

# The Effect of Aging on Taste Thresholds in Korean

Jae Wook Lee<sup>1</sup>, Seung Heon Shin<sup>1</sup>, Mee Ra Rhyu<sup>2</sup>, Jong Yeon Kim<sup>3</sup> and Mi Kyung Ye<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departments of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, <sup>2</sup>Preventive Medicine, College of Medicine, Catholic University of Daegu, Daegu; and <sup>3</sup>Korea Food Research Institute, Seongnam, Korea

## 한국인에서 노화에 의한 미각 역치의 변화

이재욱<sup>1</sup> · 신승현<sup>1</sup> · 류미라<sup>2</sup> · 김종연<sup>3</sup> · 예미경<sup>1</sup>

대구가톨릭대학교 의과대학 이비인후과학교실, <sup>1</sup> 예방의학교실, <sup>3</sup> 한국식품연구원<sup>2</sup>

Received February 28, 2013

Revised April 11, 2013

Accepted April 17, 2013

### Address for correspondence

Mi Kyung Ye, MD

Department of Otorhinolaryngology-

Head and Neck Surgery,

College of Medicine,

Catholic University of Daegu,

33 Duryugongwon-ro 17-gil,

Nam-gu, Daegu 705-718, Korea

Tel +82-53-650-4525

Fax +82-53-650-4533

E-mail miky@cu.ac.kr

**Background and Objectives** The sense of taste is one of the most important human senses and plays a critical role in an individual's food preferences and the nutritional status. Proper gustatory function in older people is important for quality of life and enjoyment of food. The objectives of this study was to investigate the effect of aging on taste thresholds in Korean subjects.

**Subjects and Method** One hundred sixty normal volunteers without smell and taste disorders were investigated. Each subject was given a questionnaire for age, sex, status of smoking and medication. Then, a whole mouth taste test was performed with successive solutions of sucrose, sodium chloride, citric acid, and quinine hydrochloride.

**Results** Older subjects (over 50 years) showed worse taste sensitivity compared with younger subjects (age 20–29 years). The detection thresholds of all four basic tastes and the recognition threshold of salty taste of elderly participants were significantly higher than those of young participants.

**Conclusion** Gustatory sensitivity was found to decrease with age. Especially, older subjects appeared to have a reduced perception of salt, which can alter eating habits, such as intake of more salty foods. Our data can provide preliminary normative values for future investigation of chemosensation in the Korean population.

Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg 2013;56:286-90

**Key Words** Aging · Taste · Taste threshold.

## 서 론

미각은 시각, 청각, 후각, 촉각 등 다른 감각들과 마찬가지로 연령이 증가함에 따라 감퇴한다고 알려져 있다.<sup>1-3)</sup> 미각은 건강을 유지하기 위해 필수적인 감각으로 개개인의 음식에 대한 선호도를 결정하여 식습관을 형성함으로써 영양 상태를 결정 짓는 중요한 역할을 한다. 특히 신체의 모든 기능이 저하되는 노령층에서 정상적인 미각은 식생활을 즐기고 삶의 질을 유지 하며 필요한 영양을 적절히 섭취하기 위해 아주 중요한 감각이다. 최근 들어 여러 가지 사회 문화 및 환경적 여건과 인구의 고령화로 인해 미각 기능 장애가 급증하는 추세이지만 아직 연령에 따른 미각 저하의 정도와 양상에 대한 연구는 드문 실정

이다.

본 연구는 한국인에서 연령이 증가함에 따라 미각 역치가 어떻게 변화하는지 조사함으로써 노인층에서의 미각 저하의 정도와 변화 양상을 알아보려고 하였다.

## 대상 및 방법

2011년 10월에서 2012년 9월까지 건강 검진을 목적으로 본원 건강검진과로 내원한 사람 중 50세 이상이면서 미각과 후각기능의 장애가 없는 자원자를 모집하였다. 대조군은 20대의 미각과 후각기능 장애가 없는 자원자로 하였다. 이들 중 한국형 후각검사(Korean Version of Sniffin' Sticks test II)의 역

치 검사에 사용되는 부탄올 함유 펜 중 가장 고농도인 1번과 2번 펜의 냄새를 맡지 못하는 사람은 대상에서 제외하였다. 미각 역치에 영향을 미친다고 알려져 있는 흡연 및 약물 복용 여부를 조사하였으며, 단맛, 짠맛, 신맛, 쓴맛의 네 가지 기본 맛에 대해 화학미각검사를 시행하였다. 본 연구는 본원 임상시험 윤리위원회의 승인을 받아 진행되었다.

### 미각검사

검사 한 시간 전부터 물을 제외한 음료 및 식사, 흡연을 금하도록 하였다. 화학미각 검사는 단맛(sucrose; 분자량 342.3), 짠맛(NaCl; 분자량 58.44), 신맛(citric acid; 분자량 210.14), 그리고 쓴맛(quinine HCl; 분자량 396.91)을 내는 용액을 준비하여, 각각의 용액에 대해 모두 13단계의 희석 용액을 만들었으며 각 단 계별 희석 배수는 2배로 하였다. 가장 높은 농도의 용액을 13번, 가장 낮은 농도의 용액을 1번으로 하였으며, 10번 용액 이상의 농도에서 맛을 느끼지 못하는 사람은 비정상인으로 정의하여 분석에서 제외하였다. 용액의 농도는 선행연구를<sup>4,5)</sup> 통하여 정상인과 미각 장애인을 구분할 수 있는 범위를 충분히 포함하도록 하였으며, 각각의 용액의 농도는 Table 1과 같다.

단계별 가장 낮은 농도 용액 5 mL를 5 cc 일회용 주사기에 넣어 피검자 혀의 표면에 1 mL씩 고르게 뿌린 다음 입안에 잠깐 머금다가 삼키게 한 후 피검자에게 용액의 맛을 물어보았다. 시험용액이 증류수와 다르게 어떤 맛 느낌이 있는 최저 농도 용액의 번호를 감지역치로 하였고, 무슨 맛인지 알아내는 최저 농도 용액의 번호를 인지역치로 하였다. 한 가지 맛 물질에서 다른 맛 물질로 넘어갈 때 증류수로 입을 헹구게 하였으나 같은 맛에서 농도를 높이는 경우에는 짠맛 검사를 제외하고는 입을 헹구지 않았다. 각 연령대별로 감지역치 및 인지역

치의 평균을 구하여 비교하였다.

### 데이터 분석

성, 연령 등 범주형 변수 사이의 통계적 유의성 검정은 Pearson's chi-square test와 Fisher's exact test를 이용하였고, 연령에 따른 감지역치 및 인지역치의 변화는 one-way ANOVA를 이용하여 통계적 유의성을 검정하였고, two-way ANOVA를 사용하여 교란변수의 영향을 보정하였다. 모든 분석은 SPSS version 12.0 program(Statistical Package for the Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였고  $p$ 값이 0.05 미만일 때 통계적 유의성이 있다고 정의하였다.

## 결 과

### 연령대별 성별의 분포

50대가 38명, 60대가 35명, 70대 이상이 28명으로 총 101명이었다. 대조군은 20대의 성인 자원자로 총 59명이었다. 남자가 48명, 여자가 112명이었으며, 각 연령대별 평균 연령 및 성별의 분포는 Table 2와 같았다. 연령대별로 성별 분포는 통계적 차이가 없었다(Pearson's chi-square test,  $p=0.442$ ).

### 흡 연

흡연자가 20대 7명(11.9%), 50대 5명(13.2%), 60대 1명(2.9%),

**Table 2.** Age and sex distribution of the subjects are shown

Age	Mean age $\pm$ SD	Male	Female	Total
20-29	23.4 $\pm$ 2.0	20 (33.9%)	39 (66.1%)	59
50-59	55.1 $\pm$ 3.1	11 (28.9%)	27 (71.1%)	38
60-69	64.7 $\pm$ 2.7	12 (34.3%)	23 (65.7%)	35
70-	76.1 $\pm$ 5.3	5 (17.9%)	23 (82.1%)	28

SD: standard deviation

**Table 1.** The concentration of four basic tastants are shown

Concentration levels of taste solution (g/mL)	Sweet	Salty	Sour	Bitter
	Sucrose	Sodium chloride	Citric acid	Quinine hydrochloride
1	0.00977	0.00488	0.00049	0.00002
2	0.01953	0.00977	0.00098	0.00005
3	0.03906	0.01953	0.00195	0.00010
4	0.07813	0.03906	0.00391	0.00020
5	0.15625	0.07813	0.00781	0.00039
6	0.31250	0.15625	0.01563	0.00078
7	0.62500	0.31250	0.03125	0.00156
8	1.25000	0.62500	0.06250	0.00313
9	2.50000	1.25000	0.12500	0.00625
10	5.00000	2.50000	0.25000	0.01250
11	10.00000	5.00000	0.50000	0.02500
12	20.00000	10.00000	1.00000	0.05000
13	40.00000	20.00000	2.00000	0.10000

70대 1명(3.6%)이었으며, 각 연령대별 흡연율은 Fisher's exact test 결과  $p=0.283$ 으로 관계가 없는 것으로 나타났다.

**약물 복용**

약물 복용자는 20대가 6명(10.2%)이었던 데 비해, 50대 22명(57.9%), 60대 28명(80%), 70대 이상 26명(92.9%)으로 chi-square test 결과  $p<0.001$ 로 연령대별로 유의한 관계가 있었다. 복용 약물의 종류는 고혈압, 관절염, 당뇨, 고콜레스테롤 치료 약이 가장 많았으며, 20대는 단발성으로 복용 기간이 짧았던 데 비해 고령층은 수년 이상 장기적으로 복용하는 경우가 대부분이었다.

**연령에 따른 감지역치의 변화**

연령이 증가함에 따라 네 가지 기본 맛 모두에서 통계적으로 유의하게 감지역치가 증가함을 알 수 있었다(one-way ANOVA,  $p<0.05$ ). 연령에 따라 유의한 분포의 차이를 보였던 약물 복용률의 효과를 보정하기 위해 two-way ANOVA를 이용하여 분석한 결과 짠맛과 신맛에서 연령에 따른 유의한 차

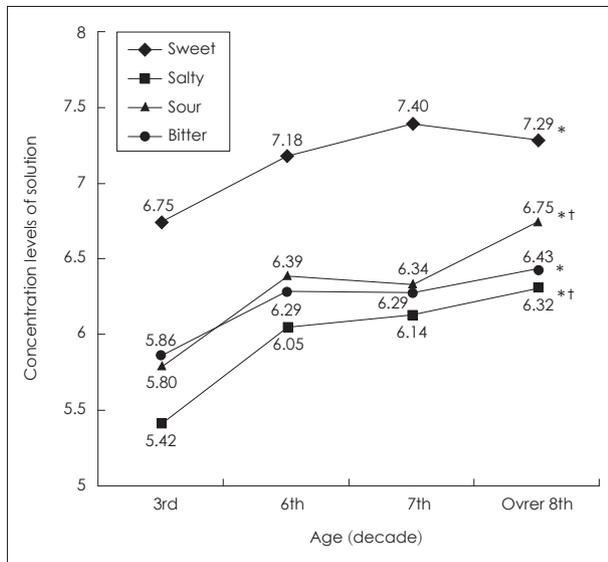
이가 있었다(two-way ANOVA,  $p<0.05$ )(Fig. 1, Table 3).

**연령에 따른 인지역치의 변화**

인지 역치 또한 연령이 증가함에 따라 네 가지 기본 맛 모두에서 증가하는 것을 알 수 있었으며, 특히 짠맛에서 통계적으로 유의하게 증가하였다(one-way ANOVA,  $p<0.05$ )(Fig. 2, Table 4).

**고찰**

연령이 증가함에 따라 인간의 감각은 둔화한다고 알려져 있다.<sup>1-3)</sup> 시각이나 청각의 노화는 뚜렷한 자각 증상이 있어 쉽게 발견될 뿐만 아니라 안경이나 보청기처럼 보조구가 발달되어 있는 반면, 미각의 노화 증상은 아주 심해지기 전에는 스스로 인지를 못하고 지내는 경우가 많고 적절한 치료나 보조구가 없는 실정이다. 미각은 수용성 화학물질에 의한 미뢰의 자극 뿐만 아니라 후각, 구강의 기계적 수용기, 통각신경섬유에 의한 감각, 심리적 상태 등에 의해서도 영향을 받는 다류성 감

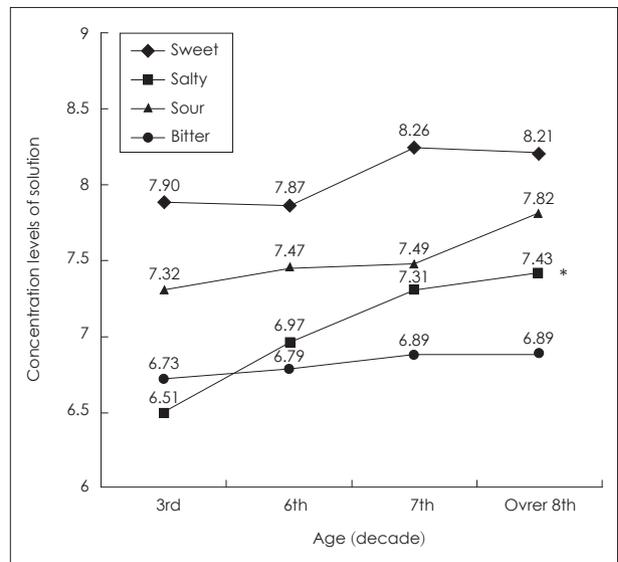


**Fig. 1.** Effects of aging on detection thresholds of four basic taste quality are shown. The detection thresholds of all four basic tastes of older participants are significantly higher than those of younger participants ( $*p<0.05$ ). The detection thresholds of salty and sour tastes are increased with aging when the effect of medication is controlled ( $†p<0.05$ ).

**Table 3.** Age differences in taste detection thresholds by concentration solution number in Korean (mean ± SD)

Age	Sweet	Salty	Sour	Bitter
20-29	6.75 ± 0.90	5.42 ± 0.59	5.80 ± 0.83	5.86 ± 0.88
50-59	7.18 ± 0.80	6.05 ± 0.87	6.39 ± 0.86	6.29 ± 1.01
60-69	7.40 ± 0.85	6.14 ± 0.77	6.34 ± 0.84	6.29 ± 0.99
70-	7.29 ± 0.85	6.32 ± 0.72	6.75 ± 0.93	6.43 ± 0.92

SD: standard deviation



**Fig. 2.** Effects of aging on recognition thresholds of four basic taste quality are shown. The recognition thresholds of four basic tastes are increased with aging. The recognition threshold of salty taste of older participants is significantly higher than those of younger participants ( $*p<0.05$ ).

**Table 4.** Age differences in taste recognition thresholds by concentration solution number in Korean (mean ± SD)

Age	Sweet	Salty	Sour	Bitter
20-29	7.90 ± 0.82	6.51 ± 0.92	7.32 ± 0.88	6.73 ± 1.17
50-59	7.87 ± 0.88	6.97 ± 1.05	7.47 ± 0.89	6.79 ± 1.07
60-69	8.26 ± 0.66	7.31 ± 1.13	7.49 ± 1.09	6.89 ± 1.16
70-	8.21 ± 0.69	7.43 ± 1.07	7.82 ± 0.86	6.89 ± 0.92

SD: standard deviation

각이며, 개인적 편차가 크고 주관적인 감각이기 때문에 검사법의 표준화가 이루어지지 않은 상태이며, 객관적인 평가가 어려운 감각이다. 미각 장애로 고통 받는 환자는 노인 인구의 증가와 약물 복용 증가, 식습관의 변화 등 여러 가지 사회문화적 여건으로 인해 점점 증가하고 있는 추세이다.<sup>2,5)</sup> 그러나 아직 미각 장애로 진단 할 수 있는 연령별 정상과 비정상의 기준치조차 없는 실정이며, 한국인을 대상으로 한 연구는 매우 드물다. 본 연구에서는 노화에 따른 미각 역치의 변화를 알아보고자 하였고, 한국인에서 미각 역치의 기준치를 마련하는 기초연구 자료를 확보하고자 하였다.

연령에 따른 미각 역치의 변화에 대한 연구들을 살펴보면 대부분 청년에 비해 노인층에서 역치가 증가한다고 하였으나, 보고마다 신맛,<sup>6)</sup> 신맛과 쓴맛,<sup>7)</sup> 단맛,<sup>8)</sup> 신맛과 짠맛,<sup>9)</sup> 네 가지 기본 맛 모두<sup>1)</sup>에서 역치가 증가한다고 하여 차이를 보인다. 한국인을 대상으로 한 연구로는 Park 등<sup>10)</sup>이 전기미각검사를 시행하여 보고한 바가 있으며, 연령이 증가함에 따라 전기미각검사 역치가 남녀 모두에서 유의하게 증가한다고 하였다. 전기미각 검사는 전기미각측정기(electrogustometry)를 이용하는 방법으로 국소적인 신경기능을 검사할 수 있고 쉽고 빠르게 시행할 수 있는 장점이 있지만, 맛의 종류에 대한 구분과 맛에 대한 강도의 측정이 불분명하여 실제 식사에서 느끼는 불편감과 일치하지 않을 때가 많은 단점이 있다.<sup>11)</sup>

본 연구는 전 구강 검사(whole mouth test)로 시행하였으며, 혀끝, 혀뿌리 부분 등을 따로따로 자극하여 검사하는 국소 미각 검사에 비하여, 검사시간이 적게 걸리고 구강의 전체적인 평가가 쉬우며 음식을 먹을 때 실제로 느끼는 감각을 잘 반영한다는 장점이 있다.<sup>12)</sup> 단점은 구강 상태에 의해 영향을 받을 수 있다는 것인데 잔류치의 상태나 의치 착용 여부, 침 분비 정도에 따라 역치가 달라질 수 있다. 특히 노인의 경우 구강 상태가 청년에 비해 안 좋은 수가 많으므로 미각 역치에 어느 정도 영향을 줄 수 있으리라 생각한다.<sup>1)</sup>

Fukunaga 등<sup>1)</sup>은 노화가 미각과 구강의 체감각에 미치는 영향을 측정하기 위해 젊은이와 65세 이상 노인 각각 30명을 대상으로 기본 맛에 대한 인지역치, capsaicin 자극에 대한 역치, 2점 분별 역치(two-point discrimination thresholds)를 혀의 끝부분에서 조사한 결과 노인에서 네 가지 기본 맛 모두에서 인지역치가 유의하게 높았으나, capsaicin 감각이나 2점 분별 역치는 연령 간 차이가 없었다고 보고하였다. 이는 노인층에서 음식에 대한 감각이 떨어지는 것이 촉감이나 통증감각 같은 체감각이 아닌 미각의 감소에 기인하는 것을 시사한다고 하였다. Yoshinaka 등<sup>6)</sup>이 실제로 음식을 섭취할 때 맛을 느끼고 즐기는 데 있어 가장 불만족스러운 요인을 조사한 결과에 따르면 노화, 저작기능, 구강건조증, 경구개를 전체적으로 덮는 의치 등

으로 나타났고 각각의 맛에 대한 감각의 저하는 오히려 중요성이 덜하다고 하였다. 그러므로 미각 저하를 호소하는 환자에서 미각 역치에 대한 검사뿐만 아니라 전반적인 구강 상태를 검진하여 교정할 필요가 있다고 하였다.

인간과 유사하게 노화에 따라 미각이 감소하는 것으로 알려져 있는 쥐를 대상으로 한 연구에서, 늙은 쥐는 젊은 쥐에 비해 미뢰의 크기와 미뢰당 미각세포의 수가 의미 있게 감소하였다. 또 면역 반응 검사에서도 미각세포 표식자가 감소하였으며, 짠맛, 신맛, 쓴맛에 대한 반응은 변화가 없었으나 단맛에 대한 반응이 감소함을 알 수 있었다.<sup>3,4)</sup> 사람의 사체에서 버섯 유두(fungiform papilla)를 관찰한 결과, 유두당 미뢰의 평균 숫자가 개인별로는 차이가 났으나 성별이나 연령에 따른 차이는 없었다.<sup>13)</sup> 노화에 따라 미뢰의 수는 감소하지 않는데도 불구하고<sup>14)</sup> 미각이 감소하는 이유로 미각수용체 세포가 재생되는 데 시간이 많이 걸리기 때문일 가능성을 제시한 보고도 있다.<sup>15)</sup>

미각 기능에 영향을 미치는 인자로 성별,<sup>16)</sup> 흡연여부,<sup>17,18)</sup> 약물 복용<sup>2,19,20)</sup> 등이 보고되어 있다. 본 연구에는 남자가 48명, 여자가 112명 참여하였으며, 연령대별로 성별 분포는 통계적 차이가 없었다. 또한 흡연자가 20대 7명(11.9%), 50대 5명(13.2%), 60대 1명(2.9%), 70대 1명(3.6%)으로 나타났으며, 각 연령대별로 흡연율도 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 약물 복용 여부를 조사하였을 때, 약물 복용자는 20대가 6명(10.2%)이었던 데 비해, 50대 22명(57.9%), 60대 28명(80%), 70대 이상 26명(92.9%)으로 연령대별로 유의한 차이를 보였다. 보고에 따르면 약 170여종의 약물이 미각 장애를 일으킬 수 있다고 알려져 있으며, 미각 장애로 내원한 환자의 가장 많은 원인 중 하나가 약물복용의 부작용이었다.<sup>5,19,20)</sup> 고령화가 심화됨에 따라 대부분의 노인이 만성질환으로 인해 약을 복용하고 있는 실정으로 본 연구대상에서도 60대 이상 대상자의 거의 대부분이 한두 가지 이상의 약물을 복용하고 있었다. 저자들은 연령에 따른 미각변화를 보는 데 약물 복용 여부가 영향을 끼친다고 보고 약물복용의 효과를 보정한 two-way ANOVA로 한 번 더 분석을 시행하였다.

본 연구 결과 20대 젊은 성인에 비하여 50대 이상의 노령층에서 단맛, 짠맛, 신맛, 쓴맛의 민감도가 떨어지는 것을 알 수 있었으며, 연령이 증가하면서 점점 더 감소하는 양상을 볼 수 있었다. 그 중에서도 네 가지 기본 맛의 감지역치 및 짠맛의 인지역치는 노령층에서 유의하게 증가하였다. 노령층에서 많이 복용하고 있는 약물 복용의 효과를 보정하였을 때도 짠맛과 신맛의 감지역치는 노령층에서 높게 나타났다.

연령이 증가함에 따라 네 가지 기본 맛에 대한 역치가 모두 증가하였지만 그 중에서도 짠맛의 역치의 증가가 가장 두드러졌으며, 이는 식습관의 변화를 초래할 수 있을 것으로 생각된

다. 짠맛에 대한 민감도가 떨어짐으로 인해 더 많은 염분을 섭취함으로써 고혈압이나 심혈관계 질환과 같은 성인병의 발병이나 악화와 연관이 있을 수 있다고 생각한다.

본 연구는 한국인을 대상으로 연령별로 미각 역치의 변화를 관찰하였으며, 짠맛, 단맛, 신맛, 쓴맛의 네 가지 기본 맛 모두에서 연령이 증가함에 따라 역치가 증가하였고, 그 중에서도 짠맛에 대한 역치의 증가가 가장 심하게 나타남을 알 수 있었다. 연령에 따른 미각 역치를 조사함으로써 노인층의 식생활 개선 및 성인병 예방사업, 미각 장애 환자의 진단과 치료에 도움이 되리라 생각하고 향후 더 많은 사람을 대상으로 한 연구가 이루어져 한국인의 미각 정상치를 확고히 할 필요가 있으리라 생각한다.

### Acknowledgments

This work was supported by research grants (E0111501) from the Korea Food Research Institute, Republic of Korea.

### REFERENCES

- 1) Fukunaga A, Uematsu H, Sugimoto K. Influences of aging on taste perception and oral somatic sensation. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2005;60(1):109-13.
- 2) Schiffman SS. Perception of taste and smell in elderly persons. *Crit Rev Food Sci Nutr* 1993;33(1):17-26.
- 3) Shin YK, Cong WN, Cai H, Kim W, Maudsley S, Egan JM, et al. Age-related changes in mouse taste bud morphology, hormone expression, and taste responsivity. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2012;67(4):336-44.
- 4) Kim SH, Jang SY, Choi JG. Taste preference and whole-mouth taste threshold in a Korean population in the age of the 3rd decade. *Korean J Oral Med* 2003;28(4):413-26.
- 5) Lim GH, Shin SH, Ye MK. Clinical investigations in patients with taste disorder. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg* 2009;52(5):413-8.
- 6) Yoshinaka M, Yoshinaka MF, Ikebe K, Shimanuki Y, Nokubi T. Factors associated with taste dissatisfaction in the elderly. *J Oral Rehabil* 2007;34(7):497-502.
- 7) Solemdal K, Sandvik L, Willumsen T, Mowe M. Taste ability in hospitalised older people compared with healthy, age-matched controls. *Gerodontology* 2012. [Epub ahead of print]
- 8) Kennedy O, Law C, Methven L, Mottram D, Gosney M. Investigating age-related changes in taste and affects on sensory perceptions of oral nutritional supplements. *Age Ageing* 2010;39(6):733-8.
- 9) Heft MW, Robinson ME. Age differences in orofacial sensory thresholds. *J Dent Res* 2010;89(10):1102-5.
- 10) Park SG, Kim SH, Ki WC, Choi JG. Changes in electrical taste threshold with advancing age in Korea. *Korean J Oral Med* 1998;23(4):327-41.
- 11) Tomita H, Ikeda M. Clinical use of electrogustometry: strengths and limitations. *Acta Otolaryngol Suppl* 2002;(546):27-38.
- 12) Yamauchi Y, Endo S, Sakai F, Yoshimura I. A new whole-mouth gustatory test procedure. 1. Thresholds and principal components analysis in healthy men and women. *Acta Otolaryngol Suppl* 2002;(546):39-48.
- 13) Arvidson K. Location and variation in number of taste buds in human fungiform papillae. *Scand J Dent Res* 1979;87(6):435-42.
- 14) Bradley RM, Stedman HM, Mistretta CM. Age does not affect numbers of taste buds and papillae in adult rhesus monkeys. *Anat Rec* 1985;212(3):246-9.
- 15) Sugimoto K, Iseki H. Morphological characteristics of the taste bud in aged mice. *Jpn J Taste Smell Res* 1994;1(3):234-6.
- 16) Dangore-Khasbage SB, Degwekar SS, Bhowate RR, Motwani MB, Indurkar AD, Lohe VK, et al. Comparative evaluation of gustatory function between postmenopausal women and age-matched men. *Oral Dis* 2010;16(5):469-75.
- 17) Suliburska J, Duda G, Pupek-Musialik D. [Effect of tobacco smoking on taste sensitivity in adults]. *Przegl Lek* 2004;61(10):1174-6.
- 18) Ye MK, Han BD, Lee JW, Rhyu MR, Hyun DS, Shin SH. Relationship between taste genotype and smoking and alcohol intake. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg* 2011;54(12):847-52.
- 19) Naik BS, Shetty N, Maben EV. Drug-induced taste disorders. *Eur J Intern Med* 2010;21(3):240-3.
- 20) Tomita H, Yoshikawa T. Drug-related taste disturbances. *Acta Otolaryngol Suppl* 2002;(546):116-21.