

구취가 후각인지도 및 methyl mercaptan에 대한 후각감지역치에 미치는 영향

경북대학교 치과대학 구강내과학교실,¹ 연세대학교 치과대학 구강내과학교실²

도영환¹·최재갑¹·안형준²

목 차

- I. 서 론
- II. 연구재료 및 연구방법
- III. 연구결과
- IV. 총괄 및 고찰
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록

I. 서 론

인간의 후각은 음식물의 풍미를 느낌으로써 식욕을 자극하여 영양섭취를 돕고, 꽃의 향기를 느낌으로써 심미적 경험을 갖게 하고, 성적인 반응을 유발함으로써 종족의 보존과 번식에도 기여하고, 가스의 누출, 상한 음식, 매연 등과 같은 유해한 환경으로부터 인체를 보호해주는 역할 등을 할뿐만 아니라 알츠하이머병¹⁾이나 파킨슨병²⁾과 같은 신경학적 질병의 조기 진단에 기여하기도 한다. 또한 최근에는 향기를 이용해서 불안이나 통증을 경감시키려는 임상적 시도도 활발히 진행되고 있다³⁾.

따라서 이러한 후각기능의 상실이나 장애가 있으면 맛과 향기를 느끼지 못함으로써 먹는 즐거움과 향기를 느끼는 즐거움을 상실하게 되어 정서가 우울해지고 행동이 위축되며, 나아가 인간의 삶 자체에 큰 변화가 초래될 수 있다. 그뿐만 아니라 유해가스와 같은 여러 가지 환경적 위협에 노출되었을 때 신속한 대응을 하지 못함으로써 심각한 신체손상을 입거나

치명적인 결과가 초래될 수도 있다. Deem 등⁴⁾의 보고에 의하면 University of Pennsylvania Smell and Taste Center를 찾아온 750명의 화학감각장애 환자를 대상으로 조사를 하였더니 68%가 화학감각장애로 인하여 그들의 삶의 질이 떨어졌다고 하였고, 56%가 그들의 일상생활과 심리적 안정에 변화가 초래되었다고 하였으며, 46%는 그들의 체중이나 식욕에 변화를 가져왔다고 하였다.

인간의 후각기능은 후각상피의 후각세포에 있는 화학수용체에 후각소(odorant)가 결합됨으로써 시작되는데 이러한 화학수용체는 특정 후각소에 대하여 특이성을 가진다. 그러나 인간이 수천 가지의 냄새를 구분할 수 있다는 점을 생각해보면 하나의 수용체가 하나 혹은 몇 개의 후각소와 반응하는 것으로 유추하고 있다⁵⁾. 후각수용체 세포는 뉴우런과 같은 것으로서 4-8주의 교체율(turnover rate)을 가진다⁶⁾. 말초신경에서 중추신경으로의 후각신호의 전달은 G-protein이라는 이차 전달자(second messenger)를 통해서 이루어진다⁷⁾.

후각기능을 포함한 인간의 감각기능의 특징은 주변 환경에 잘 적응한다는 점이다. 이러한 적응은 수용체 탈감작(receptor desensitization)^{8,9)}과 같이 수백 밀리초만에 일어나는 경우도 있고 중추전달기전의 변화(plasticity of central mechanisms)에 의한 것은 수년만에 일어나기도 한다. 적응이 일어나면 지속적인 자극에 대하여 수용체의 민감도가 떨어지고 반응성이 감소된다. 적응이 일어나는 양상은 감각수용체의 유형에 따라 다르다. 후각수용체의 경우에는 고농도의 후각소에 장시간 노출될 때 처음에는 일시적으

로 높은 유도전위를 발생시키지만 몇 초 이내에 훨씬 낮은 수준으로 유도전위가 떨어져서 고원형태를 이루다가 후각소를 제거하면 유도전위의 발생이 중단된다. 고원형태의 유도전위가 발생하는 동안에도 유도전위는 파동성으로 나타난다^{10,11}. 후각의 적응과 회복은 후각소의 농도와 노출시간에 대하여 의존적 경향을 나타내며¹², 그리고 구조가 유사하거나 냄새가 비슷한 물질 사이에는 교차적응 현상도 나타난다^{13,14}. Zufall과 Leinders-Zufall¹⁵에 의하면 척추동물 후각 수용체에는 적어도 세 가지 유형의 적응기전이 존재하며, cyclic nucleotide-gated (CNG) channels을 통해서 들어오는 Ca^{2+} 의 되먹임 신호에 의해서 흥분과 적응이 조절된다고 하였다.

후각수용체는 또한 공기를 통해서 들어오는 환경적 혹은 직업적 유해물질에 의한 손상에 대해서 매우 취약하다. 왜냐하면, 비강의 침부에 위치하고 있는 약 2-4 cm^2 의 후각상피에 1×10^7 개의 수용체 세포 (receptor cell)가 들어있고 이 수용체 세포는 약 30 μm 의 얇은 점막을 경계로 공기와 접촉하고 있기 때문이다. 이러한 이유로 유해 화학물질에 노출되어 있는 근로자에 대한 예비검진의 한 방법으로 후각검사가 사용될 수 있다. 다수의 학자들이 여러 가지 유기용제나 기름증기에 장시간 노출된 사람에게 있어서 후각기능의 감퇴가 있었다는 증례를 보고하고 있다¹⁶⁻²⁰. Schwartz등^{17,18}은 유기용제에 노출된 근로자들 중에서 비흡연자에게서만 노출량과 관련된 후각기능의 감퇴가 있었다고 하였으며, 또한 이러한 장애는 가역적인 것이었다고 하였다.

후각은 흡연에 의해서도 영향을 받는다. Frye등²¹의 연구에 의하면 흡연자들에게 있어서 후각인지도의 감퇴가 있었는데, 그것은 흡연량과도 관계되었다고 하였다. 그리고 흡연을 중단한 후에는 후각인지도의 개선이 있었는데, 이것도 역시 흡연을 중단하고 나서 경과된 시간과 관계되었다고 함으로써 흡연에 의해서 나타나는 후각기능의 감퇴는 가역적인 것이라고 하였다. 또한 Rosenblatt등²²은 흡연자들에게서 니코틴에 대한 후각역치의 증가를 볼 수 있었으며, 이것은 흡연을 중단한 후 정상 수준으로 회복되었다고 하였다.

이와 같이 후각은 지속적으로 가해지는 화학적 자극이 있을 때 적응, 교차적응, 혹은 조직손상, 중추성 변화 등의 기전에 의해서 그 화학물질에 대한 후각인지도 혹은 후각역치에 있어서 변화가 초래되는데, 그러한 변화는 비가역적인 것일 수도 있으나 때로는 가

역적이기도 한 것임을 알 수 있다.

구취는 숨을 내쉴 때 입으로부터 느껴지는 불쾌한 냄새를 말한다. 구취는 구강내 혹은 구강외 원인에 의해서 생길 수 있지만 Kleinberg와 Westbay의 보고²³에 의하면 구취의 90 %는 구강내 원인에 의해서 발생된다고 하였으며, 나머지 10 %는 호흡기 혹은 위장관에서의 세균 부패에 의해서, 혹은 대사성으로 발생하는 것으로 조사되었다²⁴. 구취의 주성분은 세균의 부패작용에 의해서 발생하는 휘발성 황화합물(volatile sulfur compounds, VSC)이 대부분을 차지하고 나머지는 유기산, 방향성 기화물질, 아민 등으로 구성되어 있다. 휘발성 황화합물 중에는 유화수소(H_2S)와 methyl mercaptan(CH_3SH)이 90%를 차지해서 생리적 부패로 인한 구취의 주요 원인으로 여겨지고 있다. 그밖에 dimethyl sulfide(CH_3SCH_3)도 소량 포함되어 있다⁶.

냄새는 비공을 통해서 흡입되는 공기로부터 느껴지기도 하지만 구강과 인두를 통해서 비강의 후방으로부터 들어오는 공기에 의해서도 느껴지기 때문에 구강운동이 후각기능에 큰 영향을 줄 수 있으며²⁵, 또한 구취의 주성분이 화학물질이라는 관점에서 구취와 후각기능의 변화 사이에 상당한 관련성이 있을 것으로 추정할 수 있으나 이에 관한 연구는 매우 드물다. 그러나 Preti등²⁴의 연구에 의하면 미각 혹은 후각의 이상을 호소하는 환자들의 호기에서 aniline과 dimethyltrisulfide가 많이 검출되었다고 하였는데, 이 연구는 구취로 인하여 화학감각의 변화가 초래될 수 있음을 시사하는 것으로 볼 수 있다.

본 연구에서는 휘발성 황화합물의 구강내 농도가 높은 구취 환자들에게서 후각인지도의 변화가 있는지의 여부를 조사하고, 또한 구취의 주성분 중에 하나인 methyl mercaptan에 대한 후각역치의 증가가 있는지의 여부를 알아보고자 하였으며, 아울러 구취 환자에게서 구강위생의 개선으로 methyl mercaptan에 대한 후각역치의 감소를 가져올 수 있는지에 대한 실험을 실시하였다.

본 연구의 귀무가설은 1) '호기 중에 휘발성 황화합물의 농도가 높은 구취 환자들에게서 후각인지도의 감퇴가 없다' 2) '호기 중에 휘발성 황화합물의 농도가 높은 구취 환자들에게서 methyl mercaptan에 대한 후각역치가 높지 않다' 3) '호기 중에 휘발성 황화합물의 농도가 높은 구취 환자들에게서 휘발성 황화합물의 농도를 감소시키면 methyl mercaptan에 대한 후각역치의 감소가 없다' 이며, 기각영역은 $P < 0.05$ 이다.

II. 연구재료 및 연구방법

1. 실험대상 선정 및 분류

경북대학교 치과대학에 재학중인 남녀 학생들 중에서 비흡연자이며 만성 비염이나 축농증과 같은 비질환이 없고 그밖에 전신질환에 대한 특별한 병력을 가지지 않으며, 실험의 취지를 이해하고 자발적인 의사에 의해서 실험에 참여한 학생들에게 일차적으로 Halimeter(RH17K, Interscan Co., U.S.A.)를 이용한 구취검사를 실시한 다음, 다음과 같은 기준에 의해 실험군을 나누었다. 본 실험에서 사용한 Halimeter의 검도보정 유효기간은 2년이며 실험 6개월 전에 검도보정을 실시하였다.

- (1) Halimeter 상에서 VSC의 농도가 200 이상인 남학생 16명을 '남자구취군'으로 선정.
- (2) Halimeter 상에서 VSC의 농도가 100 이하인 남학생 9명을 '남자비구취군'로 선정.
- (3) Halimeter 상에서 VSC의 농도가 100 이하인 여학생 10명을 '여자비구취군'로 선정.

이들 세 군의 평균 연령 및 평균 구강내 VSC 농도는 Table 1에서와 같다.

Halimeter를 이용한 구취의 측정은 잇솔질을 하고 나서 3시간 이상 경과한 후에 실시하였다. 피검자에게 입을 다물고 3분 정도 코로 숨을 쉬게 한 후, Halimeter에 내장된 진공펌프가 작동하는 동안 본체와 튜브로 연결된 빨대의 끝 부분을 피검자의 혀의 배측 후방부 공간에 위치시켜서 구강내 공기를 Halimeter 속으로 흡입시켰다. 구강내 공기가 흡입되는 동안 검사자는 Halimeter 상에 자동으로 표시되는 수치가 최고치에 이르렀을 때 그 값을 기록하였다. 이상의 과정을 2회 반복하여 그 평균값을 해당 피검자의 구취농도로 정하였다.

2. 후각인지도 검사

모든 피검자를 대상으로 Doty등²⁶⁾이 개발한 Cross-Cultural Smell Identification Test (CC-SIT)를 이용하여 'scratch and sniff 법'으로 후각인지도 검사를 실시하였다. CC-SIT는 University of Pennsylvania Smell Identification Test (UPSIT)²⁷⁾에 포함된 40가지의 냄새검사항목 중 보다 보편적이고 익숙한 냄새 12가지만을 추려서 만든 것으로 UPSIT에 비해 검사시간이 짧기 때문에 좀 더 편리하게 이용할 수 있는 후각검사법이다.

CC-SIT는 12장의 카드로 구성되어 있는데, 각각의 카드에는 한 가지의 냄새가 미세캡슐 속에 든 채로 발라져 있다. 냄새가 발라진 부분을 긁어서 미세캡슐을 터뜨리면 냄새가 나는데 이 냄새를 피검자에게 맡게 하여 무슨 냄새인지 4지 선다 중에서 고르게 하였다. 맞힌 정답의 개수를 그 피검자의 CC-SIT 점수로 하였다.

3. Methyl mercaptan에 대한 후각역치의 측정

모든 피검자를 대상으로 methyl mercaptan에 대한 후각역치를 'two-alternative forced-choice single-staircase olfactory detection threshold 검사법'으로 측정하였다.

(1) Methyl mercaptan 표준가스의 준비

한국표준과학연구원(Korea Research Institute of Standards and Science)에서 제조된 질소에 희석된 2.69 ppm의 표준 methyl mercaptan 가스 10 L (75 kg/cm²)를 준비하였다.

(2) Methyl mercaptan 농도별 시험가스의 준비

Methyl mercaptan 2.69 ppm 표준가스를 gas-tight syringe (5, 50 ml)와 Tedlar bag (1, 5, 10 liter)을 사

Table 1. Mean age and mean oral VSC concentration of the subjects

Group	M. Odor	M. Non-odor	F. Non-odor
Age (year)	22.25±1.24	22.56±1.01	22.60±1.26
Oral VSC Conc. (ppb)	400.19±206.79	73.67±8.63	70.60±8.07

M=male; F=female; VSC=volatile sulfur compounds
Values are expressed as 'mean±standard deviation'.

용해서 순수공기와 단계적으로 혼합하는 방법으로 -5 log concentration ppb에서 2 log concentration ppb까지 half-log 단위로 15 단계의 시험가스를 만들었다.

(3) Two-alternative forced-choice single-staircase olfactory detection threshold 검사법

각 농도별로 두 개의 50 ml 짜리 gas-tight syringe 를 준비해서 한 곳에는 시험가스를 채우고 다른 한 곳에는 순수공기를 채웠다. gas-tight syringe를 피검자의 코밑에 대고 밸브를 열고 가스를 밀어내는 순간 피검자에게 숨을 들이마시게 하여 냄새를 맡게 한 다음, 두 개의 syringe 중 어느 곳에서 냄새가 나는 지를 선택하게 하였다. 이 때 그 냄새가 무슨 냄새인지는 관계하지 않는다고 하였으며 피검자가 잘 모르겠다고 하는 경우에도 반드시 어느 한 쪽을 선택하게 하였다. 한 농도에서 다섯 번을 연속적으로 맞추면 0.5 log step 낮은 농도로 옮겨가고, 한 번이라도 틀리면 곧 바로 1 log step 높은 농도로 옮겨갔다. 물론 이 과정에서 피검자와 검사자 모두가 현재 검사하고 있는 가스의 농도를 모르게 하여 이중맹검 상태에서 실험을 진행하였다. 7번의 반전이 만들어질 때까지 이상의 과정을 되풀이 한 다음 마지막 4번의 반전이 일어난 지점의 농도의 기하평균을 그 피검자의 후각역치로 산정하였다.

4. 실험군을 대상으로 1개월간의 구강위생 개선 훈련 후에 구취검사 및 methyl mercaptan에 대한 후각역치의 측정

실험군의 모든 피검자에게 치석제거와 치면세마를 시행하고, 혀긋개를 이용한 설태제거법 교육, 올바른 잇솔질 교육, 식이조절에 대한 상담 등을 실시한 다음, 후각수용체 세포의 교체율이 4-8주 정도임을 고려하여, 1개월 후에 Halimeter를 이용한 구취검사와 methyl mercaptan에 대한 후각역치의 측정을 전자의 방법과 동일하게 실시하였다.

5. 통계처리

각 군간의 평균 CC-SIT 점수는 ANOVA를 이용하여 군간의 차이를 비교하였으며, CC-SIT에 포함된 각각의 냄새에 대한 정답율의 군간 차이는 Chi-square test로써 비교하였다. Methyl mercaptan에 대

한 후각역치의 평균 log 농도의 군 간 차이는 ANOVA를 이용하여 비교하였으며, 실험군에 있어서 구취개선 전후의 VSC 농도와 methyl mercaptan에 대한 후각역치의 평균 log 농도는 paired t-test로서 비교하였다.

III. 연구결과

1. 후각인지도(Olfactory Identification Ability)

남자구취군, 남자비구취군, 그리고 여자비구취군의 CC-SIT 점수의 평균치는 각각 9.19, 9.11, 9.30으로서 군간의 차이는 없었다 (Table 2).

그러나 CC-SIT에 포함된 각각의 냄새에 대한 정

Table 2. Cross-Cultural Smell Identification Test scores of 16 male subjects with bad breath and 9 normal male subjects and 10 normal female subjects

Group	M. Odor	M. Non-odor	F. Non-odor	P value
Mean	9.19	9.11	9.30	0.9432
SD	1.17	1.05	1.42	
Range	8-12	8-11	8-11	

P value by ANOVA; M=male; F=female

Table 3. Percentage of correct response by subjects for each odorant in the Cross-Cultural Smell Identification Test (%)

Group	M. Odor	M. Non-odor	F. Non-odor	P value
Cinnamon	94	89	60	0.073
Turpentine	19	22	40	0.465
Lemon	100	78	90	0.160
Smoke	44	11	10	0.081
Chocolate	94	100	100	0.543
Rose	88	100	100	0.284
Paint thinner	44	56	80	0.191
Banana	81	100	100	0.143
Pineapple	88	89	90	0.981
Gasoline	81	89	100	0.343
Soap	94	100	90	0.639
Onion	94	78	70	0.264

P value by Chi-Square test; M=male; F=female

답율은, 통계학적으로 유의하지는 않았지만, 냄새의 종류에 따라서 군간에 상당한 차이를 나타내는 경향을 보였다. 즉 여자비구취군은 남자비구취군에 비해 신나 냄새는 잘 맡는 반면에 계피 냄새는 잘 못 맡는 경향이 있었고, 남자구취군은 남자비구취군과 비교했

을 때 대부분의 냄새에 대해서 다소 낮은 정답율을 보였지만 레몬 냄새와 연기 냄새에 대해서는 오히려 더 높은 정답율을 나타내었다. 또한 남녀 비구취군 모두에서 송진 냄새와 연기 냄새에 대한 정답율이 매우 낮은 점이 특기할만한 것이었다 (Table 3).

Table 4. Mean log concentration olfactory detection threshold values for methyl mercaptan in 16 male subjects with bad breath and 9 normal male subjects and 10 normal female subjects (log ppb).

	M. Odor	M. Non-odor	F. Non-odor	P value
Mean	1.28	0.92	0.93	0.0913
SD	0.45	0.43	0.53	
Range	0.00-1.75	0.25-1.50	0.00-1.75	

P value by ANOVA; M=male; F=female

Table 5. Mean oral VSC concentration and mean log concentration olfactory detection threshold for methyl mercaptan after 1 month of intensive oral hygiene care in the male subjects with bad breath.

	Initial	After 1 mo.	P value
Oral VSC (ppb)	400.19±206.79	109.34±53.22	0.0001
Olfactory threshold (log ppb)	1.28±0.45	0.98±0.31	0.0081

P value by paired t-test

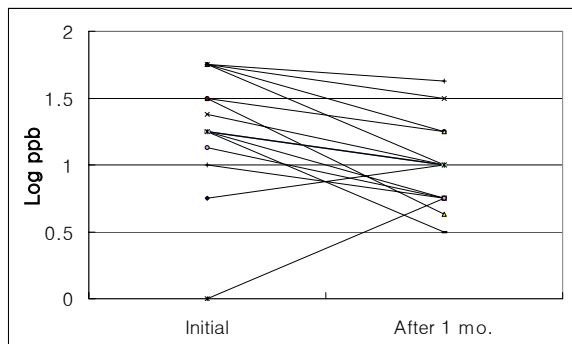


Fig. 1. Changes in olfactory detection threshold for methyl mercaptan after 1 month of intensive oral hygiene care

2. Methyl mercaptan에 대한 후각역치

남자구취군, 남자비구취군, 그리고 여자비구취군에서 methyl mercaptan에 대한 후각역치의 평균 log 농도는 각각 1.28±0.45 log ppb, 0.92±0.43 log ppb, 0.93±0.53 log ppb로서, 통계학적인 유의성은 없었으나, 남자구취군에서 다소 높은 경향을 나타내었다 (Table 4).

3. 남자구취군에 대하여 1개월 동안의 집중적인 구강위생관리를 실시한 후에 측정된 구강 VSC의 농도 및 methyl mercaptan에 대한 후각역치

남자구취군에 대하여 1개월 동안의 집중적인 구강위생관리를 실시한 후에 측정된 구강 VSC의 농도는 109.34±53.22 ppb로서 치료 전의 400.19±206.79 ppb에 비해 현저한 개선을 보였다. 또한 methyl mercaptan에 대한 후각역치도 0.98±0.31 log ppb로서 치료 전에 비해 유의한 감소를 나타내었는데, 16명의 피검자 중에 14명에게서 후각역치가 감소되었다 (Table 5, Fig. 1).

IV. 총괄 및 고찰

후각기능을 검사하는 방법으로는 후각인지도검사 (odor identification test), 후각역치검사(olfactory threshold test), 후각식별력검사(odor discrimination test), 후각기억력검사(odor memory test), 냄새 강도와 유쾌도 검사(suprathreshold odor intensity and pleasantness) 등이 있는데, 후각역치는 주로 말초성 기능과 관계되고 후각인지도, 후각식별력, 후각기억력 등은 주로 중추성 기능과 관계되는 것으로 여겨지고 있다²⁸⁾. 즉, 후각민감도를 나타내는 후각역치검사에서의 이상은 후각상피 수준에서의 결함을 반영하는 것이고, 후각인지도나 후각기억력의 장애는 후각의 고위중추에서의 결함을 반영하는 것으로 생각되고 있다. 이와 같은 주장은 안와전두피질 (orbitofrontal cortex) 절제술을 받은 사람에게서 후

각인지능력의 장애는 있지만 후각역치는 유지되고 있다는 임상적 소견에 의해서 뒷받침되고 있다^{29,30)}.

인간의 후각능력은 개인차가 상당히 크기 때문에 후각검사에서는 검사의 신뢰성이 매우 중요하다. Doty 등³¹⁾의 연구에 의하면 여러 가지 후각검사 중에 UPSIT에 의한 후각인지도검사와 single staircase 후각역치검사의 신뢰도가 가장 높았고 후각기억력검사는 중간 수준이었으며 후각식별력검사의 신뢰도가 가장 낮았다고 하였다. 본 연구에서 후각인지도검사를 위해서 사용한 CC-SIT도 상당히 높은 수준의 신뢰도를 보여주었지만 UPSIT에 비해서는 낮게 나타났다. 특히 single staircase 후각역치검사에서는 반전의 회수가 증가할수록 신뢰도가 더욱 높아지는 것으로 나타났으며, 후각인식 역치(olfactory recognition threshold)검사보다는 후각감지역치(olfactory detection threshold)검사가 더 신뢰도가 높았다고 하였다.

본 연구에서는 후각감지역치를 측정하기 위해 피검자에게 단순히 ‘어느 쪽에서 냄새가 납니까?’에 대한 대답만을 요구하였으며 그 냄새가 무슨 냄새인지에 관해서는 상관하지 않았다. 또한 후각역치검사의 신뢰도를 높이기 위해서 single ascending presentation series 방법 대신에 two-alternative forced-choice single staircase 방법을 사용하였으며³²⁾, Doty 등^{31,33,34)}의 연구에서와 같이 7번의 반전이 이루어질 때까지 실험을 계속하여 마지막 4번의 반전이 일어나는 지점의 log 농도의 기하평균을 역치로 산정하였다.

CC-SIT에 의해서 평가된 남자구취군의 후각인지도는 남자비구취군이나 여자비구취군에 비해 유의한 차이를 보여주지 않았다 (Table 2). 이러한 결과는 구취 환자들이 비록 구강내 VSC의 농도가 높을지라도 그것이 후각인지능력에는 별다른 영향을 주지 않고 있음을 보여주는 것이다. 그러나 CC-SIT에 포함된 12 종류의 후각소 각각에 대한 후각인지도를 개별적으로 조사해본 바에 따르면, 비록 통계학적으로 유의하지는 않았지만, 구취 환자대 비구취 환자, 그리고 남녀간에 정답율에 있어서 약간의 차이를 보여주었다 (Table 3). 즉, 여자가 남자에 비해 신나 냄새에 대한 정답율이 높은 반면에 계피 냄새에 대해서는 정답율이 낮았으며, 남자구취군은 남자비구취군에 비해 바나나 냄새에 대해서는 정답율이 낮은 반면에 레몬과 연기 냄새는 오히려 더 높은 정답율을 나타내었다. 이러한 차이가 함축하고 있는 의미에 관해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

한편, Doty 등²⁶⁾은 정상인을 대상으로 CC-SIT 기

준표를 만들었는데, 그 기준표에 의하면 20-24세 남자의 84%, 여자의 88%가 CC-SIT 점수가 10점 이상 되는 것으로 나타났다. 그러나 본 연구에서는 비구취군에서조차 평균 CC-SIT 점수가 10 이하로서 Doty의 기준표와 대조해보았을 때 다소 낮은 수준이었다. 이러한 차이가 생기는 이유를 정확히 알 수는 없으나 CC-SIT에서 평가항목으로 사용하고 있는 12 종류의 냄새가 주로 미국인들에게 익숙한 것으로 선정된 것이기 때문에 그 중 일부의 냄새는 한국인에게 익숙하지 않았던 것과 관련된 것으로 추정된다. 즉, 송진 냄새에 대해서는 본 연구에 참여한 비구취의 정상인들조차도 60 % 이상에서 이것을 비누 냄새라고 답변을 하였으며, 또한 연기 냄새에 대해서는 약 반수 정도의 사람들이 잔디 냄새라고 답변을 하였다. 이러한 사실은 보통의 한국 사람들이 송진 냄새와 연기 냄새에 익숙하지 않다는 것을 의미하는 것으로 볼 수 있으며 이러한 검사항목들은 한국인에게는 적절하지 못한 것으로 사료된다. 만약 이 두 가지 냄새를 검사에서 배제한다면 본 연구에서 얻어진 정상인의 후각인지도가 앞에서 언급한 Doty 등의 CC-SIT 기준표상에서 정상 범위에 속하게 된다.

Wysocki 등³⁵⁾은 후각능력이나 후각 선호도가 문화권이나 지리적 차이에 의해서 영향을 받을 수 있다고 하면서, 이와 관련된 요인으로 학습, 유전적 요인, 음식과 미각의 차이, 냄새를 표현하는 언어의 차이 등이 있다고 주장한 바가 있다. 이에 따라 후각기능의 정확한 평가를 위해서는 문화적, 지리적 특성을 고려한 평가방법과 평가기준이 사용되어야 할 것으로 사료되며 이러한 노력은 이미 일부의 국가에서 그들의 실정에 맞는 후각기능 평가법의 개발로 나타나고 있다³⁶⁾. 따라서 민족적으로, 역사적으로, 지리적으로 독자적인 문화권을 가지고 있는 한국인의 후각기능도 타 문화권의 사람들과는 어느 정도 차별적일 것으로 추정되기 때문에 한국인의 후각기능을 정확히 평가하기 위해서는 한국인에게 맞는 후각검사법이 개발되어야 할 것으로 사료된다.

후각인지도검사에서는 달리 methyl mercaptan에 대한 후각감지역치의 검사에서는 구취 환자가 정상인에 비해 후각감지역치가 다소 높은 경향을 나타내었으나 남녀간에는 차이가 없었다 (Table 4). 또한 구취 환자로 하여금 1개월 동안 집중적인 구강위생관리를 시행하게 해서 구강내 VSC 농도를 떨어뜨린 다음에는 methyl mercaptan에 대한 후각감지역치가 다시 정상인 수준으로 회복되는 것으로 나타났다

(Table 5). 이와 같은 결과는 앞서 언급한 바와 같이 구강내에 존재하는 VSC에 의해서 중추 수준에서의 장애는 나타나지 않을지라도 후각상피 수준에서의 말초성 후각장애는 일으킬 수 있음을 시사하는 것이다.

비록 본 연구에서는 구강 VSC에 의해서 나타날 수 있는 이러한 말초성 후각장애의 기전을 밝히려고 하지는 않았지만 methyl mercaptan이 구강점막의 투과성을 증가시키고³⁷⁾ DNA와 단백질 합성을 억제할 수 있다는^{38,39)} 점에서 후각상피에도 어떠한 병리적 영향을 줄 수 있을 것으로 추정된다. 이와 더불어 이러한 후각감지역치의 증가가 정상적인 적응의 일환으로 나타날 수도 있을 것으로 사료되지만 이에 관해서는 추가적인 연구가 필요하다.

한편, 본 연구에서 정상인의 methyl mercaptan에 대한 후각감지역치가 약 8.4 ppb 정도로 측정되어 매우 낮은 수준을 보였다. 이러한 수치는 황화수소의 후각감지역치인 0.5 ppb보다는 높은 것이었지만 페놀 (12 ppb), styrene (33 ppb), toluene (920 ppb), tetrachloroethylene (1.8 ppm), m-xylene (12 ppb)보다는 낮은 수준이었다⁴⁰⁾. 이와 같이 인간이 휘발성 황화합물에 대해서 매우 낮은 후각감지역치를 나타내는 것은 아마도 유기물질의 부패에 의해서 발생하는 유해가스를 조기에 감지하는데 도움을 주는 것으로 사료된다. 또한 이 수치를 일본인에게서 측정된 methyl mercaptan의 후각감지역치가 2.1 ppb인 것과 비교해보면⁴¹⁾ 한국인이 일본인보다 methyl mercaptan 냄새에 대해서 다소 둔감한 것으로 볼 수 있으며, 이는 한국인이 일본인에 비해 methyl mercaptan의 발생과 밀접한 관계가 있는 마늘을 더욱 즐겨 먹기 때문이 아닌가 생각된다.

이상의 내용을 요약하면, 본 연구에서 구강내 VSC의 농도가 높은 구취 환자에게서 후각인지도의 변화는 관찰할 수 없었지만 methyl mercaptan에 대한 후각감지역치는 다소 증가되는 경향을 보였는데 이러한 증가는 구취의 치료에 의해서 정상 수준으로 회복될 수 있었다. 그러나 보다 정확한 후각인지도의 평가를 위해서 한국인에게 적합한 후각기능 측정법이 개발될 필요가 있으며, 구강내 VSC에 의해서 초래될 수 있는 후각기능의 변화 기전에 관해서 추가적인 연구가 있어야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

저자는 구취 환자들의 후각인지도와 구강위생상태

의 개선에 의한 methyl mercaptan에 대한 후각감지역치의 변화를 조사하기 위해서 16명의 남자 구취환자, 9명의 비구취 남자 정상인, 10명의 비구취 여자 정상인을 대상으로 Cross-Cultural Smell Identification Test와 two-alternative forced-choice single-staircase olfactory detection threshold 검사법을 시행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 구취 환자의 후각인지도는 정상인과 비교해서 차이가 없었다.
2. Methyl mercaptan에 대한 후각감지역치는 약 8.4 ppb이었다.
3. 구취 환자의 methyl mercaptan에 대한 후각감지역치는 정상인에 비해 다소 높은 경향을 보였다.
4. 구취의 치료에 의해서 methyl mercaptan에 대한 후각감지역치가 정상 수준으로 회복되었다.

참 고 문 헌

1. Doty RL, Reyes P, and Gregor T: Presence of both odor identification and detection deficits in Alzheimer's disease. *Brain Res Bull*, 18:597-600, 1987.
2. Doty RL, Deems D, and Stellar S: Olfactory dysfunction in Parkinson's disease: a general deficit unrelated to neurologic signs, disease stage, or disease duration. *Neurology*, 38:1237-1244, 1988.
3. Cooke B: Aromatherapy: a systematic review. *Br J General Practice*, 50:493-496, 2000.
4. Deems DA, Doty RL, Settle RG, Moore-Gillion V, Shaman P, Mester AF, Kimmelman CP, Brightman VJ, and Snow JB Jr.: Smell and taste disorders: A study of 750 patients from the University of Pennsylvania Smell and Taste Center. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 117:519-528, 1991.
5. Buck L and Axel R: A novel multigene family may encode odorant receptors: A molecular basis for odor recognition. *Cell*, 65:175-187, 1991.
6. Spielman AI: Chemosensory function and dysfunction. *Crit Rev Oral Biol Med*, 9(3):267-291, 1998.
7. Jones DT and Reed RR: G_{olf} : An olfactory neuron specific-G protein involved in odorant signal transduction. *Science*, 244:790-795, 1989.
8. Boekhoff I, Tareilus E, Strotmann J, and Breer H: Rapid activation of alternative second messenger pathways in olfactory cilia from rats by different odorants. *EMBO Journal*, 9:2453-2458, 1990.
9. Dawson T, Arriza J, Jaworsky D, Borisy F,

- Attramadal H, Lefkowitz, R and Ronnett G: B-Adrenergic receptor kinase-2 and B-arrestin-2 as mediators of odorant-induced desensitization. *Science*, 259:825-829, 1993.
10. Kurahashi T and Shibuya T: Ca-dependent adaptive properties in the solitary olfactory receptor cell of the newt. *Brain Res*, 515:261-268, 1990
 11. Menini A, Picco C, and Firestein S: Quantal-like current fluctuations induced by odorants in olfactory receptor cells. *Nature*, 373:435-437, 1995.
 12. Pryor GT, Steinmetz G, and Stone H: Changes in absolute detection threshold and in subjective intensity of suprathreshold stimuli during olfactory adaptation and recovery. *Perception & Psychophysics*, 8(5B):331-335, 1970
 13. Cain WS and Polak EH: Olfactory adaptation as an aspect of odor similarity. *Chem Senses*, 17(5):481-491, 1992.
 14. O'Connell RJ, Stevens DA, and Zogby LM: Individual differences in the perceived intensity and quality of specific odors following self- and cross-adaptation. *Chem Senses*, 19(3):197-208, 1994.
 15. Zufall F and Leinders-Zufall T: The cellular and molecular basis of odor adaptation. *Chem Senses*, 25:473-481, 2000.
 16. Emmett EA: Parosmia and hyposmia induced by solvent exposure. *Br J Ind Med*, 33(3):196-198, 1976.
 17. Schwartz BS, Ford DP, Bolla KI, Agnew J, Rothman N, and Bleeker ML: Solvent-associated decrements in olfactory function in paint manufacturing workers. *Am J Ind Med*, 18(6):697-706, 1990.
 18. Schwartz BS, Doty RL, Monroe C, Frye R, and Barker S: Olfactory function in chemical workers exposed to acrylate and methacrylate vapors. *Am J Public Health*, 79(5):613-618, 1989.
 19. Mergler D and Beauvais B: Olfactory threshold shift following controlled 7-hour exposure to toluene and/or xylene. *Neurotoxicology*, 13(1):211-215, 1992.
 20. Ahlström R, Berglund B, Berglund U, Lindvall T, and Wennberg A: Impaired odor perception in tank cleaners. *Scand J Work Environ Health*, 12: 574-581, 1986.
 21. Frye RE, Schwartz BS, and Doty RL: Dose-related effects of cigarette smoking on olfactory function. *JAMA*, 263(9):1233-1236, 1990.
 22. Rosenblatt MR, Olmstead RE, Iwamoto-Schaap PN, and Jarvik ME: Olfactory thresholds for nicotine and menthol in smokers (abstinent and nonabstinent) and nonsmokers. *Physiol Behav*, 65(3):575-579, 1998.
 23. Klinberg I and Westbay G: Oral malodor. *Crit Rev Oral Biol Med*, 1:247-259, 1990.
 24. Preti G, Clark L, Cowart BJ, Feldman RS, Lowry LD, Weber E, and Young IM: Non-oral etiologies of oral malodor and altered chemosensation. *J Periodontol*, 63:790-796, 1992.
 25. Burdach KJ and Doty RL: The effects of mouth movements, swallowing, and spitting on retronasal odor perception. *Physiology & Behavior*, 41:353-356, 1987.
 26. Doty RL, Marcus A, and Lee WW: Development of the 12-item cross-cultural smell identification test (CC-SIT). *Laryngoscope*, 106:353-356, 1996.
 27. Doty RL, Shaman P, and Dann M: Development of the University of Pennsylvania Smell Identification Test: A standardized microencapsulated test of olfactory function. *Physiology & Behavior*, 32:489-502, 1984.
 28. Moberg PJ, Agrin R, Gur RE, Gur R, Turetsky BI, and Doty RL: Olfactory dysfunction in schizophrenia: a qualitative and quantitative review. *Neuropsychopharmacology*, 21:325-340, 1999.
 29. Jones-Gotman M and Zatorre RJ: Olfactory identification deficits in patients with focal cerebral excision. *Neuropsychologia*, 26(3):387-400, 1988.
 30. Potter H and Butters N: An assessment of olfactory deficits in patients with damage to prefrontal cortex. *Neuropsychologia*, 18(6):621-628, 1980.
 31. Doty RL, McKeown DA, Lee WW, and Shaman P: A study of the test-retest reliability of ten olfactory tests. *Chem Senses*, 20:645-656, 1995.
 32. Doty RL: Olfactory system. In *Smell and Taste in Health and Disease*, edited by T. V. Getchell, et al., Raven Press, New York, pp. 175-199, 1991.
 33. Doty RL, Gregor TP, and Settle RG: Influence of intertrial interval and sniff-bottle volume on phenyl ethyl alcohol odor detection threshold. *Chem Senses*, 11(2):259-264, 1986.
 34. Doty RL: Olfaction and multiple chemical sensitivity. *Toxicol Ind Health*, 10(4-5):359-368, 1994.
 35. Wysocki CJ, Pierce Jr JD, and Gilbert AN: Geographic, cross-cultural, and individual variation in human olfaction. In TV Getchell, RL Doty, LM Bartoshuk, and JB Snow Jr eds., *Smell and Taste in Health and Disease*, Raven Press, New York, 1991, pp. 287-314.
 36. Nordin S, Bramerson A, Liden E, and Bende M: The Scandinavian Odor-Identification Test: development, reliability, validity and normative data. *Acta Otolaryngol* 118(2):226-234, 1998.

37. Ng W and Tonzetich J: Effect of hydrogen sulfide and methyl mercaptan on the permeability of oral mucosa. *J Dent Res*, 63(7):994-997, 1984.
38. Johnson PW, Ng W, and Tonzetich J: Modulation of human gingival fibroblast cell metabolism by methyl mercaptan. *J Periodont Res*, 27:476-483, 1992.
39. Johnson PW, Yaegaki K, and Tonzetich J: Effect of volatile thiol compounds on protein metabolism by human gingival fibroblasts. *J Periodont Res*, 27:553-561, 1992.
40. Hoshika Y, Imamura T, Muto G, Van Gemert LJ, Don JA, and Walpot JI: International comparison of odor threshold values of several odorants in Japan and in The Netherlands. *Environ Res*, 61(1):78-83, 1993.
41. 양성봉, 이성화 편저: 악취의 성분분석, 도서출판 동화기술, 서울, 1997, pp. 6-7.

Corresponding Author : Jae-Kap Choi, *Professor,*
Department of Oral Medicine, School of Dentistry,
Kyungpook National University 101, 2-Ga,
Dongin-Dong, Chung-Gu, taegu 700-422, Korea

- ABSTRACT -

Effect of Bad Breath on Olfactory Identification Ability and on Olfactory Detection
Threshold for CH₃SH

Young-Hwan Do¹, D.D.S., M.S.D., Jae-Kap Choi¹, D.D.S., M.S., Ph.D.,
Hyoung-Joon Ahn², D.D.S.

Department of Oral Medicine, Kyungpook National University School of Dentistry¹
Department of Oral Medicine, Yonsei University School of Dentistry²

The purposes of the study were (1) to evaluate the olfactory identification ability in those who have bad breath, (2) to determine the olfactory detection threshold for methyl mercaptan in normal subjects and those who have bad breath, and (3) to evaluate the effect of oral hygiene care on the olfactory detection threshold for methyl mercaptan. Sixteen male subjects with bad breath (male odor group), 9 male subjects without bad breath (male non-odor group), and 10 female subjects without bad breath (female non-odor group) were included for the study. Olfactory identification ability was assessed by administrating the Cross-Cultural Smell Identification Test (CC-SIT), and the olfactory detection threshold for methyl mercaptan was measured by two-alternative forced-choice single-staircase detection threshold procedure in a double-blinded condition. The geometric mean of the last four staircase reversal points of a total of seven reversals is used as the threshold. For the male odor group, after 1 month of intensive oral hygiene care for reducing oral volatile sulfur compounds (VSC) concentration, the olfactory detection threshold for methyl mercaptan was measured again and compared to the initial value. The ANOVA was used to test the group difference of olfactory threshold and olfactory identification ability and the paired *t*-test was used to test the difference of olfactory threshold between before and after reduction of oral VSC in male odor group.

The results were as follows :

1. There was no significant difference in olfactory identification ability among those who have bad breath and normal male or female subjects.
2. The olfactory detection threshold for methyl mercaptan was about 8.4 ppb in normal male and female.
3. There was a tendency that male subjects with bad breath showed a higher olfactory detection threshold for methyl mercaptan when compared to those of no bad breath.
4. The olfactory detection threshold for methyl mercaptan returned to a normal level after 1 month of intensive oral hygiene care for reducing oral VSC.