

## 비접촉식 설면 습윤도 측정 기구의 개발

김대복 · 박유경 · 김기왕

부산대학교 한의학전문대학원

---

### Abstract

#### Development of the non contact tongue moisture measuring device

Dae-bok Kim, Yu-gyung Park, Ki-wang Kim

*Pusan National University School of Korean Medicine*

#### Objectives

Tongue moisture is one of major features in tongue diagnosis of Oriental Medicine. But with regard to the methods to qualify the tongue moisture level, there have been no adequate modalities to satisfy clinicians' needs. So we developed an novel device and method to quantify the tongue moisture level without contact.

#### Methods and Materials

Ratio of saturated area to total tongue area in the image captured with a spot light at various angles was calculated. We regarded that ratio represented the moisture of tongue surface. To evaluate the performance of suggested method, we observed the correlation between conventional contact method and our method with 19 healthy subjects.

#### Results

With comparison to conventional contact method (Schirmer test), the suggested method showed good correlation ( $R = 0.8602$ ,  $R_2 = 0.7399$ ).

#### Conclusion

This Method could be a convenient and robust method to evaluate tongue moisture.

#### Key words

tongue moisture, tongue diagnosis, non contact measurement, spot light

---

\* 교신저자 : 김기왕 / 소속 : 부산대학교 한의학전문대학원 응용의학부

TEL: 051-510-8466 / E-mail : kimgiwang@hanmail.net

Received for publication Sep 20, 2010; accepted in revised form Oct 15, 2010

## I. 緒 論

설면 또는 설태의 습윤도는 한의학의 설진에서 중요한 관찰 항목이다. 그러나 지금까지 설면 습윤도 평가는 주로 육안적 관찰에 의한 주관적 평가에 머물렀고 그 구분 결과 역시 건태, 윤태, 활태와 같은 3단계 정도의 등급을 나누는데 지나지 않았다.

물론 설면의 습윤도를 계측하는 방법으로 설면 임피던스 측정법<sup>1,2</sup>과 같은 접촉식 측정법이 개발되어 있으나 적용상의 불편함으로 임상에서 널리 활용하기 어려운 실정이며 광학간섭단층촬영(optical coherence tomography, OCT)과 같은 신기술을 활용하여 비접촉식으로 설면 습윤도를 측정한 예<sup>3,4</sup>도 있으나 아직 기기가 고가이며 거추장스럽고 측정 범위가 협소하다는 문제가 있다.

따라서 우리는 간단한 조명 장치와 보급형 카메라를 이용하여 설면의 습윤도를 측정하는 방법을 고안하였고, 기기를 실제로 제작하여 접촉식 측정법과 비교한 결과 의미 있는 결과를 얻었기에 본 논문을 통해 보고하고자 한다.

## II. 方 法

### 1. 기기 구성

본 연구에서는 설면의 광택을 통해 설면의 습윤도를 계측하고자 설면 광택을 효과적으로 만들어 내고 이를 재현성 있게 계측할 장치를 고안하였다. 설진 영상과 같은 의학적 용도의 체표 영상은 촬영 대상의 표면 조도를 전영역에서 균질하게 유지할 수 있는 조

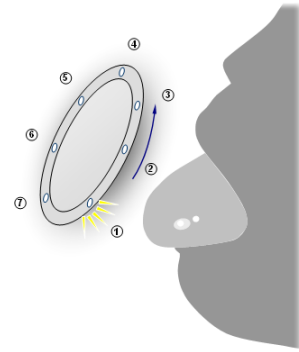


Figure 1. The circular illuminator equipped with 7 spot lights (LEDs). 7개의 점 광원으로 구성된 원형 조명 장치. ①번부터 ⑦번까지 차례로 점등하면서 서로 다른 7장의 혀 사진을 얻는다.

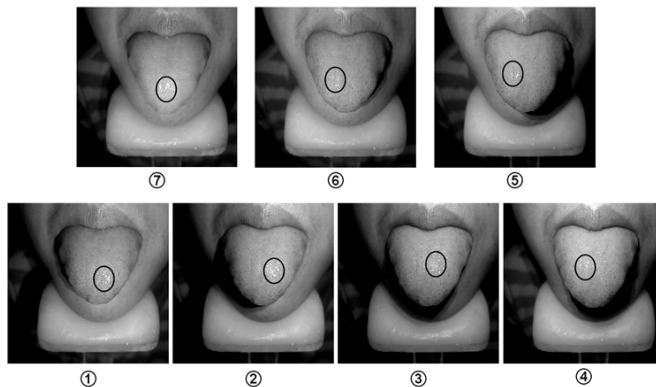


Figure 2. Tongue images with glossy regions under various lighting angle according to Figure 1. Black circles mean the highlight (glossy) regions.

Figure 1에 나타난 ① ~ ⑦번 지점의 광원으로부터 형성된 설면 광택. 사진에 나타난 광택 면적의 평균값이 설면의 평균적 습윤도를 나타낸다고 간주하였다.

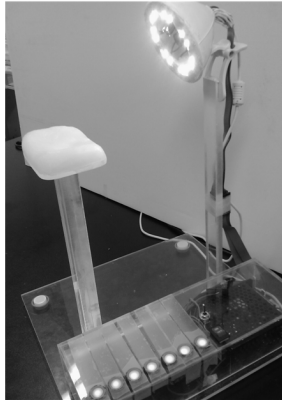


Figure 3. Assembled system for tongue moisture measurement

완성된 설면 습윤도 측정 시스템. 사진에서는 발광부 전체가 점등되어 있으나 실제 습윤도 측정에서는 한 점 한 점 따로따로 점등하여 혀 영상을 얻었다.

명이 요구되므로 점 광원에 비해 면 광원이 유리하나, 광택을 만들어 내는 데는 점 광원이 효과적이다. 따라서 우리는 표면실장부품(表面實裝部品, surface mounted device) 형태의 백색 발광다이오드(발광부 직경 2mm)를 사용하여 유사 점 광원을 구현, 이를 혀 영상 획득을 위한 조명 장치로 사용하였다.

그런데 조명에 의해 형성되는 반사광은 법선(法線)을 중심으로 광원과 대칭되는 위치에서 관찰되므로 하나의 점 광원만으로는 혀의 특정 부위에 대해서만 그 광택을 확인할 수 있다. 설면의 수분 양은 환자의 구강 구조 및 상태, 그리고 혀를 내미는 동작에 따라 부위별로 불균등하게 되므로 하나의 위치에 고정된 광원으로부터 형성된 한 장의 사진을 통해 습윤도를 평가할 경우 설면의 수분 불균형에 의한 오차가 발생할 수 있다. 따라서 우리는 7개의 서로 다른 지점에서 설면을 비추는 원형 조명 장치(Figure 1)를 제작하여 각각의 조명 위치에서 얻은 혀 영상에 나타난 광택(Figure 2)을 종합하여 설면 습윤도 평가에 활용



Figure 4. Tongue alignment by laser pointer.  
레이저 포인터에 의한 설침부 정위

하였다.

영상의 획득에는 보급형 200만 화소 PC카메라인 ALC-M800(올인포케이)을 사용하였다. 완성된 시스템의 외관은 Figure 3과 같다.

이 기기에는 광원과 카메라 외에도 연질 소재의 턱받침과 레이저 포인터를 장착하여 피험자에 관계 없이 설침부가 동일한 위치에 정렬되도록 하였다 (Figure 4).

## 2. 영상 처리

위와 같은 시스템으로 얻은 영상(Figure 5의 (a))에는 혀 이외의 지점에서도 고휘도의 광택 영역이 나타날 수 있기 때문에 우선 혀 영역만을 분리해내는 작업이 필요하였다. 이는 자동화된 알고리즘으로 수행하는 것이 적절하지만 본 연구에서는 수집 증례가 많지 않고 자동화 추출 알고리즘의 오차가 적지 않은 관계로 포토샵(Photoshop 7.0, Adobe Inc.)의 추출

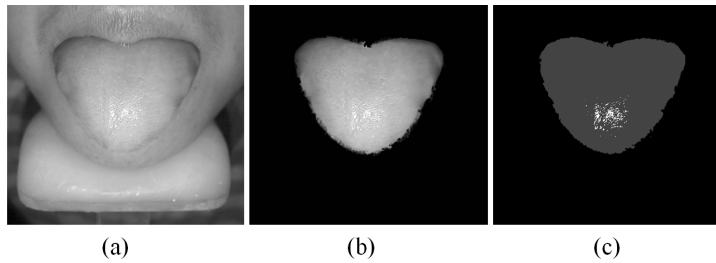


Figure 5. Gloss region extraction procedure. From the raw image (a), the tongue area was extracted manually (b), and then highlighted gloss areas were extracted with a constant threshold (c).  
 광택 영역 추출 순서. 원래의 영상(a)으로부터 수동으로 혀 영역을 추출하고(b) 이 영상에서 일정 역치 이상의 밝기를 갖는 화소만을 남겨 광택 영역을 추출하였다(c).

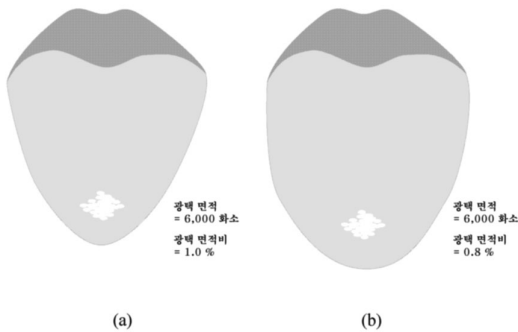


Figure 6. An effect of tongue size. Tongue (b) may have lower moisture level than tongue (a), but it has the same gloss area as tongue (a)'s. In such case, the ratio of gloss region to total tongue area shows better correlation with moisture level.  
 상이한 혀 면적이 갖는 문제. (a)와 (b)는 같은 광택 면적을 가지고 있으나 실제로는 (a)가 더 습윤한 혀 일 가능성이 크다. 광택 면적 자체에 비해 혀 면적에 대한 광택 면적의 비는 실제의 습윤도를 더 잘 반영 할 수 있다.

(extraction) 기능을 이용하여 수동으로 혀 영역을 추출하였다(Figure 5의 (b)).

추출된 혀 영상에서 다시 광택 영역만을 분리하려면 특정 역치 이상의 밝기를 갖는 화소만을 남기면 된다. 디지털 영상에서 광택 영역을 추출하기 위해서는 촬영 조건에 따라 가변적 역치(閾值)를 사용해야 하나 본 연구에서는 동일한 조건에서 모든 피험자의

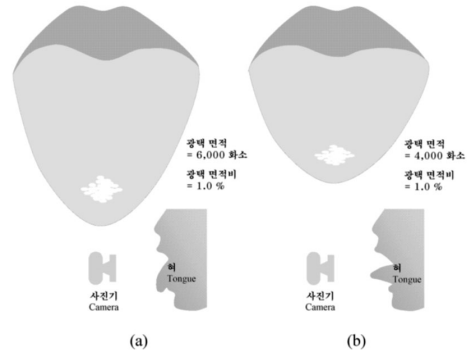


Figure 7. An effect of slope angle of tongue. Tongue (a) and (b) have same gloss area at proper view angle, but in the images captured by the fixed camera, the gloss area of tongue (b) is lower than (a)'s.  
 혀를 내미는 각도가 가지는 문제. (a)와 (b)는 실제로 같은 광택 면적을 가지고 있으나 고정된 각도로 찍은 사진에서는 다른 면적을 가진 것으로 나타난다. 광택 면적의 비는 상이한 설면 각도에 대해서도 동일한 값을 보여준다.

혀 영상을 얻었으므로 단일 역치를 이용하여 광택 영역을 추출하였다. Figure 5의 (c)는 이렇게 하여 얻어진 광택 영역을 보여준다.

이상의 영상 처리를 거쳐 얻어진 광택 영역의 면적, 즉 광택 영역의 화소수는 설면 습윤도와 상관성을 갖는다 생각할 수 있었으나 사람에 따라 혀의 크기가 다양하고(Figure 6) 동일한 피험자에게서도 촬영 시

점의 설면 경사에 따라 상이한 광택 영역이 보이는 (Figure 7) 문제가 있었으므로 단순히 광택 영역의 면적이 피험자의 설면 습윤도를 대표한다고 생각하기는 어려웠다. 이러한 문제점을 보완하고자 우리는 설면 전체 면적에 대한 광택면의 면적 비를 구하여 이를 설면 습윤도를 반영하는 값으로 사용하였다.

광택 화소의 추출과 면적 비의 계산에는 MATLAB 7.1 (Mathwork Inc.)을 이용하여 우리들이 작성한

간단한 프로그램이 사용되었다.

### Ⅲ. 性能 比較

우리가 제안한 장치와 방법이 설면 습윤도를 어느 정도로 반영하는지 확인하고자 기존의 접촉식 측정법, 즉 구강 쉬르머(Schirmer) 검사<sup>5</sup>를 비교 대상으로

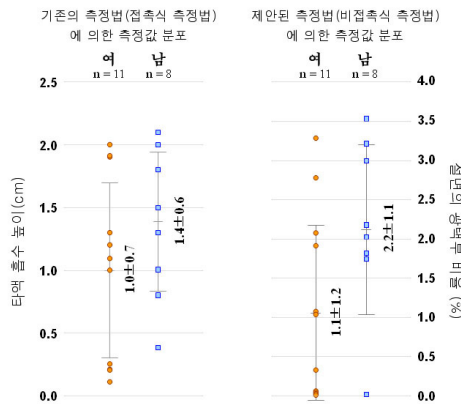


Figure 8. Distribution of observed value in conventional contact method (left) and suggested non-contact method (right). Circles mean female subjects, while rectangular boxes mean male subjects, 두 가지 방법으로 얻은 측정값의 분포. ○는 여성, □는 남성 피험자를 나타냄.

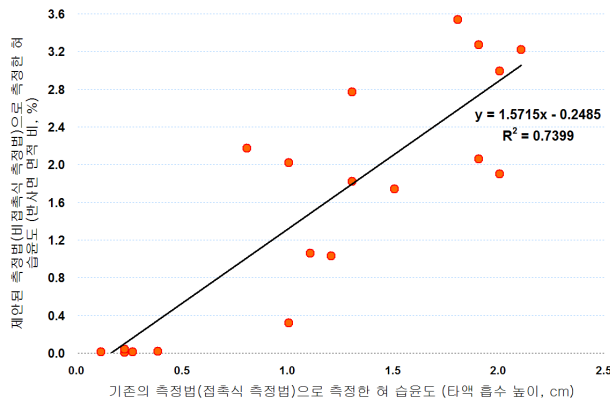


Figure 9. Scatter diagram of tongue moisture parameters showing the correlation between conventional contact method and suggested non-contact method (n=19). 기존의 접촉식 설면 습윤도 측정법(쉬르머 방법)과 본 논고에서 제안한 비접촉식 설면 습윤도 측정법의 상관성(n=19).

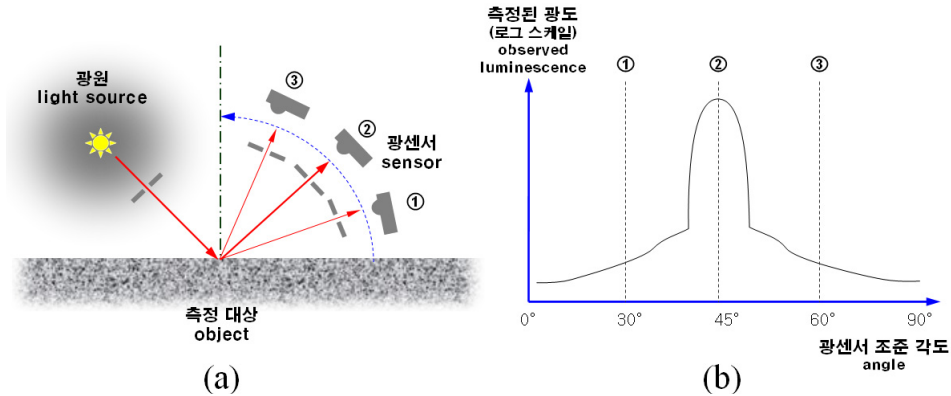


Figure 10. Schematic diagram illustrating angular distribution of reflected light intensity.  
 변각광도분포의 개념. 점광원으로부터 반사된 반사광을 0~90°에서 측정(a)하여 그 밝기를 그래프로 나타낸 것(b).

하여 이 방법과 본 논고에서 제안한 비접촉식 측정법의 상관 정도를 관찰하였다.

비교를 위해 자발적으로 측정에 동의한 19명의 건강한 피험자가 접촉식·비접촉식 습윤도 측정에 참여하였으며 피험자 가운데 여성이 11명, 남성이 8명이었다. 피험자의 연령은 26~40세였다.

접촉식 습윤도 측정은 대략 1cm(폭)×5cm(높이) 면적의 검사지(화선지)를 설명에 3초 동안 접촉하여 타액이 흡수되는 높이를 기록하는 방식으로 이루어졌으며 비접촉식 습윤도 측정은 본 논고의 ‘방법’ 단락에서 설명한 방법에 따라 수행되었다.

두 가지 측정 모두 모든 광선이 차단된 암실에서 실시하였으며 필요한 경우에만 실내 조명을 켜고 관찰을 진행하였다.

측정 결과는 Figure 9에 도시한 바와 같다. 상관관계수  $R = 0.8602$ , 결정계수  $R^2 = 0.7399$ 로서 두 방법은 ‘높은’ 상관관계를 보여주었다.

접촉식 측정법과 비접촉식 측정법에서 측정값의 평균과 표준편차는 각각  $1.2 \pm 0.7(\text{cm})$ ,  $1.6 \pm 1.3(\%)$ 이었으며 여성의 경우  $1.0 \pm 0.7(\text{cm})$ ,  $1.1 \pm 1.2(\%)$ , 남성

의 경우  $1.4 \pm 0.6(\text{cm})$ ,  $2.2 \pm 1.1(\%)$ 이었다(Figure 8).

#### IV. 考 察

설면의 습윤도는 다양한 방법으로 계측될 수 있다. 간단한 방법으로는 건빵의 용해 시간을 측정하는 방법<sup>6</sup>도 있으며 일정 시간 동안 종이에 타액이 흡수되는 높이를 측정하는 방법<sup>5</sup>도 있고 습윤도가 높을 때 전기 저항이 감소하는 특성을 이용한 방법도 있다<sup>1,2</sup>. 또한 설면 주위의 습도를 측정하는 방법<sup>7</sup>도 제시된 바 있다. 그러나 이러한 방법은 모두 혀 표면에 센서나 특정 소재를 접촉하는 방법이므로 적용에 불편함이 있고 용해도 측정 방식의 경우 다소 긴 측정 시간(5분 이상)이 필요하다.

이러한 접촉식 습윤도 측정의 불편함은 광학식 측정을 통해 해결될 수 있다. 간단하게는 혀의 한 지점에 빛을 비추고 그 반사광의 강도를 측정하는 방법<sup>5</sup>이 있으며 광학간섭단층촬영(OCT)과 같은 첨단 기술을 응용한 사례<sup>3,4</sup>도 있다. 그러나 이러한 방법은 측정

영역이 한 점 내지는 매우 좁은 면적(사방 수 mm 이내)이므로 설면의 특정 지점에 대한 습윤도만을 반영한다는 문제가 있다. 또한 광학간섭단층촬영장치는 아직 고가의 장비라는 문제가 있다.

본 논고에서 제안한 습윤도 측정법은 ‘설면 습윤도가 증가하면 설면의 광택이 증가한다’는 가정 아래, 소재의 광택을 계측하는 일반적 방법을 참고하여 고안하였다. 재질의 광택은 변각 광도 분포(變角光度分布)<sup>9</sup>를 통해서 객관적으로 나타낼 수 있다(Figure 10). 광택이 강한 재질은 입사광과 대칭되는 위치에서 강한 반사광을 형성하며 광택이 없는 재질은 관측 각도에 따라 완만히 변동하는 반사광을 보여준다.

광택이 있는 재질을 사진기로 촬영하면 입사광에 대칭되는 위치에서 매우 밝게 빛나는 구역이 나타나게 되는데, 혀 영상에서는 이러한 고휘도 영역의 특성, 즉 고휘도 영역의 수, 면적, 색상분포 특성 등을 토대로 설면의 습윤도를 가늠할 수 있으므로 소개나(蘇開娜)와 채일형(蔡軼珩) 등<sup>10,11</sup>은 이를 통한 설면 습윤도의 정량적 계측 방법을 제안한 바 있다. 이들은 광택 영역(이른바 ‘面反射’)가 강한 구역(을 구성하는 화소들의 색상분포 특성이 설채 색상이 밝은 곳(이른바 ‘體反射’) 휘도가 높은 구역)의 화소가 보이는 색상분포 특성과 차이가 있다는 점을 광택 영역의 판정에 주요한 단서로 삼았고 광택 영역 화소의 밝기를 습윤도 평가의 한 가지 인자로 간주하였으나, 디지털 카메라에 의한 영상에서 광택으로 나타나는 영역은 촬상 소자의 유효신호범위(다이내믹레인지) 한계 부근에 위치하는 경우가 많으므로 이러한 측정법의 강건성(robustness)이 충분한지 의문이 남는다. 따라서 우리는 측정 조건을 단일하게 하고 단일 역치를 통해 추출된 광택 영역의 면적만을 의미 있는 변수로 보고 설면 습윤도 평가에 반영하였다.

소개나와 채일형 등의 선행 연구에서는 광원을 특정하지 않은 채 일반적인 디지털 혀 영상을 대상으로 광택 영역을 분석하여 설 습윤도를 추정하였다. 그러나 앞서 지적한 바와 같이 반사광을 효과적으로 유도하려면 설진 기구에 일반적으로 적합한 광원, 즉 면광원이 아닌 점광원이 필요하며 설면 습윤도의 불균일에 의한 측정 오차를 줄이기 위해서는 다양한 위치에서 광택을 유도하는 것이 필요하다. 따라서 우리는 이러한 조건을 만족하는 간단한 하드웨어를 고안하였고 상대적으로 간단한 영상처리 과정을 통해 설면 습윤도를 추정할 수 있었다.

채일형 등은 이들의 방법이 보여주는 식별률[識別準確率]이 초기 연구에서 제안한 방법<sup>10</sup>의 경우 70%, 개선된 방법<sup>11</sup>의 경우 80%에 이른다 하였는데 이는 단지 설면 건조 정도를 4등급(潤, 略潤, 一般, 偏乾)으로 나누어 부합률을 비교한 것이며 비교 기준이 되는 방법을 명시하지 않아 우리가 제안한 방법과 우열을 비교할 수 없다. 향후 그들이 제안한 알고리즘과 우리가 제안한 방법을 동일한 기준(예를 들어 OCT 측정과의 상관성)에서 비교하여 그 우열을 가릴 필요가 있으리라 본다.

## V. 結 論

이상 본 논고에서 설명한 설면 습윤도 측정 기구 개발 및 그 성능 관찰 내용을 다음과 같이 요약한다.

1. 우리는 설면 습윤도를 비접촉식으로 측정하고자 다수의 지점에서 순차적으로 점등되는 점광원의 링을 이용하여 다양한 각도에서 유도되는 설면의 광택을 촬영, 혀 면적에 대한 평균 반사 면적을 구하는 하드웨어 및 소프트웨어 시스템을 완성하였다.

2. 우리가 제안한 방법 및 장치가 어느 정도의 성능을 가지는지 측정하고자 19명의 건강 피험자를 대상으로 구강 쉬르머 검사와의 상관성을 관찰한 결과 상관관계수  $R = 0.8602$ 인 것으로 나타나 양자간에 높은 상관관계가 있는 것을 알 수 있었다. 설면 습윤도를 측정하는 방법과 장치는 지금까지 여러 종류가 제시된 바 있으므로 본 논고에서 제안한 방식을 그들과 동일한 기준에서 비교할 때 어느 정도의 성능을 가지는지 향후 진전된 연구를 통해 밝혀야 할 것이다.

용해 검사의 개발. 대한류마티스학회지 10(4):358-364(2003)

7. 諸凱, 陳瑞球, 賈貴璽, 康英鵬. 過飽和濕度測定儀. 중국 특허 CN1817296(2005년 출원)
8. 王新, 邊毅, 張伯禮, 王津生, 姚遠, 王益民. 激光舌津液分析儀. 중국 특허 CN92233558(1992년 출원)
9. 문은배. 색채의 이해와 활용. 서울, 안그래픽스, 2005, 445.
10. 蘇開娜, 盧翔飛. 基於圖象處理的舌苔潤燥分析方法的研究. 中國圖象圖形學報 1999;4(4):345-348.
11. 蔡軼珩, 沈蘭蓀. 二分光反射模型在中醫舌苔潤燥分析中的應用. 電子學報 2004;32(6):1026-1028.

## 參 考 文 獻

1. 王新. 醫用舌津液測定儀. 중국 특허 CN86207906 (1986년 출원)
2. 賈貴璽, 裴小娜, 康英鵬, 諸凱. 舌體水份含量測量儀的研制. 中國工程科學. 2007;9(4):41-44, 82.
3. 曾常春, 鍾會清, 劉漢平, 郭周義, 何永紅, Ruikang KWang. 應用光學相干層析成像對大鼠舌的在體顯微檢測研究. 北京中醫藥大學學報. 2007; 30(8):532-534.
4. Haixin Dong, Zhouyi Guo, Changchun Zeng, Huiqing Zhong. Quantitative analysis on tongue inspection in traditional Chinese medicine using optical coherence tomography. Journal of Biomedical Optics. 2008;13(1):011004-1~6.
5. 주형로, 김창훈, 이종선, 박수경, 고은석, 노영수. 구강 Schirmer 검사를 이용한 타액선 기능의 진단. 대한이비인후과학회지. 51(2):153-156(2008)
6. 김성수, 송정수, 박보형, 이용환, 배성권, 박원. 한국 인에서 쇼그렌 증후군의 선별 및 추적검사로서 건빵