

Original article

디지털 설진기를 이용한 구취군과 비구취군 간의 설태 평가

정용재¹, 김진성¹, 오승환¹, 한가진¹, 김유승¹, 홍인아¹, 박영선¹, 박재우¹, 박경모², 류봉하¹

¹경희대학교 한방병원 3내과

²경희대학교 전자정보대학 동서의료공학과

Evaluation of Tongue Coating by Digital Tongue Diagnosis System between Halitosis and Non-Halitosis Patients.

Yong-Jae Jung¹, Jin-Sung Kim¹, Sung-Hwan Oh¹, Ga-Jin Han¹, Yoo-Seung Kim¹, In-A Hong¹, Young-Sun Park¹, Jae-Woo Park¹, Kyung-Mo Park², Bong-Ha Ryu¹

¹3rd Dept. of Internal Medicine, Hospital of Oriental Medicine, Kyung Hee University

²Dept. of Biomedical Engineering, Kyung Hee University

Objective: The aim of this prospective, case-controlled study was to assess the difference of the amount of tongue coating between halitosis and non-halitosis patients using a digital tongue diagnosis system (DTDS).

Methods: Sixty-five patients complaining of oral malodor were recruited for the study. The level of volatile sulfur compounds (VSC) in the oral cavity of the patients was measured by a portable gas chromatography. All patients were then divided into two groups, the halitosis group ($H_2S \geq 1.5ng/10ml$, or $CH_3SH \geq 0.5ng/10ml$) and the non-halitosis group ($H_2S < 1.5ng/10ml$ and $CH_3SH < 0.5ng/10ml$), according to the VSC level criteria published by Tonzetich. Tongue images of the two groups were acquired and analyzed by DTDS, followed by the analysis of the tongue coating scores.

Results: The tongue coating scores of the halitosis group were significantly higher than of the non-halitosis group ($P=0.033$). Furthermore, the difference of the posterior tongue coating between the two groups was more significant ($P=0.000$).

Conclusions: Halitosis patients were shown to have a thicker tongue coating than those in the non-halitosis group. Moreover, the posterior dorsum of the tongue should be observed more cautiously when dealing with halitosis patients. Also, the progress and state of the patient's symptom of halitosis as diagnosed objectively by the portable gas chromatography could also possibly be analyzed instead by the DTDS tongue coating score.

Key Words : halitosis, tongue coating, digital tongue diagnosis system, portable gas chromatography.

서론

구취는 그 근원과 상관없이 호기 중에 타인에게 불쾌감을 유발하는 냄새를 뜻하며¹⁾, 사회생활이 더

활발해진 현대인들에게 있어서 정신건강에 매우 나쁜 영향을 미치게 되어 대인 관계시 당혹감을 유발하게 된다²⁾. 유병율에 있어서도 미국에서는 인구의 10%-20%가³⁾, 일본에서는 약 24%가 구취를 호소하

• Received : 10 July 2009

• Revised : 2 September 2009

• Accepted : 2 September 2009

• Correspondence to : 김진성(Jin-Sung Kim)

서울특별시 동대문구 회기동 1번지 경희의료원 한방3내과

Tel : +82-2-958-8895, Fax : +82-2-958-9136, E-mail : oridoc@khu.ac.kr

는 것으로 보고되어, 입 냄새가 주요 사회적 관심사 가운데 하나임을 시사하고 있다⁴⁾.

구취는 진성구취 (genuine halitosis), 가성구취 (pseudo halitosis), 및 구취공포증 (halitophobia)으로 분류되는데, 진성구취는 다시 생리적 구취 (physiological halitosis)와 병리적 구취 (pathological halitosis)로 나눌 수 있다⁵⁾. 병리적 구취의 85% 이상은 구강 내 원인에 기인하며, 구강내 몇 가지 발생 원인의 상호작용으로 발생한 휘발성 황화합물 (volatile sulfur compounds: VSC)이 주요한 냄새 물질로 작용한다. 그중 구취의 인지에 영향을 미치는 VSC는 황화수소 (H_2S)와 methyl mercaptan (CH_3SH)이 대표적 물질로 알려져 있다. 그러므로 구강 내에서 발생하는 VSC의 농도가 높을수록 구취가 심하게 인식되며, Tonzetich 등의 연구에 의하면 타인에게 불쾌감을 유발하는 VSC의 농도는 황화수소가 1.5ng/10ml, methyl mercaptan은 0.5ng/10ml 이상으로 임상에서 구취의 진단 기준으로 활용되고 있다⁶⁾.

황화수소와 methyl mercaptan은 주로 설태에 포함된 황을 함유하는 아미노산, peptide 및 단백질에 대한 그람음성 혐기성 세균의 대사작용을 통해 생성된다⁷⁾. 혀의 설태 중 oral hygiene의 영향을 덜 받는 혀 배면 후방부의 설태가 구취의 강력한 원인으로 생각되어지고 있다. 실제로 혀의 후방부를 닦는 위생관리에서 황화수소와 methyl mercaptan의 감소가 두드러지며⁶⁾, 설태의 양이 많을수록 구강 내에서 발생하는 VSC의 농도 또한 증가하는 경향이 있다⁸⁾.

이에 따라 설태의 육안적 평가방법을 비롯하여 혀 표면의 총세균수 평가⁹⁾나 혀 배면에서 모아진 설태의 wet weight 측정¹⁰⁾과 같은 설태 상태를 평가하는 여러 가지 방법들이 개발되었으며, 육안으로 평가하는 방법이 그 측정의 편의성 때문에 널리 사용되고 있다. 그 가운데 혀를 6개의 구역으로 나누어서 각 구역의 설태 점수를 합산하는 Winkel tongue coating index (WTCI)가 임상적으로 많이 사용되고 있다¹¹⁾. 하지만 육안으로 관찰하는 방법은 관찰자의 주관과 편견을 배제하기 어렵기 때문에 환자를 평가할 때 객관적이고 재현성 있는 결과를 얻기가 힘들

다는 문제가 있다.

저자는 본 연구에서 환자의 설태를 더욱 객관적이고 정량적으로 분석하기 위해 디지털 설진기 (Digital Tongue Diagnosis System; DTDS)를 사용하였다. DTDS는 환자의 혀의 영상을 획득하여 설질과 설태를 분류하여 평가하는 기기로 이를 이용한 설태 점수와 숙련된 검사자가 직접 구취환자의 설태를 평가한 WTCI 점수간에 상관성이 김¹²⁾등에 의하여 연구된바 있다. 저자들은 DTDS를 이용하여 경희의료원 한방병원 구취클리닉에 내원한 환자들의 설태를 측정하였다. 본 연구의 목적은 ①구강내 발생하는 VSC의 측정을 바탕으로 나누어진 구취군과 비구취군 사이의 설태를 WTCI 분류법으로 6등분하여 정량적으로 평가하여 구취환자의 설태 특성을 확인하고, ② 설태 변화가 두드러진 구취환자의 경과 관찰에 대한 DTDS의 임상적용의 가능성을 탐색하기 위한 것이다.

대상 및 방법

1. 대상

본 연구는 2008년 11월부터 2009년 2월까지 경희의료원 한방병원 3내과에 내원한 환자 가운데 TYM Breath analyzer 와 DTDS 촬영에 동의한 환자 65명을 대상으로 하였다. 대상자 제외기준은 빈혈이나 단백질 영양장애, 기초 대사장애로 인하여 창백한 설질을 가진 환자들로서 이는 디지털 설진 시스템이 설질로부터 흰색-황색 기반의 설태 이미지를 구분하는 알고리즘을 갖고 있기 때문이다. 본 연구는 경희의료원 한방병원 임상시험 심사위원회의 승인을 얻은 후 시행되었다.

2. 방법

1) TYM Breath analyzer 를 이용한 구취 측정과 환자의 분류

TYM Breath analyzer는 휴대용 Gas chromatography 기기로 플라즈마 이온 빔 침착 과정을 이용한 반도체

체 gas sensor가 구강 중의 H₂S, CH₃SH의 농도를 측정한다¹³⁾. TYM Breath analyzer 측정은 제조사의 사용설명서에 따라 이루어 졌다. 먼저 3분간 입을 다문 상태에서 가볍게 코로 호흡하도록 하고 본체의 외부 연결선에 연결된 1회용 빨대의 말단이 대상자의 구강 내 혀의 후방 1/3부위에 위치하면서 입술이나 치아, 혀 혹은 구강내면에 닿지 않도록 빨대를 치아로 가볍게 고정하여 90초간 측정하였다. 또한 측정 시 조사 대상으로 하여금 빨대를 통해 바람을 불거나 공기를 흡입하지 않도록 하였다. TYM Breath analyzer 은 H₂S, CH₃SH 의 ng/10ml와 ppb값이 각각 표시되는데, Tonzetich⁶⁾의 분류에 따라 H₂S의 값이 1.5ng 이상 또는 CH₃SH 값이 0.5ng 이상인 환자를 구취균, H₂S의 값이 1.5ng 미만 그리고 CH₃SH 값이 0.5ng 미만인 환자를 비구취균으로 분류하였다.

2) 디지털 설진기

DTDS는 본래 한의학 고유의 설진 (舌診)을 목적으로 표준화된 영상을 얻기 위하여 경희대학교 동서 의료공학과 한의지식공학연구실에서 개발된 장치로서, 크게 외관부, 조명부, 영상획득부, 위치제어부 및 소프트웨어로 나눌 수 있다. 외관부는 영상획득 시 혀의 움직임을 최소화 할 수 있도록 환자와 직접 닿는 접안부가 있으며, 접안부에 환자의 얼굴이 고정 되었을 때 효과적으로 암실을 형성할 수 있도록 인체공학적으로 설계되었다. 광원을 표준화하기 위

하여 태양광과 가까운 색온도 (5500K) 특성을 가진 스트로브 (strobe) 를 사용하였으며 고감도, 고해상의 카메라를 사용하여 양질의 영상을 얻을 수 있게 하였다. 위치제어부는 혀의 위치에 따른 영상왜곡의 문제를 해결하기 위해 카메라의 위치를 상하 및 좌우로 구동할 수 있도록 하였다. 소프트웨어에서는 실제 색상과 유사하도록 영상의 색상을 보정하고 진단에 필요한 혀 부분을 효과적으로 검출 할 수 있는 알고리즘을 구현하여 혀의 영역을 추출하며, 설절과 설태 부분을 구분한다(Fig. 1).¹⁴⁾

3) 디지털 설진기를 이용한 혀 영상의 획득 및 설태의 정량적 평가

피험자는 정면을 바라본 상태로 DTDS의 접안부에 머리를 고정한 후, 입을 최대한으로 벌린 후 혀를 턱 끝에 댄다는 느낌으로 가능한 길게 내민다. UI 프로그램을 통해 환자 정보를 입력한 후 혀의 위치를 잡을 수 있도록 카메라를 조정하여 촬영한다. 디지털 설진 시스템의 결과 확인 프로그램을 통하여 Winkel EG등이 고안한 WTCI 방법에 따라 혀의 영역을 설첨부에서 설근부까지 2등분, 횡으로 3등분하여 총 6구역으로 나누었다(Fig. 2). WTCI 방법에서는 각 구역의 설태 정도를 0=설태가 없는 경우, 1=설태가 약간 있는 경우, 2=설태가 많은 경우로 점수를 부여하여 합산하도록 되어있으나, DTDS에서는 각각의 구역에 대한 설태의 백분율을 계산하여 표시

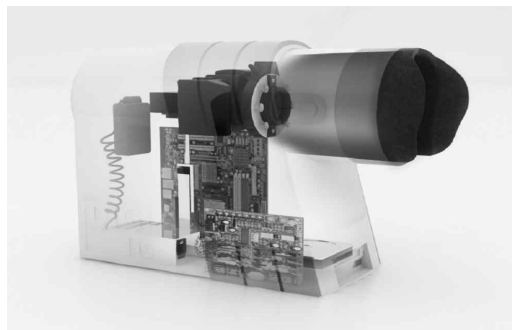


Fig. 1. The external and internal composition of the Digital Tongue Diagnosis System. The interface for patient's facial part was designed to easily introduce the patient's tongues to inner digital camera. The internal composition contains a computer system with a software and two other parts (image acquisition part and illumination part).

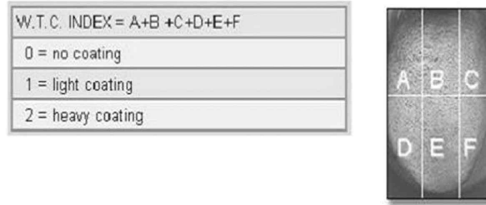


Fig. 2. Winkel tongue coating index. The dorsum of the tongue was divided into 6 areas from the vallate papillae to the tip, and tongue coating was assessed in each sextant as 0 = no coating, 1 = light coating, 2 = severe coating. Especially, the differentiation between light coating and severe coating is based on whether the pink color underneath the coating is visible. WTCI was obtained by addition of all 6 scores, range 0-12.

하도록 하였으며, 각 6구역의 합 또한 표시하도록 하였다(Fig. 3).

4) 결과 처리

수집된 모든 자료는 mean±S.D.로 나타내었으며, 구취군과 비구취군 사이의 DTDS 점수 비교는 Student t-test를 이용하여 분석하였다. 유의수준은 P<0.05로 하였으며, 연구에 사용된 자료처리와 분석은 SPSS 12.0 for Windows 프로그램을 이용하였다.

결 과

1) 일반적 특성

전체 환자 중 구취군으로 분류된 환자는 30명으로 남자는 14명 여자는 16명이었으며, 그 중에서 H₂S의 값이 1.5ng 이상이면서 CH₃SH 값이 0.5ng 이상인 환자는 11명, H₂S의 값만 1.5ng 이상되는 환자는 13명, CH₃SH 값만 0.5ng 이상되는 환자는 6명

이었다. 비구취군은 35명으로 남자는 10명 여자는 25명이었다.

구취군의 연령평균은 36.46세(±15.32), 비구취군은 31.4세(±8.94)로 나타났다.

2) 구취군과 비구취군간의 디지털 설진기를 기준으로 한 설태비교

구취군과 비구취군간의 전체 설태값의 평균, 전방 설태의 평균(WTCI 6등분 중 D+E+F/3), 후방 설태의 평균(A+B+C/3), 그리고 후방 설태값의 합산(A+B+C)과 전방 설태값의 합산(D+E+F) 간의 차이를 비교하였다. 전체 설태값의 백분율은 구취군은 36.27±10.12%, 비구취군은 31.40±7.81%로 유의한 차이를 보였다 (P=0.033). 전방 설태의 평균은 구취군은 13.03±6.69%, 비구취군은 13.41±6.06%로 유의성 있는 차이가 없었으나, 후방 설태의 평균은 구취군은 59.73±14.73%, 비구취군은 49.40±11.84%로 유의성 있는 차이를 보였다 (P=0.003). 후방의 설태

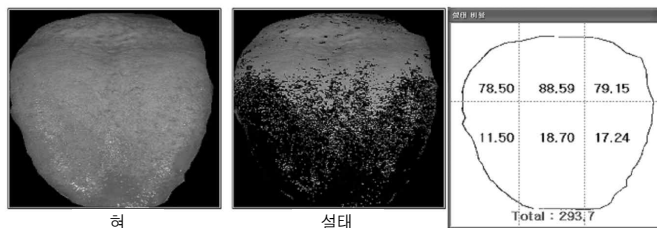


Fig. 3. The program display of the Digital Tongue Diagnosis System. Acquired tongue image (left), extracted tongue coating image (middle), and score diagram of tongue coating (right).

Table 1. Score of Tongue coating by DTDS between Halitosis and Normal patients

Variables	Halitosis	None-Halitosis	P-value
Total tongue coating	36.27±10.12	31.40±7.81	0.033*
Anterior tongue coating	13.03±6.69	13.41±6.06	0.814
Posterior tongue coating	59.73±14.73	49.40±11.84	0.003 [†]
Post.-Ant. tongue coating	140.09±32.58	107.96±31.45	0.000 [†]

* Student T test, P<0.05, [†] P<0.01

값의 합산과 전방의 설태값의 합산의 차이값의 평균은 구취군이 140.09±32.58, 비구취군은 107.96±31.45로 유의성 높은 차이를 보였다 (P=0.000) (Table 1).

고찰 및 결론

舌診은 한의학 고유의 진단 방법 가운데 하나로舌質(tongue substance),舌苔(tongue coating)를 비롯한 혀의 상태와 여러 특징들을 진단의 중요 지표로 활용하며 한의학의 독특한 진단 체계인辨證에도 이러한 혀의 상태를 적극적으로 반영한다. 특히 설태는胃氣가脾濕을薰蒸하여 생긴 것으로 인식하여설태의 색의 차이나, 두터운 정도인厚薄의 감별은胃氣의 유무,胃液의 존망,病邪의 성질,病位의深淺,病程의 경중을 알 수 있는 단서를 제공하며 질병 예후 파악의 중요한 근거가 된다¹⁵⁾. 본 연구에 이용된 DTDS는 이러한 육안으로 이루어지는 설진의 한계를 극복하고 보다 객관적이고 정량적으로 혀의 상태를 분석하기 위하여 개발된 것으로 표준화된 광원을 유지하고, 혀 표면의 이미지를 획득하여 혀의 구역을 나누고, 설질에서 설태를 추출해서 분석할 수 있도록 설계되었다¹⁴⁾.

구취와 관련하여 설태를 정량적으로 평가하기 위한 다수의 선행 연구들이 있었다. Bosity¹⁶⁾ 등은 혀 배면의 설태를 전체적으로 보아서 none, light, medium, heavy로 평가하는 방법을 제시하였고, Miyazaki¹⁷⁾ 등은 혀 위에 설태가 전체적으로 차지하는 비율을 기준으로 평가하였으며, Gomez¹⁸⁾는 혀를 9등분하여 각 부위의 설태의 두께의 정도를 점수화하였고, Winkel은 혀를 육등분하여 각 구역의 설태의 정도를 점수

화하여 합산하는 방법으로 평가하였다¹¹⁾. 하지만, 이들 평가방법은 혀 배면에 분명한 경계표지가 없으며, 평가의 비뚤림이 개재될 개연성이 높은 단점이 있다. 이와 관련하여 설태가 두꺼운 정도와 설 유두가 보이는 정도를 기준으로 설태를 평가한 연구에서, 검사자간의 Cohen's kappa 일치도가 0.66±0.08, 검사자 내에서의 일치도가 0.80±0.09로 나타났다¹⁹⁾. 이러한 기존 평가방법의 한계를 극복하여 설태의 정량적 평가를 위해서 김등¹²⁾은 한의계에서 설진을 위하여 개발된 DTDS를 구취환자의 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=0.561과 r=0.736으로 (P<0.01) 보고하여, 임상에서 DTDS의 활용 가능성을 보여준바 있다.

구취에 대한 진단방법은 여러 가지로 직접 코로 맡는 관능적 방법이 가장 빠르고 기체가 검출하지 못하는 성분들을 지각할 수 있어서 제일 믿을만하나 검사자의 주관이 크게 작용하며, 정량적으로 평가하기에 한계가 있다는 단점이 있다. 정밀한 VSC 측정을 위한 방법으로는 Flame photometric detector를 장착한 Gas chromatography (GC)를 이용하는 것이 바람직하나^{20,21)} 진료실 설치에 어려움이 있고, 취급에 숙련된 전문가가 필요하기 때문에 임상에서 활용하기에는 한계가 있다. 구취 진단에 이용되는 포터블 황화합물 측정기로는 대표적으로 Halimeter (Interscan, USA)가 많이 활용되고 있다. Halimeter는 H₂S, CH₃SH, (CH₃)₂S와 같은 VSC의 농도를 10억분의 1단위(ppb)로 측정할 수 있으며, 사용의 간편성과 재현성이 좋아, 여러 연구에서 구취 평가의 수단으로 이용되고

있다. 하지만 이것은 단순히 전체 VSC의 수치만을 표현하며, GC를 이용한 구취측정과의 비교 연구에서 Halimeter는 입을 열 때 VSC의 initial peak concentration을 인지할 정도로 sensor 가 빠르지 못하여 오차가 크고, plateau phase의 VSC 값은 Halimeter가 GC보다 25% 크게 측정하는 것으로 나타난다고 보고하였다²²⁾. 한편, TYM Breath analyzer 는 휴대용 Gas chromatography 기기로 플라스마 이온 빔 침착 과정을 이용한 반도체 gas sensor가 구강 중의 H₂S, CH₃SH의 농도를 각각 측정한다¹⁰⁾. 부피가 작고 사용방법도 간편하여 진료실에 설치하여 환자의 치료 경과의 평가뿐만 아니라, H₂S, CH₃SH의 농도를 각각 측정할 수 있기 때문에 GC를 이용하지 않고서도 두 냄새물질을 구분하여 측정할 수 있다. TYM Breath analyzer와 GC(GC-8 APFp, Shimadzu, Japan)와의 측정치를 비교한 연구에서 상관계수 R2값이 H₂S에서는 0.9684 CH₃SH는 0.9587로 나와 상관성이 매우 높은 것으로 나타났다²³⁾.

본 연구에서는 한방병원 3내과를 내원한 환자를 대상으로 구강내 VSC의 정밀한 측정이 가능할 것으로 기대되는 TYM Breath analyzer를 이용하여 구취균과 비구취균으로 분류 한 후, 두 군간에 설태 두께의 차이를 DTDS로 분석하였다. 구취균으로 분류된 환자는 30명, 비구취균은 35명이었으며, 전체 설태값은 구취균은 36.27±10.12, 비구취균은 31.40±7.81로 구취균이 유의성 있게 두꺼운 것으로 나타났다(P=0.033). 두 군간의 설태를 전방과 후방으로 나누어서 평가한 결과, 혀 전방의 설태 차이는 유의성이 없었으나 혀 후방 설태의 평균은 구취균은 59.73±14.73, 비구취균은 49.40±11.84 로 유의성 있는 차이를 보였다 (P=0.003). 이는 후방부의 설태가 구취의 주요한 원인으로 작용한다는 선행연구와 일치하는 것이다⁸⁾.

또한, 후방의 설태값의 합산과 전방의 설태값의 합산의 차이값은 구취균이 140.09±32.58, 비구취균은 107.96±31.45로 유의성 높은 차이를 보였다 (P=0.000). 이를 통하여 구취환자와 비구취 환자의 설태 두께의 차이는 사실 후방부 설태의 차이임을 알

수 있었다. 그러므로 구취 환자의 후방 설태 뿐만 아니라 전후방 설태의 차이도 두드러진다는 것을 보여주었다. 이러한 결과는 기존 연구에서 설태가 구취의 주요 원인이 된다는 사실을 재확인하는 것이며, 설태 상태를 백분율로 정량화함으로써 구취 환자의 평균적인 설태 양을 판정하는 기준을 제공하는 것이다.

한의학에서 설태가 두꺼워지는 것은 邪氣가 성한 것이며, 두꺼웠던 설태가 다시 얇아지는 것은 正氣의 회복과정으로 인식한다¹⁷⁾. 그러므로 본 연구결과는 설태의 변화를 객관적으로 평가함으로써 설태 변화가 두드러진 질환군의 경과관찰을 위한 DTDS의 임상적용의 가능성을 보여주는 것이다. 하지만, DTDS는 아직 설질이 창백한 경우에 설태와 설질을 구분하기 어렵고, 설태의 분포부위만 계산할 뿐 설태가 쌓여있는 두께 자체를 계산하는 알고리즘이 불완전하다는 한계점이 있다. 앞으로 상용화되기 위해서는 보다 정밀한 분석 알고리즘의 개발과 더불어 혀 영상 획득시 혀의 위치를 고정하는 하드웨어적인 개선이 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Tangerman A. Halitosis in medicine: a review. *International Dental Journal*. 2002;52(3):201-6.
2. Bosy A. Oral malodour: philosophical and practical aspects. *Journal of the Canadian Dental Association*. 1997;78(9):521-4.
3. Meskin LH. A breath of fresh air. *Jornal of the American Dental Association*. 1996;127(9):1282-6.
4. Miyazaki H, Arao M, Okamura K, Kawaguch Y, Toyofuku A, Hoshi K, et al. Tentative classification of halitosis and its treatment needs. *Niigata Dental Journal* 1999;32:7-11.
5. Yaegaki K, Coil JM. Examination, classification and treatment of halitosis; clinical perspectives. *J Can Dent Assoc*. 2000;66:257-61.
6. Tonzetich J, Ng S, Sc B. Reduction of malodor by oral cleansing procedures. *Oral Surg Oral*

- Med Oral Pathol. 1976;42:172-81.
7. Waler SM. On the transformation of sulfur-containing amino acids and peptides to volatile sulfur compounds (VSC) in the human mouth. *Eur J Oral Sci.* 1997;105:534-7.
 8. Kim JS, Ryu BH. Clinical Characteristics of Patients with Halitosis. *J Koran Oriental Med* 2007;28(2);13-21.
 9. Shimizu T, Ueda T, Sakurai K. New method for evaluation of tongue-coating status. *J Oral Rehabil.* 2007;34(6):442-7.
 10. Lee CH, Kho HS, Chung SC, Lee SW, Kim YK. The relationship between volatile sulfur compounds and major halitosis-inducing factors. *JPeriodontol.* 2003;74(1):32-7.
 11. 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.
 12. Kim JS, Jung YJ, Park KM, Park JW. A Digital Tongue Imaging System for Tongue Coating Evaluation in Oral Malodour Patients. *Oral Diseases.* in press
 13. Choe YS, Lee CS, Youn JY. Standalone breath analyzer for measuring halitosis. *Breath 2009 International Conference on Breath and Breath Odor Research. Book of Abstracts.* 2009:88.
 14. Eo YH, Yoo HS, Kim JY, Park KM. Quantative Study on Tongue Images according to Exterior, Interior, Cold and Heat Patterns. *J Korean Oriental Med* 2006;27(2):134-44
 15. Kim KR, Hong S, Kang HJ. The Literary Study on The History of 'Fur of Tongue'. the Korean Society for Oriental Internal Medicine. 1999;20(2):306-22.
 16. Bosy A, Kulkarni GV, Rosenberg M, McCulloch CAG. Relationship of oral malodor to periodontitis: evidence of independence in discrete subpopulations. *J Periodontol* 1994;65:37-46.
 17. Miyazaki H, Sakao S, Katoh Y, Takehara T. Correlation between volatile sulphur compounds certain oral health measurements in the general population. *J Periodontol* 1995;66:679-84.
 18. Gomez SM, Danser MM, Sipos PM, Rowshani B, van der Welden U, van der Weijden GA. Tongue coating and salivary bacterial counts in healthy/gingivitis subjects and periodontal patients. *J ClinPeriodontol* 2001;28:970-8.
 19. Shimizu T, Ueda T, Sakurai K. New method for evaluation of tongue-coating status. *J OralRehabil* 2007;34:442-7.
 20. Rosenberg M, Kozlovsky A, Gelemter I, Chemiak O, Gabbay J, Baht R, et al. Self-estimation of Oral Malodor. *J Dent Res.* 1995;74(9): 1577-82.
 21. Rosenberg M, McCulloch C. Measurement of Oral Malodor : Current Method and Future Prospects. *J Periodontol.* 1992;63:776-82.
 22. Furne J, Majerus G, Lenton P, Springfield J, Levitt DG, Levitt MD. Comparison of Volatile Sulfur Compound Concentrations Measured with a Sulfide Detector vs. Gas Chromatography. *J Dent Res* 2002;81(2):140-3.
 23. Yaegaki K, Calenic B, Takatoshi M. A portable gas chromatography for detecting VSCs in human breath air. *Breath 2009 International Conference on Breath and Breath Odor Research. Book of Abstracts.* 2009:89.