

# 정상 모음에 대한 구강 및 비강 spectral output 분석

## Oral and Nasal Spectral Outputs in Korean Oral Vowels

홍기환\* · 최승철\* · 김범규\* · 양윤수\* · 심현아\*\*

Ki Hwan Hong · Seung Chul Choi · Byum Kyu Kim · Yoon Soo Yang ·  
Hyun Ah Shim

### ABSTRACT

Vowels are classified by the shapes of vocal tract. These shapes form constriction points along the tract, which have an influence on such vocal tract resonance as F1, F2, F3, and so on. The formant frequency is influenced by aperture and placement of tongue and the intensity is influenced by air pressure of subglottis. The object of this study compares to characterize the spectral outputs of oral and nasal spectra for the formant frequencies and intensity of Korean oral vowels. Subjects consisted of 20 normal persons (10 male and 10 female) without laryngeal pathology. The speech sample included /a/, /e/, /i/, /o/, /u/ of Korean oral vowels. The spectrum of each vowel was analysed by Nasal View and Real Analysis Program using Dr. Speech. The result showed that nasal intensity is decreased manifestly from F1 to F2. But oral intensity and Intensity is decreased little bit from F1 to F2. The most of values of nasal formant frequency is similarity oral formant frequency and Formant frequency or little bit smaller.

**Keywords:** Formant, Oral Vowel, Oral Output, Nasal Output

### 1. 서론

음향음성학적인 관점에서 말소리의 생성에 대한 가장 보편적인 이론이 ‘음원-필터 이론(Source-Filter Theory)’이다. 입 밖으로 방사되어 나오는 에너지는 성대에서 발생하는 음원 에너지와 필터의 역할을 하는 성도에 의해 만들어진다는 것이다. 즉 모음의 원료가 되는 것은 성대의 진동이 만들어 내는 진동음이고, 두 성대의 진동으로 만들어진 이 진동음은 울림통 역할을 하는 성도를 거친 후에 비로소 말소리가 된다. 소리의 생성에 대한 이 이론의 적용은 소리의 생성에 세 가지 요소가 주요 역할을 하는 것으로 가정한다. 이 세 가지 요소는 성대의 진동에 의한 ‘후두 스펙트럼(laryngeal spectrum)’, 성도의 필터 기능에 의한 ‘포먼트’, 그리고 공기가 입 밖으로 방출될 때 나타나는 ‘방사특성(radiation characteristic)’이다[5].

같은 성대의 진동수와 발성 유형을 통해 만들어진 똑같은 성대의 진동음이라도 울림통 역

\* 전북대학교 의과대학 이비인후과학교실

\*\* 전북대학교 의과대학 음성과학연구소

할을 하는 성도의 크기와 모양에 따라서 서로 다른 공명 주파수(resonance frequency)를 갖게 된다[8]. 성도의 길이가 짧아지면 공명 주파수가 높아지지만, 반면에 성도의 길이가 길어지면 공명 주파수가 낮아진다. 즉, 모음의 종류에 따라 성도의 모양이 달라지므로 성대의 진동에 의해 생긴 소리 에너지가 성도의 모양에 따라 공명하여 특정한 양식의 공명 주파수인 포먼트를 형성한다. 포먼트의 분포구조는 성도의 전이기능을 표시한다. 즉 성도는 소리 에너지를 직접 제공하는 것이 아니라 밑에서 올라온 에너지를 변형시키는 기능만을 담당할 뿐이다[5]. 따라서 성도의 모양이 달라지는 다른 모음의 경우는 같은 성도의 길이를 유지하나 성도 모양의 변화로 이를 기술할 수 있다. 또한 포먼트의 수는 이론상으로 무한할 수 있으나 음성분석에 주로 사용되는 포먼트는 보통 밑의 3-4 개를 사용하는데 이를 F1, F2, F3, 등으로 부르고 모음분석에서는 F1과 F2를 일반적으로 사용한다.

한국어 구강 모음 /a/, /e/, /i/, /o/, /u/의 포먼트는 구강의 에너지만으로 형성된다. 그래서 일반적으로 모음 발음시 목젓의 운동으로 비강에 들어가는 음성 에너지는 매우 소량이기 때문에 비강의 포먼트를 측정할 사례가 없다[18]. 구개인두의 기능장애가 있는 경우 비강을 통한 음성에너지의 배출이 많아지게 되어 과비음 현상이 나타나게 된다. 본 연구에서는 음성장애 환자의 발화시 입상에서 발견되는 구개인두 기능에 착안하여 Dr. Speech를 사용하여 구강과 비강을 분리하지 않고 전체로만 측정이 되었던 포먼트와 강도를 구강과 비강을 분리하여 측정하여 그 값을 전체에서 측정한 값과 비교한 정상인의 데이터를 얻고자 한다. 이 자료는 구개인두 기능에 대한 비교 자료로 사용될 수 있으며[14,15,16], 또한 음성장애 환자의 치료에도 이용하고자 한다.

## 2. 연구 방법

### 2.1 연구 대상

피실험인은 정상성인으로 후두와 구강질환이 없는 남·녀 각각 10 명으로 하였다. 연령은 20-30 세로 하였다. 남자의 평균은 연령 28.2(±4) 세이고 여자의 평균 연령은 26.6(±3) 세이었다.

### 2.2 실험 문형

실험 문형은 한국어 구강 모음 /a/, /e/, /i/, /o/, /u/ 5 개로 하였다.

- ① /a/ - 저모음, 개방, 전설, 평순
- ② /e/ - 중모음, 반개방, 전설, 평순
- ③ /i/ - 고모음, 폐쇄, 후설, 평순
- ④ /o/ - 중모음, 반폐쇄, 후설, 원순
- ⑤ /u/ - 고모음, 폐쇄, 후설, 원순

### 2.3 녹음 및 분석

#### 2.3.1 음성의 녹음

Dr. Speech (Tiger Electronics Inc., USA)의 Nasal View 및 Real Analysis로 녹음하였다. Nasal View는 headset에 구강과 비강에 각각 microphone이 따로 있으며 이들을 분리시키는 plate가 있어서 input과 output의 channel이 비강과 구강으로 분리되어 있는 이중 channel이다 (그림 1). 녹음은 소음이 적은 방음실에서 headset을 끼고 구강 및 비강 microphone에 5 개 모음 /a/, /e/, /i/, /o/, /u/를 각각 5 초 이상씩 발음하도록 하여 이중 channel로 녹음하였다. 녹음할 때 amplifier dB는 20 dB로 하였고 sampling rate는 11205로 하였다[6]. Real Analysis 녹음은 소음이 적은 방음실에서 했으며 5 개 모음 /a/, /e/, /i/, /o/, /u/를 각각 5 초 이상씩 발음하도록 하였다. Microphone은 독일의 Sennheiser 회사에서 만든 MD 425 microphone을 사용하였다. 녹음할 때 amplifier dB는 20 dB로 하였고 sampling rate는 11205로 하였다[7].

#### 2.3.2 분석

Dr. Speech의 Nasal View와 Real Analysis 각각에서 스펙트럼을 얻어 남자와 여자 각각의 구강모음 /a/, /e/, /i/, /o/, /u/에서 포먼트 주파수와 포먼트 강도를 측정하였다. Real analysis 분석은 일반적으로 시행하는 모음에 대한 spectrum 분석과 같은 것으로 측정한 수치는 그대로 real frequency (RF)와 real intensity (RI)라고 표현하였고 Nasal View상에서 측정한 수치는 Real Analysis에서의 RF와 RI의 혼동을 피하기 위하여 Nasal View에서 측정한 값을 nasal formant frequency (NF), oral formant frequency (OF), nasal formant intensity (NI) & oral formant intensity (OI)라고 하였다. 포먼트 강도는 제1 포먼트(F1)와 제2 포먼트(F2) 만을 측정하였다(그림 2, 그림 3).

#### 2.3.3 통계처리

GraphPad Software Inc.에서 만든 Prism 통계프로그램을 이용하여 One-way ANOVA Test를 하였다. Nasal View로 측정한 비강값과 구강값 그리고 Real Analysis에서 측정한 포먼트와 강도값을 통계처리 하였다. 또한 Turkey Compare all pairs of columns를 사용하여 비교 값 3 개 중에서 각각 두 개씩 묶어 통계처리를 하였다.

## 3. 연구 결과

### 3.1 정상 남자에서의 포먼트 주파수 결과

nasal formant frequency (NF), oral formant frequency (OF), 그리고 real frequency (RF) 값의 평균을 각각의 모음별로 비교하였다. /a/에서 NF, OF 및 RF에 대한 F1값은 664 Hz, 701 Hz, 및 705 Hz로 RF 및 OF에서 NF에 비해 높게 나타났으며, F2값은 반대로 1,224 Hz, 1,210 Hz, 그리고 1,182 Hz로 NF에서 높게 나타났다(그림 12). /e/에서 NF, OF 및 RF에 대한 F1값은 471 Hz, 454 Hz, 그리고 510 Hz로 OF에서 측정한 값이 가장 낮고 RF에서 측정한 값이 가장 높게 나왔다. F2에서는 각각 1,814 Hz, 1,866 Hz, 그리고 1,887 Hz로 RF에서 가장

높게 나왔다(그림 13). /i/에 대한 F1값은 각각 259 Hz, 287 Hz, 그리고 254 Hz로 RF에서 가장 낮았다. F2에서는 각각 2,038 Hz, OF은 2,169 Hz, 2,114 Hz이다(그림 14). /o/에서 F1값은 332 Hz, 384 Hz, 그리고 341 Hz로 NF에서 가장 낮았다. F2값에서는 746 Hz, 760 Hz, 686 Hz로서 RF에서 가장 낮게 나왔다(그림 15). /u/에서 F1 값은 각각 279 Hz, 291 Hz, 그리고 274 Hz였고 F2 값에서는 각각 784 Hz, 809 Hz, 그리고 763 Hz였다. /u/에서는 F1과 F2값이 둘 다 OF의 값이 가장 높았고 RF에서 측정된 값이 가장 낮게 나왔다(그림 16).

### 3.2 정상 여자에서의 포먼트 주파수 결과

여자의 경우는 /a/에서 NF, OF 및 RF에 대한 F1값은 각각 880 Hz, 899 Hz, 그리고 901 Hz로 남자와 비슷하였으나 F2값에서는 각각 1,424 Hz, 1,396 Hz, 그리고 1,425 Hz로 OF에서 제일 낮고, RF의 값이 제일 높게 나왔지만 매우 근소한 차이이다(그림 17). /e/의 F1 값은 각각 403 Hz, 419 Hz, 663 Hz로 NF와 OF의 F1 값은 거의 비슷한 수치가 나왔으나 RF의 값은 통계적으로 유의하게 높았다. F2에서는 각각 1,812 Hz, 2,195 Hz, 그리고 2,130 Hz로 OF 및 RF값이 NF에서 측정된 값에 비해 높았다. /i/에서 F1은 267 Hz, 345 Hz, 그리고 244 Hz로 OF 값이 가장 높게 나왔고, RF에서 측정된 값이 가장 적게 나왔다. 그러나, F2의 값에서는 각각 2,360 Hz, 2,621 Hz 그리고 2,698 Hz로 RF에서 측정된 값이 가장 높고, NF에서 측정된 값이 통계적으로 유의하게 가장 낮았다(그림 19). F2의 통계값은  $[F(2, 27) = 2117000, P < 0.002]$ 이다. /o/에서의 F1값은 각각 328 Hz, 415 Hz, 그리고 355 Hz로 OF 값이 제일 높고, NF의 값이 가장 낮다. F2에서는 807 Hz, 820 Hz, 그리고 761 Hz로 OF 값이 제일 높고 RF 값이 가장 낮았다(그림 20). /u/에서는 NF에서 측정된 F1의 값이 OF에서 측정된 값보다는 낮았지만, RF에서 측정된 값보다는 높다. 그리고 F2에서도 통계적으로 유의하게 F1과 비슷한 수치를 보였다(그림 21). F1의 통계값은  $[F(2, 27) = 40510, P < 0.02]$ 이다.

### 3.3 정상 남자에서의 포먼트 강도 결과

Nasal intensity (NI), oral intensity (OI), 그리고 real intensity (RI) 값의 평균을 각각의 모음별로 비교하였다. 통계학적으로는 모든 값이 유의하였다. 5 개 모음 모두에서 NI가 가장 낮았고, /u/의 F1값을 제외하고 나머지에서는 OI가 가장 높게 나왔다. /u/의 F1에서는 RI가 가장 높게 나왔다. /a/의 NI, OI 및 RI에 대한 F1 값은 각각 41 dB, 55 dB 그리고 54 dB였고 F2에서 32 dB, 50 dB 그리고 47 dB로서(그림 22) F1의 통계값은  $[F(2, 27) = 1220, P < 0.0001]$ 이고 F2 통계값은  $[F(2, 27) = 1860, P < 0.0001]$ 였다. /e/에서 F1값에 대해서는 각각 44 dB, 56 dB, 52 dB였고 F2값은 35 dB, 51 dB, 45 dB였고(그림 23) F1의 통계값은  $[F(2, 27) = 747, P < 0.0003]$ 였고 F2 통계값은  $[F(2, 27) = 1307, P < 0.0001]$ 였다. /i/에서 F1값은 각각 46 dB, 58 dB, 52 dB였고 F2 값은 22 dB, 42 dB, 37 dB로서(그림 24) F1 통계값은  $[F(2, 27) = 960, P < 0.0001]$ 이고 F2 통계값은  $[F(2, 27) = 2167, P < 0.0001]$ 이다. /o/에서 F1값은 43 dB, 63 dB, 60 dB였고 F2값은 31 dB, 51 dB, 49 dB로서(그림 25). F1의 통계값은  $[F(2, 27) = 2327, P < 0.0001]$ 이고 F2 통계값은  $[F(2, 27) = 2427, P < 0.0001]$ 이다. /u/에서 F1값은 각각 42 dB, 59 dB, 60 dB였고 F2값은 26 dB, 45 dB, 42 dB로서(그림 26) F1의 통계값은  $[F(2, 27) = 2047, P < 0.0001]$ 이고 F2 통계값은  $[F(2, 27) = 2087, P < 0.0001]$ 이다.

### 3.4 정상 여자에서의 포먼트 강도 결과

통계학적으로 유의하게 NI의 값이 5 개 모음 모두에서 가장 낮게 나왔다. 그리고 /i/의 F2에서 두드러지게 NI가 낮았으며 OI와 RI는 유의하지 않았으나, NI와 OI 그리고 NI와 RI는 유의한 차이가 있었다. /a/에서 NI, OI 및 RI에 대한 F1값은 각각 36 dB, 55 dB, 53 dB였고 F2값은 32 dB, 48 dB, 43 dB로서(그림 27) F1의 통계값은  $[F(2, 27) = 2180, P<0.0001]$ 이고 F2 통계값은  $[F(2, 27) = 1340, P<0.0001]$ 이다. /e/에서 F1값은 각각 41 dB, 54 dB, 49 dB였고 F2값은 18 dB, 11 dB, 10 dB로서(그림 28) F1의 통계값은  $[F(2, 27) = 860, P<0.0045]$ 이고 F2 통계값은  $[F(2, 27) = 2540, P<0.0001]$ 이다. /i/에서 F1값은 51 dB, 56 dB, 61 dB였고 F2값은 6 dB, 56 dB, 40 dB로서(그림 29) F1의 통계값은  $[F(2, 27) = 500, P<0.0007]$ 이고 F2 통계값은  $[F(2, 27) = 5840, P<0.0001]$ 이다. /o/에서 F1값은 43 dB, 61 dB, 58 dB였고 F2값은 25 dB, 46 dB, 45 dB로서(그림 30) F1의 통계값은  $[F(2, 27) = 1860, P<0.0001]$ 이고 F2 통계값은  $[F(2, 27) = 2807, P<0.0001]$ 이다. /u/에서 F1값은 45 dB, 59 dB, 59 dB였고 F2값은 22 dB, 45 dB, 47 dB로서(그림 31) F1의 통계값은  $[F(2, 27) = 1307, P<0.0001]$ 이고 F2 통계값은  $[F(2, 27) = 3860, P<0.0001]$ 이다

## 4. 고찰

각각의 모음은 입술과 혀의 위치 변화에 따라 성도가 변한다. 모음 /i/는 혀의 대부분이 공기가 진동하도록 작은 공간만 남기고 거의 구강 전체를 차지하며, 반면에 인두는 넓어지는데, 보통 때는 인두 부위를 차지하던 혀의 뒷부분이 위쪽과 앞으로 이동하기 때문이다. 혀의 위치가 높고 앞쪽에 있으며 입술을 내밀지 않기 때문에 모음/i/는 전설 모음이면서 고설, 비원순 모음으로 분류된다. /i/보다 /a/를 발음할 때 구강은 더 커지고 인두강은 더 작아진다. 구강의 크기는 두 가지 방법으로 더 확장될 수 있다. 턱을 낮춤으로써 혀를 자연스럽게 낮추거나, 혀를 의도적으로 낮추는 방법이다. 이러한 두 가지 방법을 결합하는 것도 가능하다. /a/를 조음하기 위해 혀를 능동적으로든 수동적으로든 낮추게 되면, 구강은 넓어지고 인두강은 좁아진다. 우리가 예상했듯이 인두강을 좁히면 상대적으로 높은 주파수의 F1을 생성하면서 음원에서 더 높은 주파수 배음대에서 공명한다. 반면에 구강을 넓히면, 음원에서는 낮은 주파수의 배음에서 공명되고 이로 인해 상대적으로 낮은 주파수의 제2 포먼트를 생성한다. /u/모음은 설배를 입천장에서 경구개와 연구개가 만나는 지점으로 올림으로써 생성된다. 여기에는 설하신경에 의해 자극된 경상설근을 수축시키는 작용이 필요하다[1].

이렇게 입술과 혀를 위치시키는 것은 음향적으로 세 가지 의미가 있다. 첫째, 입술을 내밀면 성도의 전체 길이가 길어지고, 따라서 모든 포먼트의 주파수는 낮아지게 된다. 둘째, 설배를 올리면 인두강으로부터 혀를 입천정 쪽으로 끌어당겨 인두강을 확장시키고, /u/ 모음의 F1을 구성하는 낮은 주파수 배음대에서 인두강이 공명하게 된다. 셋째 혀의 뒷부분을 올리고 입술을 내밀어 구강 안쪽을 수축시키면 구강의 길이가 늘어나고 /u/의 F2를 구성하는 상대적으로 낮은 주파수 배음대에서 공명한다.

본 연구는 정상인을 피실험인으로 하였으므로 각 모음의 포먼트가 위의 기준처럼 나왔다.

또한 비강에서 측정된 포먼트의 값이 구강과 전체에서 측정된 포먼트의 값과 통계학적으로 유의하지 않은 것으로 보아 비강에서 측정된 포먼트는 다른 포먼트와 다른 특징은 없는 것으로 보여진다. 그러나 강도에서는 비강에서 측정된 강도의 값이 구강과 전체에서 측정된 강도에 비해 통계적으로 유의하게 나왔다. 이것은 구강모음은 비강으로 매우 소량의 에너지만이 간다는 것을 보여준다. 또한 비강에서 측정된 강도는 구강과 전체에서 측정된 강도에 비하여 F1의 강도보다 F2의 강도가 급격히 감소하는데 이것은 비강내의 해부학적 구조물이 연하여 에너지를 잘 흡수하고, velopharyngeal coupling, 그리고 성도의 길이가 더 길어졌기 때문인 것으로 보여진다.

위와 같이 정상인의 경우에는 포먼트를 어디에서 측정하든지 수치의 큰 변화는 없었다. 하지만 편도제거나 구개인두성형술 같은 구강과 비강내의 조직에 변형을 가하는 수술을 한다면 수술 전과 후에 성도의 모양이 변함으로써 포먼트의 값은 낮아지기도 하고 높아지기도 할 것이다. 즉 구개편도가 있는 인강은 옆벽과 뒷벽은 근육으로 둘러싸여 근육의 수축에 의하여 인강의 모양이나 부피 변화 시에 공명에 영향을 주기 때문에 편도제거는 모음의 음색에 영향을 줄 수 있다[1,7]. 그리고 구개편도나 구개인두성형술을 받아야하는 사람은 수술 전에도 크기나 기능이 정상적이지 않으므로 정상적인 범주의 포먼트 값이 나오지 않을 것이므로 이 연구의 자료를 기초로 수술 받은 환자의 수술 전의 값과 정상인의 값과의 차이 그리고 수술 후의 값과의 차이를 비교 분석하여 환자의 음성변화에 따른 음성 치료에 기초 자료로 쓰일 수 있다.

## 5. 요약

본 연구는 Dr. Speech를 사용하여 포먼트 주파수와 강도를 비교 분석한 결과를 다음과 같이 요약할 수 있겠다.

첫째, Nasal View를 사용하여 측정된 비강 포먼트 주파수와 구강 포먼트 주파수 그리고 Real Analysis를 사용하여 측정된 포먼트 주파수 값이 통계학적으로 유의하지 않았다.

둘째, Nasal view를 사용하여 측정된 비강 포먼트 강도와 구강 포먼트 강도 그리고 Real Analysis를 사용하여 측정된 포먼트 강도는 통계학적으로 유의한 차이를 보여 의미가 있다. 그러나 Nasal View를 사용하여 측정된 구강 포먼트의 강도와 Real Analysis를 사용하여 측정된 포먼트의 강도는 통계학적으로 유의하지 않았다.

셋째, Nasal View를 사용하여 측정된 비강 포먼트 강도와 구강 포먼트 강도 그리고 Real Analysis를 사용하여 측정된 포먼트 강도에서 F2의 강도는 F1의 강도보다 통계학적으로 의미있는 감소를 보이는데, Nasal View를 사용하여 측정된 비강 포먼트 강도의 감소가 가장 컸다.

본 연구에서 위와 같은 결론을 얻었는데, 앞으로 좀더 많은 정상인 데이터를 수집하고 환자군과의 비교가 필요하다.

## 참 고 문 헌

- [1] Raphael, L. J., K. S. Harris, G. J. Borden. 1994. *Speech Science Primer*. Baltimore: Williams & Wilkins.
- [2] Pickett, J. M. 1999. *The Acoustics of Speech Communication*. A Viacom Company.
- [3] Clark, J. & C. Yallop. 1995. *An Introduction to Phonetics & Phonology*. 2nd ed. Basil Blackwell Ltd.
- [4] Baken, R. J. 1987. *Sound Spectrography, Clinical Measurement of Speech and Voice*. Boston: Colege-Hill Press.
- [5] Ladefoged, P. 1993. *A Course in Phonetics*. 3rd ed. Harcourt Brace and Jovanovich.
- [6] Awan, S. M. 1998. *Nasal View-User's Manual*. Tiger DRS, Inc.
- [7] Awan, S. M. 1998. *Real Analysis-User's Manual*. Tiger DRS, Inc.
- [8] 신지영. 2000. *말소리의 이해*. 서울: 한국문화사.
- [9] 강순경. 1989. "국어 단순모음의 음향학적 분석." *언어*, 14, 171-242.
- [10] 이현복, 지민제. 1983. "한국어 모음의 음향음성학적 연구." *말소리*, 6, 4-9.
- [11] 양병곤. 1994. "모음의 음향학적 특징." *제1회 음성학 학술대회*, 대한음성학회, 31-45.
- [12] 이재강. 1996. "한국어 단모음의 Formant." *제2회 음성학 학술대회*, 대한음성학회, 197-209.
- [13] Dennes, P. B., E. N. Pinson. 1993. *The Speech Chain*. New York: W. H. Freeman and Company.
- [14] Coleman, R. & Sly D. 1986. "Vocal quality and uvuloplasty (UPPP)." *Presented before the American Speech Language and Hearing Association*, Detroit.
- [15] Katsantonis, G., J. Walsh, P. Schweitzer & W. Friedman. 1985. "Further evaluation of uvuloplasty in the treatment of obstructive sleep apnea syndrome." *Otolaryngol. Head Neck Surg.*, 93, 244-50.
- [16] Gislason, T, C. Lindholm, M. Almqvist, E. Birring, G. Boman, G. Eriksson et al. 1988. "Uvuloplasty in sleep apnea syndrome." *Arch Otolaryngol. Head Neck Surg.*, 114, 45-51.
- [17] Haruhito, S., H. Hirose. 1998. "Acoustic changes in voice after tonsillectomy." *Acta Otolaryngol.*, 523, 239-41.
- [18] 이종한, 신효근. 1999. "구개열 언어의 비음화에 관한 공기역학 및 음향학적 연구." *음성과학*, 5(1), 105-119.

접수일자: 2003. 4. 20.

게재결정: 2003. 5. 28.

## ▲ 홍기환

전북 전주시 덕진구 금암동 산 2-20 (우: 561-712)

전북대학교 의과대학 이비인후과학교실

Tel: +82-63-250-1990 Fax: +82-63-250-1986

E-mail: khhong@moak.chonbuk.ac.kr

## ▲ 최승철

전북 전주시 덕진구 금암동 산 2-20 (우: 561-712)  
전북대학교 의과대학 이비인후과학교실  
Tel: +82-63-250-1985 Fax: +82-63-250-1986

## ▲ 김범규

전북 전주시 덕진구 금암동 산 2-20 (우: 561-712)  
전북대학교 의과대학 이비인후과학교실  
Tel: +82-63-250-1985 Fax: +82-63-250-1986

## ▲ 양윤수

전북 전주시 덕진구 금암동 산 2-20 (우: 561-712)  
전북대학교 의과대학 이비인후과학교실  
Tel: +82-63-2501979 Fax: +82-63-250-1986

## ▲ 심현아

전북 전주시 덕진구 금암동 산 2-20 (우: 561-712)  
전북대학교 의과대학 음성과학연구소  
Tel: +82-63-270-3888



표 1. 남자의 formant 평균값이다. Dr. Speech의 Nasal View와 Real Analysis program을 이용하여 nasal과 oral은 Nasal View에서 측정된 것이고 real은 Real Analysis에서 측정된 것이다. S.D.는 표준편차이다.

남자의 formant 평균값		F1 (S.D.)	F2 (S.D.)
/a/	nasal	664(74)	1224(119)
	oral	701(135)	1210(237)
	real	705(195)	1182(105)
/e/	nasal	471(129)	1814(76)
	oral	454(89)	1866(88)
	real	510(44)	1887(74)
/i/	nasal	259(28)	2038(80)
	oral	287(27)	2169(291)
	real	254(35)	2114(84)
/o/	nasal	332(88)	746(86)
	oral	384(49)	760(72)
	real	341(31)	686(45)
/u/	nasal	279(78)	784(123)
	oral	291(34)	809(96)
	real	274(33)	763(92)

표 2. 여자의 formant 평균값이다. Dr. Speech의 Nasal View와 Real Analysis program을 이용하여 nasal과 oral은 Nasal View에서 측정된 것이고 real은 Real Analysis에서 측정된 것이다. S.D.는 표준편차이다

여자의 formant 평균값		F1 (S.D.)	F2 (S.D.)
/a/	nasal	882(134)	1424(47)
	oral	899(59)	1395(85)
	real	901(74)	1425(64)
/e/	nasal	403(158)	1812(175)
	oral	419(85)	2195(215)
	real	663(61)	2130(375)
/i/	nasal	267(76)	2360(344)
	oral	345(62)	2621(117)
	real	244(25)	2698(93)
/o/	nasal	328(97)	807(200)
	oral	415(60)	820(100)
	real	355(60)	761(138)
/u/	nasal	301(77)	845(115)
	oral	364(69)	869(114)
	real	280(32)	722(81)

표 3. 남자의 intensity 평균값이다. Dr. Speech의 Nasal View와 Real Analysis program을 이용하여 nasal과 oral은 Nasal View에서 측정 한 것이고 real은 Real Analysis에서 측정 한 것이다. S.D.는 표준편차이다.

남자의 intensity 평균값		F1 (S.D.)	F2 (S.D.)
/a/	nasal	41 (9)	32(11)
	oral	88 (4)	50(6)
	real	54(12)	47(4)
/e/	nasal	44 (5)	35(6)
	oral	56(5)	51(4)
	real	52(7)	45(6)
/i/	nasal	46(6)	22(11)
	oral	58(5)	42(7)
	real	58(5)	37(7)
/o/	nasal	43(5)	31(9)
	oral	63(8)	51(4)
	real	60(6)	49(5)
/u/	nasal	42(5)	26(7)
	oral	59(3)	45(7)
	real	60(5)	42(7)

표 4. 여자의 intensity 평균값이다. Dr. Speech의 Nasal View와 Real Analysis program을 이용하여 nasal과 oral은 Nasal View에서 측정 한 것이고 real은 Real Analysis에서 측정 한 것이다. S.D.는 표준편차이다

여자의 intensity 평균값		F1 (S.D.)	F2 (S.D.)
/a/	nasal	36(5)	32(4)
	oral	55(7)	48(9)
	real	53(6)	43(7)
/e/	nasal	41(7)	18(9)
	oral	54(9)	37(11)
	real	49(8)	38(10)
/i/	nasal	51(4)	6(5)
	oral	56(5)	26(9)
	real	61(6)	40(11)
/o/	nasal	43(5)	25(7)
	oral	61(4)	46(10)
	real	58(4)	45(9)
/u/	nasal	45(6)	22(6)
	oral	59(5)	45(9)
	real	59(5)	47(7)



그림 1. Dr. Speech의 Nasal View program을 이용하여 구강과 비강의 formant를 측정기 위한 장치

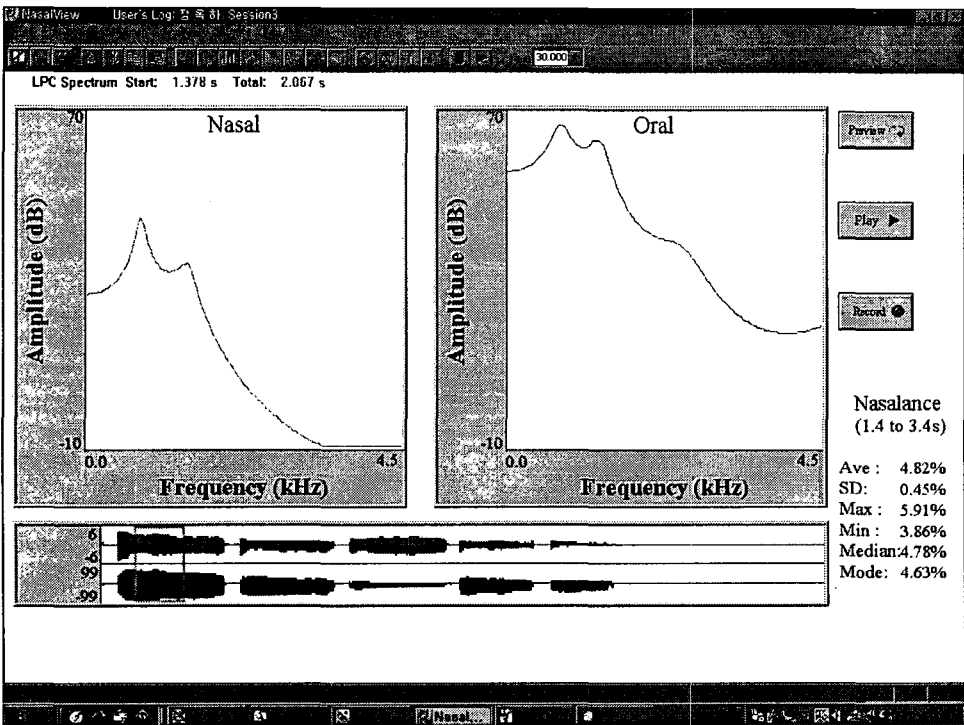
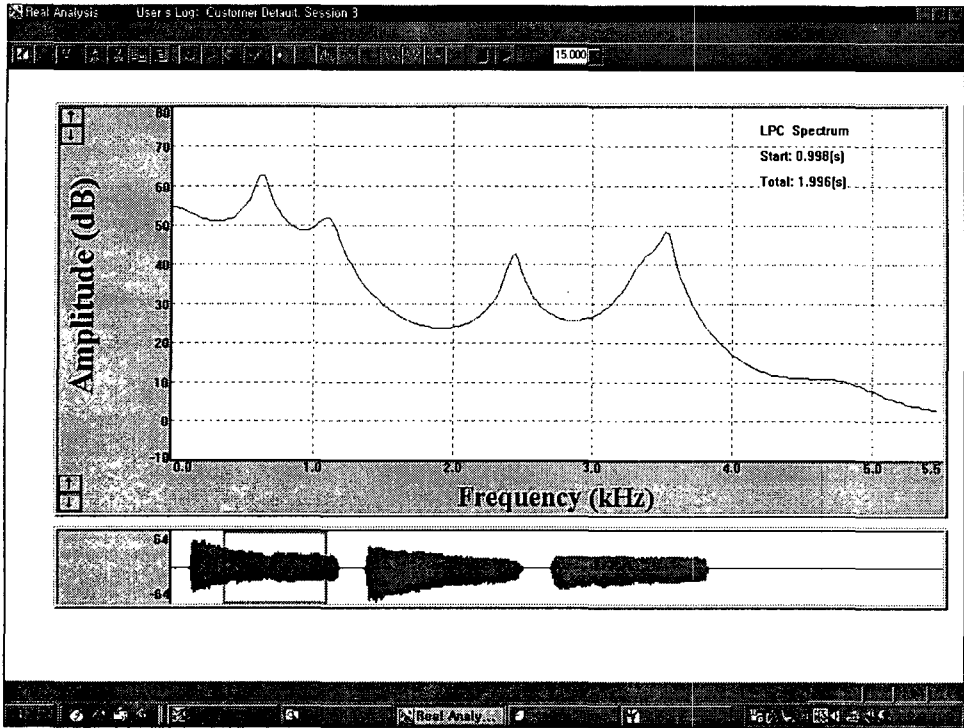


그림 2. Dr. Speech Science에서 얻어진 /a/의 spectrum  
A(위): Real Analysis, B(아래): Nasal View

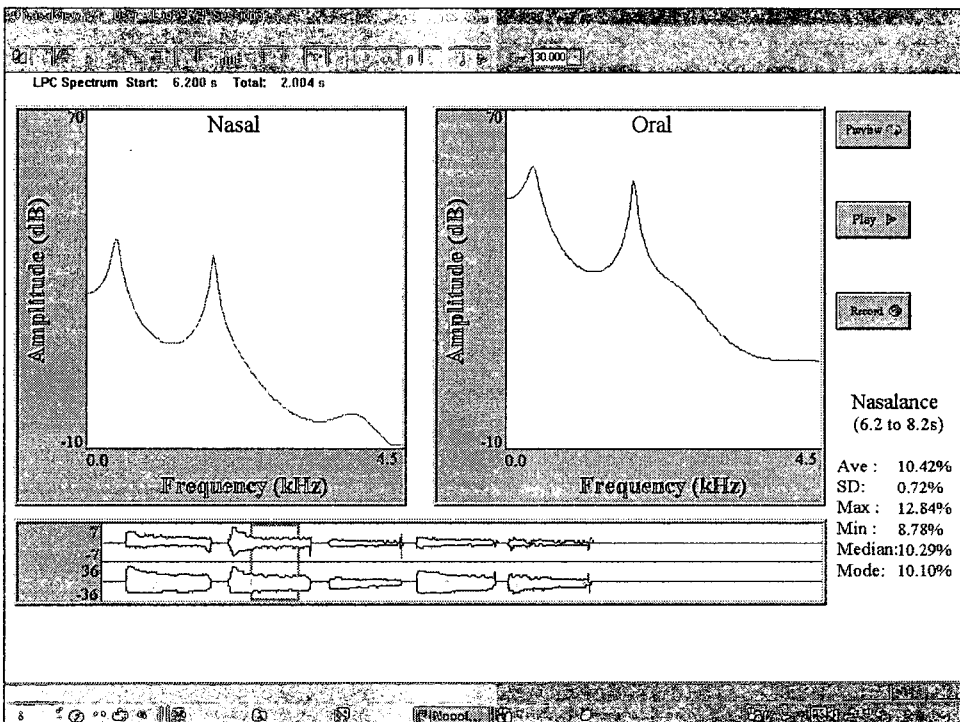
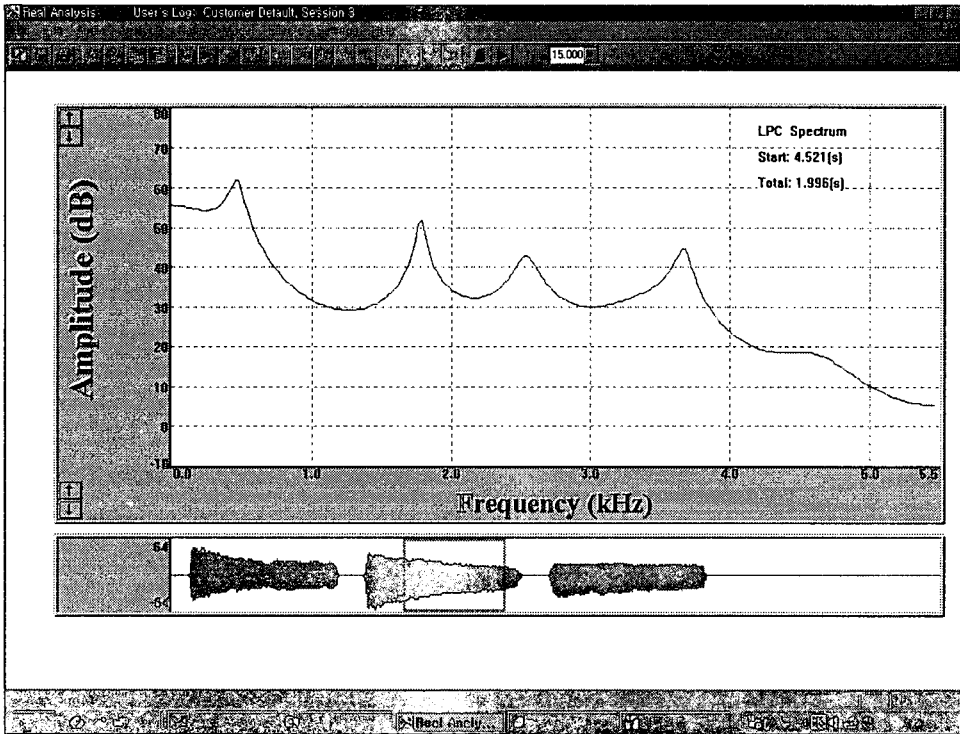


그림 3. Dr. Speech Science에서 얻어진 /e/의 spectrum  
A(위): Real Analysis, B(아래): Nasal View