질이 건조한 편이고, 술담배를 좋아하는 사람은 이상 설상이 현저하게 증가한다^{2,3,6,9}.

4) 설진의 현대 연구 동향

설진은 대체로 시각적인 정보에 의존하여 파악하게 되므로 조명이나 날씨 등의 진찰 환경과 진단자의 주관적인 감각에 많은 영향을 받을 수 있기 때문에 객관적이고 재현성 있는 결과를 얻기가 힘들다는 문제점이 있다. 최근 들어 비침습적 진단 방법에 대한 관심이 높아지면서 설진의 이러한 문제점들을 극복하고 설진의 발전과 과학화를 위하여 일정한 설진 환경과 객관적인 결과 값을 얻기 위한 연구들이 진행되고 있다.

현대 중국에서는 의학의 발전과 함께 설진과 관련된 각종 기기의 제작과 이를 통한 과학적 연구를 진행하였다. 예를 들면 반도체의 온도를 이용하여 혀의 온도를 측정하였으며, U2형 수분측정기로 혀의 중심부의 乾濕度를 측정하였고, 전기자극기로舌尖 및 舌中心 2부위의 전기 자극에 대한 반응을 측정하였다. 杭州 紅十字會 병원에서는 MF-10형 萬用 電表와 銅模玻璃纖維測試板을 제작하여 舌根, 舌中, 舌尖 3부위의 눈금을 측정하여 薄苔, 膩苔는 일정한 구별이 있다는 것을 발견하기도 하였다^{6,10,11}.

또한 上海 華山병원에서 舌印法으로 일부 설유두의 분포정황을 관찰하였고, 1960년대부터는 확대경, 안저경, 혈관 현미경 등으로 혀를 관찰하기 시작하였다. 이후 上海 제1의학원에서 彩色微循環機를 생산하여 舌尖 미세순환변화에 있어 정형적인 기계와 객관화된 표준을 갖추게 되었다. 1980년대 초에는 舌色에 대하여 사람 눈의 간섭을 배제하는 舌色儀가 만들어져 舌色 관찰에 있어 초보적인 현대화를 실현하게 되었고, 舌抵抗 검측법과 B형 초음파를 응용하여 비교적 과학적인 혀 검측 방법을 발명하여 설진 객관화 작업을 추진하였다^{12,13}.

혀 영상 획득과 관련된 국외 연구를 살펴보면 1986년 중국에서는 광원, 온도 뿐 아니라 의사의

심리적 요소에 의해 잘못된 결론을 얻는다는 것을 문제로 제기하고 이를 해결하기 위해 표준 광원 조건 아래 조명을 균등하게 혀 위에 투사하고 촬영하는 방법을 연구하였다⁵. 이후 조명각도와 휘도, 측정자 자세 등을 제어하는 방법, 영상획득 환경을 제어하는 방법, 카메라의 조리개, 셔터, 노출을 조정하는 방법 등을 통해 보다 정확한 영상을 얻기 위한 연구들이 진행되었다¹⁴⁻¹⁷. 또한 얻어진 영상으로부터 진단에 필요한 혀 영역을 검출하는 방법에 대한 연구도 진행되었다¹⁸.

국내에서는 디지털 설진 시스템(digital tongue diagnosis system; DTDS)을 중심으로 설진 연구가 진행되었다. 연구들을 구체적으로 살펴보면, 황 등¹⁹이 간섭광을 이용하여 설태의 두께를 측정하고 수직 영상을 획득하는 장치 및 방법을 개발하였다. 광원을 이용하여 광 프로브로부터 반사되는 간섭광의 상대적인 세기에 상응하는 부분 수직 영상을 획득하는 장치를 제안하고 있으나, 주어진 영상의 분석을 통해 설태의 두께를 판별하지 않고 별도의 장치를 적용시켜 판별해야 하므로 직접 혀를 재촬영해야 하는 번거로움이 있고 평면 영상으로는 설태의 두께를 판별할 수 없다는 문제점이 있었다. 박 등²⁰은 검사자의 도움 및 안내 없이도 정확하게 피검사자의 설진 영상을 촬영할 수 있는 장치 및 방법을 개발하였다. 종래의 설진기는 검사자가 매번 피검사자의 설진 영상을 촬영하기 위해 피검사자의 자세를 통제하고 설진기를 제어해야 하는 수고와 노력이 필요했으나 상기 방법 및 장치는 사용자의 혀 템플릿을 이용하여 자신의 설진 영상을 스스로 촬영함으로써, 검사자의 안내 또는 도움 없이도 설진에 이용되는 혀 영상을 사용자 스스로 정확하고 편리하게 촬영할 수 있게 하였다. 그러나 정확한 혀 영역을 분할하기 어렵고, 기존의 정해진 템플릿과 정합시켜 혀의 위치에 따른 영역 분할만을 이용하므로 설태 영역은 추출할 수 없는 문제점이 있었다.

이에 김 등²¹은 종래 설진 기술의 문제점을 해결

하기 위해 조명 조건이나 주변 환경에 영향을 받지 않고 설태와 설질을 명확하게 분할하여 설태의 상태를 판별할 수 있는 컬러 분포 기반의 설태 분류 방법을 개발하였다. 사진 자체의 컬러만으로도 객관적인 판별이 가능하고, 다른 데이터와 비교하여 판별하는 것이 아니라 이미지 자체만을 분석하므로 모집단 데이터의 특성이나 환자군의 빈도에 상관없이 분류 가능하며, 설태와 설질의 분할된 영역을 명확히 할 수 있어 정확한 설태만을 추출하여 분류할 수 있다는 장점이 있다.

그러나 기존의 디지털 설진기에서 혀 영역 검출 방법들은 사용자가 초기 윤곽선을 그려주어야 하므로 사용자의 개입이 필요하다는 단점을 가지고 있었다. 이를 대신할 수 있는 영역 분할 방법으로 광역적으로 에너지를 최소화하는 경계면을 구하는 그래프 컷(graph cut) 방법, 그래프 컷을 반복적인 구조로 확장한 그래프 컷(graph cut) 방법, 점을 찍어 주는 방식인 그로우 컷(grow cut) 방법 등이 있으나 이들 역시 사용자의 개입이 필요하였다. 이에 김 등²²은 설진 영역 분할을 자동화하기 위해 획득된 혀 영상을 이용하여 설진 영역을 추출하는 방법을 시스템적인 관점에서 구현하고, 혀의 컬러 특징과 구조적 특성을 고려하여 주변의 경계 부분과 대비되는 설진 영역을 추출하는 그래프 기반 접근 방법을 개발하였다. 또한 최 등⁵은 영상 획득시의 조명 조건이나 주변 환경의 영향을 받지 않으며, 객관화된 판별함수를 이용하여 후태와 박태의 분류를 가능하게 하는 영상을 이용한 후태 박태 판별 방법도 개발하였다.

종래의 설진기는 피검사자의 입과 카메라와의 거리가 짧아 사진의 주변부가 중앙부보다 영상의 선명도가 떨어져 혀 영역 전체에 대한 정확한 분석을 수행하기 어렵고, 피검사자의 혀 전체 영역에 대하여 초점을 맞추기 힘들다는 단점이 있었다. 이러한 문제점을 해결하고자 전 등²³은 몸체부를 기역(ㄱ)자형으로 형성하고 중앙에 전반사경을 구비함으로써, 한 쪽에 구비된 카메라가 다른 쪽의 피

검사자의 혀를 촬영하되 카메라와 피검사자의 충분한 촬영거리를 확보하여 피검사자 혀 전체의 영역을 선명하게 촬영할 수 있는 혀 영상 촬영 시스템을 개발하였다. 또한 이 장치는 테이블에 장착 시 테이블의 수직 축에서 10도 내지 45도를 기울여 장착함으로써 피검사자가 대각선으로 안면 접안부에 편안하게 입을 낼 수 있으면서 혀 안쪽까지 용이하게 촬영할 수 있도록 하였다.

디지털 설진기를 임상에 이용한 연구를 살펴보면, 김 등²⁴는 기존 설태 평가 방법의 한계를 극복하고 설태를 정량적으로 평가하기 위해 디지털 설진기를 구취 환자의 설태 평가에 적용한 연구를 진행하였다. 이 연구에서 숙련된 2명의 검사자가 환자의 설태 정도를 평가한 WTCI 점수와 DTDS의 설태 점수의 일치도(Pearson's correlation)가 각각 $r=0.561$ 과 $r=0.736$ 으로($p<0.01$) 나타나 임상에서 DTDS의 활용 가능성을 보여주었다.

2. 설태 후박 진단기준의 표준화 연구

1) 연구 대상 및 방법

(1) 연구 대상

본 연구에서는 2011년 3월부터 2011년 6월까지 경희의료원 한방병원 3내과에 내원한 환자 가운데 DTDS 촬영에 동의한 환자 30명으로부터 혀 영상을 얻었다. 혀 영상을 보고 설태의 후박을 진단할 평가자로 한방병원 각 과에 전공의로 근무중인 한 의사 15명이 참여하였다.

(2) DTDS

객관화된 혀 영상을 얻기 위해 기존에 제작되어 있는 DTDS를 이용하였는데, 이는 경희대학교 동서의료공학과 한의지식공학연구실에서 개발된 장치로서 표준화된 광원과 디지털 카메라를 이용하여 혀 영상을 획득하고 색상보정을 통해 보다 정확한 영상을 얻을 수 있게 디자인 된 장치다²⁵⁻²⁷. 구성을 살펴보면 크게 외관부, 조명부, 영상획득부, 위치제어부 및 소프트웨어로 나눌 수 있다. 외관부에는 환자와 직접 닿는 접안부가 있어 혀의 움직

입을 최소화하고, 접안부에 환자의 얼굴이 고정되어 있을 때 효과적으로 압실을 형성할 수 있도록 인체 공학적으로 설계되었다. 또한 조명부는 태양광과 가까운 색온도(5,500 K) 특성을 가진 스트로브(strobe) 조명을 사용하여 광원을 표준화하였고, 위치제어부는 혀의 위치에 따른 영상 왜곡의 문제를 해결하고자 카메라의 위치를 상하로 움직일 수 있게 하였다. 소프트웨어에서는 실제 색상과 유사하도록 영상의 색상을 보정하고 진단에 필요한 혀 부분을 효과적으로 검출할 수 있는 알고리즘을 구현하여 혀의 영역을 추출하며, 실질과 설태 부분을 구분한다²⁸(Fig. 1, 2).

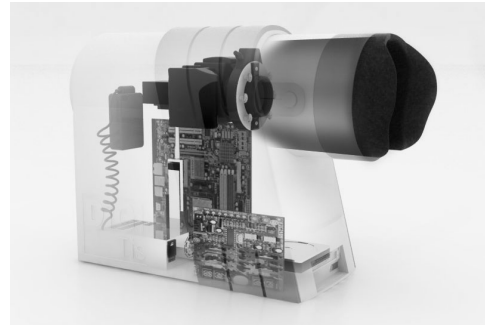


Fig. 1. The external and internal composition of the digital tongue diagnosis system (DTDS).

(사진 출처 : 참고문헌 27번)

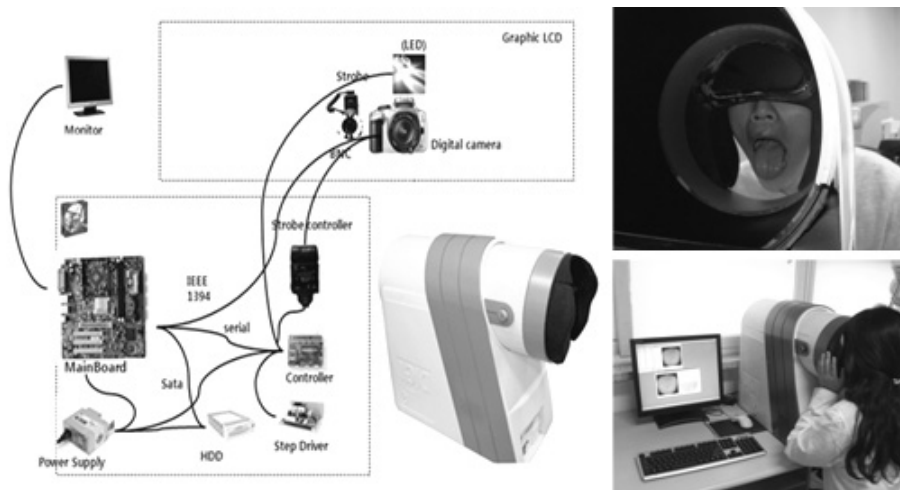


Fig. 2. The DTDS is designed to block out the outside light and consists of an image acquisition part and an illumination part.

The illumination part makes the same condition like the sunlight. A subject attaches her face to the interface of the DTDS to block the sunlight, and she sticks her tongue out attaching her face to the interface of DTDS.

(3) 혀 영상 획득 및 설태의 정량적 평가

피험자들은 정면을 바라본 상태로 DTDS의 접안부에 머리를 고정된 후, 입을 최대한으로 벌리고 혀를 가능한 아래쪽으로 길게 내민다. 이 상태에서 디지털 카메라의 위치를 조정하여 혀 영상을 촬영한다. 색상 보정과 진단 영역 검출 등의 알고리즘을 통해 얻어진 혀 영역은 Winkel EG 등²⁹이 고안

한 Winkel tongue coating index(WTCI) 방법에 따라 설첨부에서 설근부까지 2등분, 횡으로 3등분하여 총 6구역으로 구분된다(Fig. 3). WTCI 방법에서는 각 구역의 설태 정도를 설태가 없는 경우를 0점, 설태가 약간 있는 경우를 1점, 설태가 많은 경우를 2점으로 하여 각 구역의 점수를 합산하도록 되어있으나, DTDS에서는 각 구역에 대한 설태의

설진의 표준화를 위한 제언 : 설태 후박의 진단기준을 중심으로

백분율과 전체 백분율 평균이 결과값으로 제시되었다(Fig. 4). 본 연구에서는 전반부 설태의 백분율 평균값(WTCI 6등분 중 D+E+F/3)과 후반부 설태의 백분율 평균값(WTCI 6등분 중 A+B+C/3)을 DTDS 결과값으로 이용하였다.

김 등³⁰의 선행연구를 토대로 무태와 박태의 기준점을 29.06%, 박태와 후태의 기준점을 63.51%이라고 하여, 설태 백분율이 29.06% 미만인 경우를 0, 29.06% 이상 63.51% 미만인 경우를 1, 63.51% 이상인 경우를 2로 변환하였다(Fig. 5). 그 결과 총 30개의 혀 영상 중 전반부에서 무태는 14명, 박태는 16명, 후태는 0명이었고, 후반부에서 무태는 1명, 박태는 11명, 후태는 18명이었다.

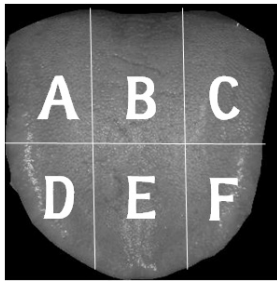


Fig. 3. Winkler Tongue Coating Index³⁰.

The dorsum of the tongue was divided into 6 areas from the vallate papillae to the tip. Tongue coating was assessed in each sextant as '0 = no coating', '1 = thin coating', '2 = thick coating'.

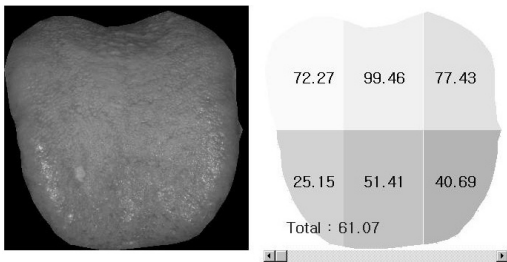


Fig. 4. The program display of the 'digital tongue diagnosis system'.

Acquired tongue image (left) and percentage score diagram of tongue coating (right). (The value in figure is examples.)

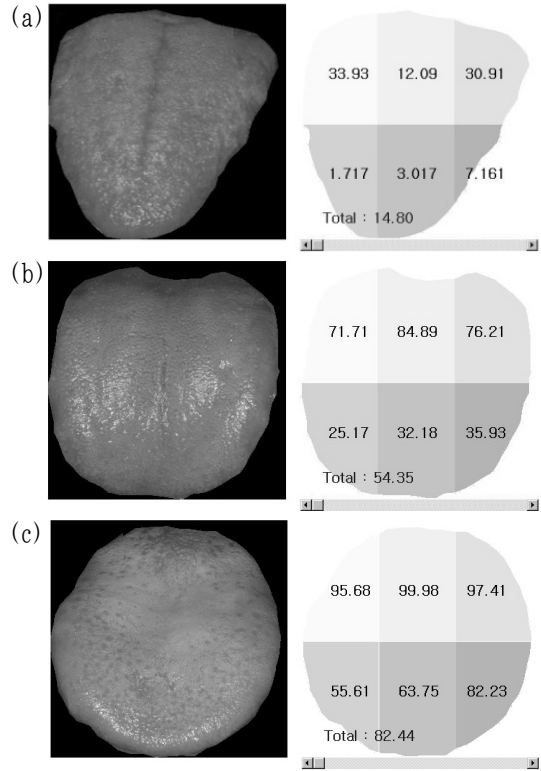


Fig. 5. (a) no coating (b) thin coating (c) thick coating.

(4) 평가자의 설태 후박 판정

평가자 15명에게 DTDS에서 얻어진 환자 30명의 혀 영상을 보여주고 설태 진단기준에 대한 아무런 언급을 하지 않은 상태에서 각각의 혀 사진에 대하여 설태의 후박을 판정하게 하였다. 혀 영역을 횡으로 2등분하여 설첨부 쪽을 전반부, 설근부 쪽을 후반부로 하여 각각의 영역에 대하여 무태는 0, 박태는 1, 후태는 2로 표시하게 하였다. 앞서 언급했듯이 문헌에서는 박태, 후태에 대하여 설체가 근소하게 보이는 것을 박태, 설체가 조금도 보이지 않는 것을 후태라고 하였는데^{1,2,9}, 실제로 설진을 해보면 박태 영역과 후태 영역이 혼재되어 있는 경우가 많다. 따라서 박태, 후태 영역의 면적 기준을 제시해주기 위하여 김 등³⁰의 선행연구를 토대로 박태 영역이 전체 면적의 1/3 이하인 경우

를 무태, 후태 영역이 전체 면적의 2/3 이상인 경우를 후태, 그 외의 경우를 박태라고 정하였다. 이 진단기준을 15명의 한의사에게 교육을 한 후, 앞서 보았던 혀 영상을 무작위로 섞은 뒤 재차 설태의 후박을 판정하게 하였다.

(5) 통계 처리

설태 후박 판정값에 대한 평가자간의 일치도와 평가자와 DTDS 간의 일치도는 급내 상관계수 (intraclass correlation coefficient, ICC)의 이차원 혼합모형의 일치도 유형을 이용하여 구하였고, Fleiss³¹가 제언한 대로 ICC가 0.75 이상은 '매우 우수(excellent)', 0.40 이상 0.75 미만은 '보통 이상(fair to good)', 0.40 미만일 경우는 '낮음(poor)'으로 해석하였다. 또한 평가자와 DTDS 간의 일치도가 설태 판정 기준 교육 전후로 유의한 차이가 있는지 여부는 비모수 대응2 표본 검정방법인 Wilcoxon 검정 방법(Wilcoxon signed ranks test)을 사용하였고, 유의수준은 $p < 0.05$ 로 하였다. 연구에 사용된 자료처리와 분석은 SPSS 18.0 for Windows 프로그램을 이용하였다.

2) 연구 결과

(1) 평가자간의 일치도 변화

전반부 영역에 대한 15명의 평가자간의 일치도는 교육 전 0.61, 교육 후 0.71이었고, 후반부 영역에 대한 평가자간의 일치도는 교육 전 0.68, 교육 후 0.74로 나타났다. 전반부, 후반부 영역 모두 평가자간의 일치도가 교육 전보다 교육 후에 상승하였다(Table 1).

Table 1. Changes in the Agreement Rate among the 15 Assessors before and after Training.

Tongue area	ICC (95% CI)	
	Before	After
Anterior	0.61 (0.48-0.74)	0.71 (0.60-0.82)
Posterior	0.68 (0.56-0.80)	0.74 (0.63-0.84)

ICC : intraclass correlation coefficient
CI : confidence interval

(2) 평가자와 DTDS 간의 일치도 변화

DTDS 결과값 중 전반부 설태 백분을 평균과 후반부 설태 백분을 평균을 cutoff에 따라 0, 1, 2로 변환하였고, 평가자 15명의 판정값과의 일치도를 분석하였다.

그 결과, 교육 전 ICC가 0.40 이상 0.75 미만인 경우는 전반부 13명, 후반부 12명이었고, 0.75 이상인 경우는 전반부 2명, 후반부 3명이었는데, 교육 후에는 0.40 이상 0.75 미만인 경우가 전반부 6명, 후반부 3명이었고, 0.75 이상인 경우가 전반부 9명, 후반부 12명이었다. 이를 통해 DTDS와 매우 우수한 일치도를 나타내는 평가자 수가 교육 전보다 교육 후에 증가하였음을 알 수 있다(Fig. 6).

교육 전후로 평가자의 판정값과 DTDS 결과값 간의 일치도 변화를 개별적으로 살펴보면 전반부 영역에서는 2명을 제외하고는 모두 교육 후에 ICC가 상승하였으며, 후반부 영역에서는 1명을 제외하고는 모두 교육 후에 ICC가 상승하였다(Fig. 7).

다음으로 평가자와 DTDS 간의 일치도가 교육 전과 교육 후에 통계적으로 유의한 차이가 있는지 여부를 알아보았다. 먼저 전반부 영역에서 평가자와 DTDS 간의 일치도 평균은 교육 전에는 0.62 ± 0.12 , 교육 후에는 0.77 ± 0.09 였고, 후반부 영역에서 평가자와 DTDS 간의 일치도 평균은 교육 전에는 0.705 ± 0.090 , 교육 후에는 0.791 ± 0.067 로 나타나 두 영역 모두에서 교육 전보다 교육 후에 일치도 평균이 증가하였음을 알 수 있었다. 또한 이를 Wilcoxon 검정 방법을 통하여 분석한 결과, 혀 영역 전반에 걸쳐 평가자와 DTDS 간의 일치도가 교육 후에 통계적으로 유의하게 상승하였음을 알 수 있었다 (Table 2).

설진의 표준화를 위한 제언 : 설태 후박의 진단기준을 중심으로

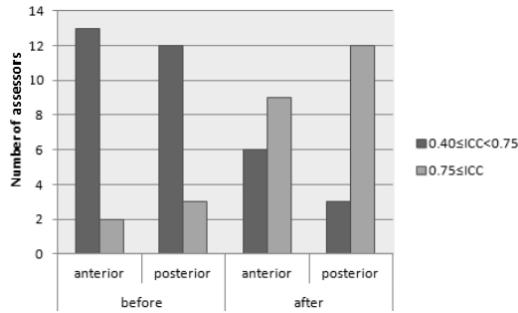


Fig. 6. Changes in the agreement tendency between assessors' TCT scores and DTDS values before and after training.

ICC : intraclass correlation coefficient
 anterior : anterior tongue area
 posterior : posterior tongue area
 TCT : tongue coating thickness
 DTDS : digital tongue diagnosis system

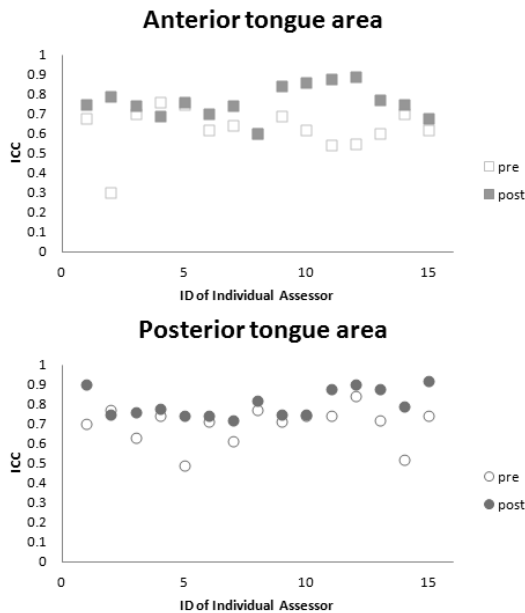


Fig. 7. The agreement rate between assessors' TCT scores and DTDS values before and after training.

ICC : intraclass correlation coefficient
 TCT : tongue coating thickness
 DTDS : digital tongue diagnosis system

Table 2. Comparison of the Agreement Rate between Assessors' TCT Scores and DTDS Values before and after Training.

Tongue area	Before		After		Wilcoxon signed rank test (Z)	P-value*
	Mean	SD	Mean	SD		
Anterior	0.623	0.111	0.763	0.080	-3.010	0.003
Posterior	0.696	0.942	0.806	0.071	-3.294	0.001

TCT : tongue coating thickness
 DTDS : digital tongue diagnosis system
 SD : standard deviation
 * Significant at 0.05 level.

III. 고찰

박태는 설태를 투과하여 설체가 은은히 보이는 것으로 병사가 가벼움을 나타내며 胃氣가 薰蒸되어 설태를 형성하는 기능이 정상적으로 이루어지고 있음을 나타낸다. 후태는 설태가 두꺼워 설체가 보이지 않는 것으로 병사가 위중함을 의미하며 사기가 위로 넘쳐나서 생긴 것이다. 설태가 박태에서 후태로 전변하는 경우는 병이 진행하는 것이고 후태에서 박태로 전변하는 경우는 병이 퇴행하는 것이므로 설태의 후박을 관찰함으로써 정사의 성쇠, 병변의 깊이 및 경중, 병정의 진퇴 등을 알 수 있다.^{1,2)}

현대의학에서 설태의 후박은 음식, 음식량, 음식물 성질과 관련된다. 그리고 발열, 탈수, 타액선의 분비 감소, 자가 청결작용 약화 등은 설태를 두꺼워지게 하기 때문에 병세의 정확을 반영할 수 있다. 사상유두가 치밀하게 증식되고 각질화가 서로 작용하여 떨어지지 않으며 그 사이에 세포, 세균, 음식물 찌꺼기 등이 충전되어 있으면 厚膩苔가 형성되게 된다.

이처럼 설태의 후박은 설진의 여러 요소 중에서도 특히 중요한 진단 요소이다. 그러나 설태의 후박은 표준화되지 못한 진단 환경 외에도 설태 판정 기준의 모호함으로 인해 평가자간의 일치된 판정값을 얻기가 어려웠다. 최근 들어 디지털 설진기

가 개발되어 표준화된 진단 환경을 통한 객관적인 혀 영상은 얻을 수 있게 되었지만 설태 판정 기준은 아직 확립되지 않았다. 따라서 본 연구에서는 설진에 대한 객관성과 재현성을 높이기 위해 설태 후박 진단기준의 표준화 연구를 시행하였다.

평가자 15명이 DTDS를 통해 얻어진 30개의 혀 영상을 표준화된 기준 없이 무태, 박태, 후태로 판정하였고, 이후 무태, 박태, 후태에 대한 판정 기준을 제시한 후 혀 영상을 무작위로 섞고 다시 설태의 후박을 판정하게 하였다. 평가자간의 일치도와 평가자의 판정값과 DTDS 결과값 간의 일치도를 평가하기 위해 ICC를 이용하였다. ICC는 신뢰도 연구에서 측정치가 정량적일 때 신뢰도를 나타내기 위해 쓰이는 상관계수로, 한 표본에 대해 측정된 도구나 평가자 간 상관을 의미한다³². ICC가 클수록 높은 일치도를 나타내는데, 그 값에 대한 명확한 기준은 없으나 Fleiss³¹의 분류가 일반적이다.

연구 결과 평가자간의 일치도는 전반부, 후반부 영역 모두에서 교육 전보다 교육 후에 상승하였다. 즉 동일한 혀 영상에 대한 평가자간의 설태 후박 판정값이 교육 전보다 교육 후에 더 일치했음을 의미한다. 또한 15명 평가자의 판정값과 DTDS 결과값 간의 각각의 일치도도 전반부, 후반부 영역 모두에서 교육 전보다 교육 후에 상승하였고, 이는 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 결론적으로 설태의 후박에 대한 표준화된 기준 제시가 평가자간의 일치도와 평가자와 DTDS 간의 일치도를 높이는 데 기여하며, 이를 통해 설진의 객관성과 재현성을 높이기 위해서는 진단기준의 표준화가 필요하다는 것을 알 수 있다.

그러나 본 연구에서 제시한 설태 후박의 진단기준은 김 등³⁰의 선행연구를 토대로 정한 것으로 절대적인 기준이 아니며 다양한 임상 상황에서의 적용 가능성 여부를 확인할 필요가 있다. 또한 본 연구에서 사용한 DTDS는 다양한 디지털 설진기 종류 중 하나로서 평가자들에게 제시한 설태 후박 진단기준을 명확하게 구현하지는 못한다는 단점이

있다. 따라서 차후 진단기준 정립에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료되며, 특정한 질병이나 병리 상태에서의 설태 뿐 아니라 설태 외의 다른 설진 요소에 대한 진단기준 정립도 필요할 것이다. 또한 다른 진단기기를 활용한 설진 결과와의 비교 연구도 추가적으로 시행되어야 할 것이며, 표준화된 진단기준을 제대로 구현할 수 있는 정밀한 진단기기의 개발이 이루어질 필요가 있다.

설진의 표준화를 위해서는 진단기준 뿐 아니라 관찰 범위와 관찰 시간 및 자세에 대한 표준화 작업도 필요하다. 설진 시 혀의 관찰범위에 대해서 문헌에는 “舌尖에서 舌中을 지나 舌根까지 관찰해 가며 다시 舌邊을 본다.”는 정도로 언급되어 있는데^{2,3,6,9}, 이 때 舌根이 어디까지인지에 대해 명확히 할 필요가 있다.

혀는 구강저에서 하악골과 설골에 부착되어 구강으로 돌출해 있는데 舌尖, 舌體, 舌根의 3부분으로 나눌 수 있으며, 舌體와 舌根 사이에는 “人”字形으로 생긴 분계구가 있다. 이 분계선 후반부부터 후두개 옆의 구개편도까지를 舌根部로 본다. 설진에 있어 중요한 진단요소로 이용되고 있는 설태는 주로 혀에서 떨어져 나온 유두각질, 사상유두 사이 사이에 음식물 찌꺼기, 혈구, 구강미생물 등이 쌓여서 형성된 것으로 해부학적 구조상 혀의 후반부에 많이 축적되므로 후반부를 충분히 관찰하지 않을 경우 설태 판정에 오류가 발생할 가능성이 높다²⁵. 그러므로 혀를 관찰할 때에는 문헌상의 “舌根部”, 즉 해부학적 구조를 기준으로 혀의 후반부에 위치한 유곽유두와 그 뒷부분까지 충분히 관찰하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

또한 관찰 시간과 자세에 대한 고려도 필요하다. 음식은 舌象에 큰 영향을 끼치므로 설진은 음식을 섭취하기 전에 시행하는 것이 좋다. 식후에는 1시간 정도 후에 시행하도록 하고, 부득이한 경우에는 온수로 입을 행군 후 시행하는 것이 바람직하다. 또한 계절과 시간에 의해서도 舌象은 변화할 수 있으므로 가능한 일정한 시간에 일정한 온도와

습도의 조건 하에서 설진을 시행하는 것이 좋다. 먼저 설진을 시행하기 위해 검사자는 피검사자에게 혀를 보여줄 것을 요구하는데 이 때 단순히 “혀를 내밀어 주세요”라고 요구할 경우에는 혀의 후반부가 제대로 드러나지 않는 경우가 많다(Fig. 8). 반면 구체적으로 “입을 크게 벌리고 혀를 내밀어 주세요”라고 요구할 경우에는 혀의 후반부가 잘 드러나게 된다. 이처럼 환자가 혀를 내미는 자세에 따라서 관찰 가능한 혀의 범위가 상이한 것을 알 수 있다(Fig. 9).

앞서 언급했듯이 설진의 중요한 진단 요소인 설태는 혀의 후반부에 많이 쌓이기 때문에 설진 시에는 후반부를 반드시 관찰할 필요가 있다. 후반부가 잘 드러난 상태에서 검사자의 눈높이를 혀의 뒷부분을 잘 관찰할 수 있도록 조절하고 필요시 태양광과 유사한 조명을 비추어 혀와 설태의 색상과 형태 등을 검사해야 한다. 더욱 정확하고 편리하게 설진하기 위해 피검사자의 설진 영상을 촬영할 수 있는 설진기를 사용할 수 있는데 이 경우도 역시 설진 영상에서 혀가 중앙에 위치하고 좌우 대칭이 되며 입안 깊숙이 혀의 후반부까지 보이도록 피검사자의 입, 혀 및 턱의 자세를 조정해야 한다.

최근 디지털 설진기를 통해 표준화된 진단 환경에서 혀 영상을 얻을 수 있게 되었지만 평가자간의 진단기준이 명확히 확립되어 있지 못하여 동일한 혀 영상에도 평가자마다 다른 진단을 하는 경우가 많다. 또한 아직 DTDS의 진단 알고리즘이 불완전하여 설질이 창백한 경우에는 설태와 설질을 구분하기 어렵고, 설태의 분포부위만 계산할 뿐 설태가 쌓여있는 두께 자체를 계산하기 어렵다는 한계점이 있다.

따라서 설태를 비롯한 다양한 설진 영역의 진단 기준과 관찰 범위 및 시간, 자세 등의 관찰 조건이 좀 더 객관적이고 표준화될 필요성이 있으며, DTDS의 진단 알고리즘이 한의사들의 표준화된 진단기준과 관찰 조건을 제대로 구현할 수 있도록 디자

인되어야 할 것이다. 이를 통해 객관적이고 정량적인 설진기가 개발된다면 정확한 진단이 가능한 자동 설진 진단 시스템을 구축하는데 기여할 것으로 사료된다.



Fig. 8. Tongue image taken when a patient was asked to stick his tongue out.



Fig. 9. Tongue image taken when a patient was asked to open his mouth and stick his tongue out.

참고문헌

1. 李鳳教, 朴英培, 金泰熙. 漢方診斷學. 서울: 成輔社; 1986, p. 70-91.
2. 라이프21출판부. 중의진단학. 서울: 침코리아; 2006, p. 71-87.
3. 임양근. 진단학 아틀라스 설진. 서울: 정담; 2003, p. 1-35.
4. 김근호, 유현희, 김종열. 디지털 자동 설진 시스템 구축을 위한 설태 인식 알고리즘 기초 연구. 동의생리병리학회지 2009;23(1):97-103.
5. 최은지, 김근호, 유현희, 이혜정, 김종열. 백태 중후태 및 박태 분류 판별함수 설계. 한국한의학연구

- 구원 논문집 2007;13(3):119-24.
6. 박종기. 설진의 원리와 의의에 관한 고찰. 대한 한의진단학회지 1998;2(1):183-206.
 7. 江涵嗽. 筆花醫鏡. 서울: 일중사; 1993, p. 32.
 8. 吳坤安. 傷寒指掌. 상해: 상해과학기술출판사; 1982, p. 6-32.
 9. 송천빈. 동의설진원색도보. 서울: 고려의학; 1998, p. 1-6.
 10. 苑琳琳, 李文書, 姚建富, 宋紅, 鄭小偉. 中医舌診 信息處理技術研究進展. 上海中醫藥大學學報 2011; 25(2):80-6.
 11. 郭睿, 王憶勤, 顏建軍. 中医舌診的客觀化研究. 中國中西醫結合雜誌 2009;29(7):642-5.
 12. 朱洁華, 阮邦志, 勵俊雄. 舌診客觀化研究的一种 圖像處理方法. 中國生物醫學工程學報 2001;20(2) :132-7.
 13. 翁維良, 黃世敬. 中医舌診客觀化研究. 中國工程 科學 2001;3(1):78-82.
 14. Pang B, Zhang D, Li N, Wang K. Computerized tongue diagnosis based on Bayesian networks. *IEEE Trans Biomed Eng* 2004;51(10):1803-10.
 15. Zhang H, Wang K, Zhang D, Pang B, Huang B. Computer aided tongue diagnosis system. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2005;7:6754-7.
 16. Chiu CC. A novel approach based on computerized image analysis for traditional Chinese medical diagnosis of the tongue. *Comput Methods Programs Biomed* 2000;61(2):77-89.
 17. Yue XQ, Liu Q. Analysis of studies on pattern recognition of tongue image in traditional Chinese medicine by computer technology. *Zhong Xi Yi Jie He Xue Bao* 2004;2(5):326-9.
 18. Wu J, Zhang Y, Bai J. Tongue area extraction in tongue diagnosis of traditional chinese medicine. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2005;5 :4955-7.
 19. 황인덕, 신상훈, 김기왕. KR-A-0053033. 2006.05.19.
 20. 박경모, 이영명. KR-A-0087965. 2008.10.02.
 21. 김근호, 최은지. KR-A-0030957. 2009.03.25.
 22. 김근호, 이진, 최은지, 류현희, 김종열. 그래프 및 기하 정보를 이용한 설진 영역 추출. 대한 전기학회논문지 2007;56(11):1873-2066.
 23. 전영주, 김근호. KR-A-0027296. 2010.03.11.
 24. Kim J, Jung Y, Park K, Park JW. A digital tongue imaging system for tongue coating evaluation in patients with oral malodour. *Oral Dis* 2009;15(8):565-9.
 25. 김제균. 디지털 설진 시스템의 개발. 학위논문 (학사). 경희대학교 대학원; 2005.
 26. 어윤혜. 디지털 설진 시스템을 위한 설 검출과 분류. 학위논문(석사). 경희대학교 대학원; 2006.
 27. 정용재, 김진성, 오승환, 한가진, 김유승, 홍인아, 등. 디지털 설진기를 이용한 구취군과 비구취 군 간의 설태 평가. 대한한의학회지 2010;31(1) :23-9.
 28. Eo YH, Kim JG, Yoo HS, Kim JY, Park KM. Quantitative Study on Tongue Images according to Exterior, Interior, Cold and Heat Patterns. *J. Korean Oriental Med* 2006;27(2):134-44.
 29. Winkel EG, Roldan S, Van Winkelhoff AJ, Herrera D, Sanz M. Clinical effects of a new mouthrinse containing chlorhexidine, cetylpyridinium chloride and zinc-lactate on oral halitosis. A dual-center, double-blind placebo-controlled study. *J Clin Periodontol* 2003;30(4):300-6.
 30. Kim JS, Han GJ, Choi BH, Park JW, Park KM, Yeo IK, et al. Development of Differential Criteria on Tongue Coating Thickness in Tongue Diagnosis. *Complement Ther Med*: In press.
 31. Fleiss JL. Design and analysis of clinical experiments. New York: Wiley; 1999, p. 23-7.
 32. Shourt, PE, Fleiss, JL. Intraclass correlation, uses in assessing rater reliability. *Psychol Bull* 1979;86(2):420-8.