

# 장 · 노년기 성인 음성의 성별과 연령에 따른 음향음성학적 특성 비교\*

이효진(나사렛대), 김수진(나사렛대)

## <차 례>

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| 1. 서론                   | 3. 연구방법                 |
| 2. 이론적 배경               | 4. 연구결과                 |
| 2.1. 연령에 따른 음성파라미터의 변화  | 4.1. 성별 및 연령에 따른 음도의 변화 |
| 2.2. 성별에 따른 음성파라미터의 차이  | 4.2. 말시료에 따른 기본주파수의 특성  |
| 2.3. 말시료에 따른 음성파라미터의 차이 | 4.3. 성별 및 연령에 따른 음질의 변화 |
|                         | 5. 결론 및 논의              |

## <Abstract>

### Age and Sex Differences in Acoustic Parameter of Middle Age and Elderly Adult Voice

Hyo-Jin Lee, Soo-Jin Kim

This study focused on comparing the following acoustic changes according to age and sex in adulthood: Fo, Jitter, Shimmer, and NHR. One hundred twenty Korean adults were divided into three age groups (20's, 50's, and 70's) and two sex groups (male and female). The subjects of this study performed three tasks: (1) sustained three vowels; (2) read on paragraph of "Taking a Walk" (3) explained a picture. The data was analyzed using the MDVP of Multi-Speech. In the parameter of Fo, sex and age were influential factors. In the parameters of Jitter, Shimmer and NHR, the effect of sex and age was different in all three parameters. When the groups organized by sex were analyzed by age, the 20's group showed a statistical difference in all four parameters (Fo, Jitter, Shimmer, and NHR), when compared to the other two age ranges of 50's and 70's. We need to consider our standard parameter for the normal voice in the Korean elderly because the 50's and 70's age normal groups in our study are out of the current range of normal in MDVP.

\* Keywords: Age factor, Gender factor, Fo, Jitter, Shimmer, NHR.

\* 본 연구는 2006년도 나사렛대학교 교내연구비 지원에 의해 연구되었음

## 1. 서 론

일반적으로 정상음성의 화자라 하더라도 과도하게 음성을 사용하거나, 올바른 방법으로 음성산출을 하지 않는다면 성대에 무리를 주게 되고 이로 인해 음성이 나빠질 수 있으며, 성별 및 연령, 지역, 생활습관, 직업 등 다양한 요인으로 인하여 음성에 변화를 나타낼 수 있다. 음성장애 환자의 음성검사를 위해 가장 많이 쓰이는 방법은 음향음성학적 분석을 한 뒤 결과를 시각적으로 혹은 수량화된 크기로 제시하는 것이다. 하지만 현재 국내에서 사용하고 있는 음성분석기기는 대부분 국외에서의 연구 결과를 토대로 정상 준거치를 제시하고 있어 우리나라 성인의 음성을 반영하고 있다고 보기에는 어려운 실정이며, 이 또한 모음연장발성과제를 통한 수치만을 제시하고 있다. 이무경 등은 모음연장발성은 피검자가 평상시에 나타내는 대표적인 음도를 알아볼 수 없으므로 정확한 음성평가를 위해서는 음절, 단어, 문장, 대화의 다양한 말시료에서 이루어져야 한다고 주장한바 있다[1][2].

따라서 이 연구에서는 음성의 변화에 영향을 미치는 다양한 요인 가운데, 성별과 연령이 음성의 음향학적 특성에( $F_0$ , Jitter, Shimmer, NHR)에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 한다. 또한 음도를 보기 위한 기본주파수에서 모음연장발성과 문단낭독, 자발화의 다양한 말시료에 따라 어떠한 차이가 나타나는지 알아보고자 한다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1. 연령에 따른 음성파라미터의 변화

#### 2.1.1. 연령에 따른 발성기관의 해부생리학적 변화

사람은 연령이 증가할수록 해부생리학적 변화가 나타나게 된다. 이는 호흡계와 발성계에 영향을 미치게 되며, 후두에도 영향을 미치게 된다[3]. 연령이 증가할수록 호흡계에 관여하는 근육들은 수축 강도는 약화되고 빈도면에서는 감소하게 되며, 전체적으로 폐활량이 감소된다[4].

장·노년기는 전반적인 신체기능의 저하가 지속되는 시기로서 점진적인 폐와 조음기관의 탄력성 저하, 후두연골의 경화, 성도 내 점막조직의 위축, 그리고 중추신경계의 활동저하 등이 동반되면서 그 결과로 자연스럽게 말소리의 발성특징인 음도·강도·음질 등이 변화한다. 즉 연령의 증가로 인한 신경계의 약화와 성대섬유조직의 변화로 불규칙한 성대진동패턴이 생기고, 이로 인해 대부분 발성의 질은 저하되고, 음도와 강도 또한 변하게 된다[5].

이러한 연령의 증가에 따른 음성의 변화는 여성의 경우에서 두드러지게 나타나는데, 그 이유는 호르몬의 변화로 알려져 있다. 연령이 증가할수록 여성호르몬이 감소하게 되어 테스토스테론(남성호르몬)과 에스트로겐(여성호르몬)의 비율이 맞지 않게 되어 성대의 남성화 현상이 나타난다[6]. 또한 여성호르몬의 감소는 성대에 직접적인 영향도 미쳐 후두근육이나 연골을 경화시킨다[7]. 폐경기 여성의 음성특징에 대해 연구한 고민석 외의 연구결과 폐경기 여성의 40명 중 9명의 환자가 한 가지 이상의 음성변화를 호소하였으며, 변화양상으로는 낮아진 음도, 음성피로, 잦은 애성의 반복, 고음발성장애의 순으로 나타났다[8].

### 2.1.2. 연령에 따른 음도의 변화

대부분의 음성 특징을 분석한 연구에서 음도를 의미하는 기본주파수의 측정이 자주 이용되고 있다. 기본주파수를 통한 음성의 음도변화에 대한 연구는 다른 측정치에 비해 비교적 많은 연구결과가 축적되어 있으며, 국내에서 보고된 연령별 남녀의 기본주파수 연구들을 요약하여 <표 1>에 제시하였다[1][2][9][10][11].

<표 1>을 통해 남성에 비해 여성이 연령증가에 따라 기본주파수가 더 크게 변화하는 것을 볼 수 있다. 대부분의 연구에서 모음연장과제를 사용하였는데 이는 음도를 가장 안정적으로 측정할 수 있는 과제이기 때문에 선호되었다. 또한 60대 이후 노년기의 성인을 대상으로 한 연구는 거의 없었다.

### 2.1.3 연령에 따른 음질의 변화

음질을 측정하는 음향음성학적 지표로는 주로 Jitter, Shimmer, NHR 등이 이용된다. Jitter는 진동주파수의 주기의 변이 정도를 말하여 주는데, 청지각적으로 목원소리 및 거친소리와 관련이 많다[10][12]. Jitter의 경우 연령에 따른 영향을 받는다는 의견과 그렇지 않다는 의견이 공존하고 있다. Orlikoff와 Raming & Ringel은 연령이 증가할수록 Jitter의 수치가 증가한다고 주장하였으나[13][14], 이와는 반대로 연령이 증가할수록 Jitter의 수치가 낮아진다는 연구도 있다[15][16][17].

Shimmer는 성대진폭의 변이 양상을 보여주어 진폭의 변동 정도를 의미하는데, Jitter와 마찬가지로 목원소리와 거친소리를 반영하는 것으로 알려져 있다[10][12]. Shimmer의 경우도 연령과 관련이 있다는 의견과 없다는 의견이 공존하고 있다. Brown 등은 젊은 사람보다 노인의 목소리가 Shimmer의 수치도 높게 나타난다고 주장하였다[18]. 그러나 Orlikoff는 Shimmer의 수치 차이가 연령 때문이 아니라 건강상태에 따라 차이가 나타나는 것이라고 주장하였다[13]. NHR(Noise to Harmony Ratio)은 배음과 비정상 배음간 비율의 평균치를 보여주어 음성의 전반적인 잡음 특성을 나타내어주는데[19], 아동과 노인은 청년이나 중년보다 높게 나타난다고 알

려져 있다[20]. 국내에서는 노년기의 성인을 대상으로 한 음질 연구는 아직 없다.

<표 1> 연령에 따른 남녀의 기본주파수 국내연구

| 연령범위              | 대상수 | 분석도구              | 말시료               | 성별 | F <sub>0</sub> | 연구자(발표년도)   |
|-------------------|-----|-------------------|-------------------|----|----------------|-------------|
| 20~29             | 20  | CSL-Pitch<br>프로그램 | 문단낭독              | 남  | 121.23         | 이무경 외(1998) |
|                   | 20  |                   | ‘산책’ 첫 문장         | 여  | 216.83         |             |
| 20~39             | 60  | MDVP              | /아/               | 남  | 118.1          | 표화영 외(2002) |
|                   | 60  |                   |                   | 여  | 211.6          |             |
|                   | 60  |                   | /이/               | 남  | 122.2          |             |
|                   | 60  |                   |                   | 여  | 216.9          |             |
|                   | 60  |                   | /우/               | 남  | 122.6          |             |
|                   | 60  |                   |                   | 여  | 220.4          |             |
|                   | 60  |                   | 문단낭독<br>‘산책’ 중 일부 | 남  | 120.8          |             |
|                   | 60  |                   |                   | 여  | 217.1          |             |
| 20대 초반~<br>30대 초반 | 50  | MDVP              | 단모음(8개)의 평균       | 남  | 130.7          | 고도홍 (2003)  |
|                   | 50  |                   |                   | 여  | 221.8          |             |
| 20~40             | 10  | CSL-Pitch<br>프로그램 | /에/               | 남  | 143.5          | 최홍식 외(1994) |
|                   | 10  |                   |                   | 여  | 274.0          |             |
|                   | 10  |                   | /이/               | 남  | 154.4          |             |
|                   | 10  |                   |                   | 여  | 282.0          |             |
|                   | 10  |                   | /우/               | 남  | 155.4          |             |
|                   | 10  |                   |                   | 여  | 287.3          |             |
| 20~49             | 50  | CSL-Pitch<br>프로그램 | /아/               | 남  | 119.66         | 이무경 외(2000) |
|                   | 50  |                   |                   | 여  | 217.16         |             |
|                   | 50  |                   | 문단낭독<br>‘산책’ 첫 문장 | 남  | 120.12         |             |
|                   | 50  |                   |                   | 여  | 212.78         |             |
| 30~39             | 19  | CSL-Pitch<br>프로그램 | 문단낭독              | 남  | 119.21         | 이무경 외(1998) |
|                   | 19  |                   | ‘산책’ 첫 문장         | 여  | 210.34         |             |
| 40~49             | 16  | CSL-Pitch<br>프로그램 | 문단낭독              | 남  | 123.21         | 이무경 외(1998) |
|                   | 16  |                   | ‘산책’ 첫 문장         | 여  | 198.07         |             |
| 50~59             | 20  | CSL-Pitch<br>프로그램 | 문단낭독              | 남  | 128.92         | 이무경 외(1998) |
|                   | 20  |                   | ‘산책’ 첫 문장         | 여  | 186.23         |             |
| 60~69             | 18  | MDVP              | 문단낭독              | 남  | 135.71         | 이무경 외(1998) |
|                   | 18  |                   | ‘산책’ 첫 문장         | 여  | 177.21         |             |

## 2.2. 성별에 따른 음성파라미터의 차이

### 2.2.1 성별에 따른 음도의 차이

음도는 성별에 따른 영향을 크게 받는다. 이러한 현상은 남성과 여성의 호르몬의 차이로 설명할 수 있다. 여성은 사춘기를 지나면서 여성호르몬이 분비되고, 남성은 남성호르몬이 분비된다. 이때 분비된 호르몬이 후두를 자극하게 되고, 남성

의 성대는 굵고 두꺼워지게 된다. 남성의 성대는 약 20mm, 여성은 약 15mm로, 이러한 차이가 남녀 간의 음도차이를 결정짓는 주요 요인이다[21]. 성별에 따른 차이에 대한 연구는 많지만 한국어 화자를 대상으로 성별과 연령 요인의 상호작용효과를 본 연구는 아직 없다. 성별 요인과 연령요인이 함께 음도에 어떤 영향을 미치는지 즉 연령이 증가함에 따라 성별 요인의 영향력이 어떻게 기여하는지를 확인할 필요가 있다.

### 2.2.2 성별에 따른 음질의 차이

음질을 나타내는 Jitter, Shimmer, NHR의 경우 기본주파수에 비해 성별이 음질에 영향을 미치는지 알려진 바가 적다. 국내에서 보고된 연령과 성별에 따른 남녀의 Jitter, Shimmer, NHR을 측정한 연구를 <표 2>에 요약하였다[9][10][12].

국내 연구결과들을 비교해보면, 음성파라미터 가운데 NHR의 경우에만 남성이 여성보다 높은 수치를 보였다는 것에는 일치된 결과를 보였으며, Jitter와 Shimmer의 경우는 성별에 따른 차이가 상반되게 나타나고 있다[9][10]. 실제 현장에서 음성평가에 주로 사용하는 프로그램인 MDVP의 정상기준범위에서도 Jitter, shimmer, NHR의 경우 성차를 고려하지 않고 각각 1.04%, 3.81%, 0.19이하로 제시하고 있다[22]. 현재 국내 의료계에서 일반적으로 사용하고 있는 MDVP에서 정상범위라고 하는 이 기준은 영어를 사용하는 미국인을 대상으로 한 연구결과의 산물로 한국어 사용 화자들에게도 적절한 것인지 확인할 필요가 있다.

### 2.3. 말시료에 따른 음성파라미터의 차이

음성분석을 실시한 연구들을 살펴보면 비슷한 연령대를 대상으로 선정하였어도, 그 수치들이 각각 다르게 나타남을 알 수 있다. 이는 장소, 분석도구, 말시료 등에 따른 차이로 설명할 수 있다. 이무경 등은 모음연장발성만으로는 피검자가 평상시에 사용하는 대표적인 음도를 알아볼 수 없으며, 정확한 음성평가는 모음 측정 뿐 아니라 음절, 단어, 문장, 대화에서도 이루어져야 한다고 하였다[1][2]. 하지만 문단낭독과 자발화의 경우 화자의 개별적인 특성들을 통제하기가 어렵다는 문제가 있다. 예를 들면 자발화의 말시료에서 높은 기본주파수를 나타낼 수 있는데, 이는 자신이 좋아하는 주제에 대해 이야기를 하다보면 흥분하게 되어 그러한 결과가 나타날 수 있다[9]. 따라서 다양한 말시료에서 화자의 평상시 발화를 대표할 수 있는 음성을 수집하는 것이 중요할 것이다.

&lt;표 2&gt; 국내의 연령에 따른 남녀의 Jitter, Shimmer, NHR 연구

|       | 연령범위              | 인원수               | 분석도구       | 말시료            | 성별             | 연구결과 | 연구자(발표년도)   |
|-------|-------------------|-------------------|------------|----------------|----------------|------|-------------|
| Jitt  | 20대 초반~<br>30대 초반 | 50                | MDVP       | 단모음(8개)의<br>평균 | 남              | 0.66 | 고도홍 (2003)  |
|       |                   | 50                |            |                | 여              | 0.92 |             |
|       | 20~39             | 50                | Dr. Speech | /에/            | 여              | 0.17 | 조순규 (2004)  |
|       | 20~39             | 60                | MDVP       | /아/            | 남              | 0.46 | 표화영 외(2002) |
|       |                   | 60                |            |                | 여              | 0.93 |             |
|       |                   | 60                |            | /이/            | 남              | 0.65 |             |
|       |                   | 60                |            |                | 여              | 0.88 |             |
|       |                   | 60                |            | /우/            | 남              | 0.59 |             |
|       |                   | 60                |            |                | 여              | 0.67 |             |
|       | Shim              | 20대 초반~<br>30대 초반 | 50         | MDVP           | 단모음(8개)의<br>평균 | 남    | 1.81        |
| 50    |                   |                   | 여          |                |                | 1.91 |             |
| 20~39 |                   | 50                | Dr. Speech | /에/            | 여              | 2.14 | 조순규 (2004)  |
| 20~39 |                   | 60                | MDVP       | /아/            | 남              | 2.67 | 표화영 외(2002) |
|       |                   | 60                |            |                | 여              | 2.58 |             |
|       |                   | 60                |            | /이/            | 남              | 1.70 |             |
|       |                   | 60                |            |                | 여              | 1.57 |             |
|       |                   | 60                |            | /우/            | 남              | 1.53 |             |
|       |                   | 60                |            |                | 여              | 1.47 |             |
| NHR   |                   | 20대 초반~<br>30대 초반 | 50         | MDVP           | 단모음(8개)의<br>평균 | 남    | 0.12        |
|       | 50                |                   | 여          |                |                | 0.10 |             |
|       | 20~39             | 60                | MDVP       | /아/            | 남              | 0.13 | 표화영 외(2002) |
|       |                   | 60                |            |                | 여              | 0.11 |             |
|       |                   | 60                |            | /이/            | 남              | 0.12 |             |
|       |                   | 60                |            |                | 여              | 0.10 |             |
|       |                   | 60                |            | /우/            | 남              | 0.11 |             |
|       |                   | 60                |            |                | 여              | 0.09 |             |

### 3. 연구방법

#### 3.1. 연구대상

이 연구에서는 장·노년층 성인 음성의 음향음성학적 특성을 알아보고 이를

젊은 성인의 음성과 비교하고자 20대, 50대, 70대 각각 40명(남20, 여20)씩 총 120명을 연구대상으로 선정하였으며, 각 연령집단의 평균연령은 <표 3>과 같다. 대상자의 선정과정에서 연구자 2인이 청지각적으로 음성장애가 있다고 판단하는 경우에는 대상에서 제외하였다.

### 3.2. 도구

음성녹음을 위해 TASCAM DAT와 Shure SM63L의 마이크를 사용하였으며, 기본주파수, Jitter, Shimmer, NHR을 분석하기 위해 Multi-Speech(Kay Elemetrics Co.)의 MDVP(Multidimensional Voice Program)를 사용하였다.

<표 3> 연구 대상자의 평균 연령

| 성 별 | 연령대 (인원수)    | 연령의 평균 |
|-----|--------------|--------|
| 남 자 | 20~29세 (20명) | 24.20  |
|     | 50~59세 (20명) | 54.55  |
|     | 70~79세 (20명) | 76.65  |
| 여 자 | 20~29세 (20명) | 26.05  |
|     | 50~59세 (20명) | 53.15  |
|     | 70~79세 (20명) | 73.05  |

### 3.3. 발화과제

#### 3.3.1 모음연장발성

일반적으로 음성검사에서 이용되는 단모음 /아/, /이/, /우/를 길게 발음하도록 하였다. 각 모음은 일상시의 발화 음도와 강도에 유사하게 산출할 수 있도록 “하 나 둘 셋 /아~!”라고 하도록 요구하여 구(phrase)와 유사한 환경에서 수집하려고 노력하였으며, 각 모음은 3초 이상 연장발성 하도록 하였다.

#### 3.3.2 문단낭독

모든 대상자에게 ‘산책’문단[23]의 첫 문단을 보고 자연스럽게 읽도록 하였다. 이때 녹음 전에 대상자에게 눈으로 읽어보도록 하여 내용에 대해 파악을 하도록 한 후 평상시의 말속도로 소리 내어 읽도록 하였다.

높은 산에 올라가 맑은 공기를 마시며 소리를 지르면 가슴이 활짝 열리는 듯하다. 바닷가에 나가 조개를 주우며 넓게 펼쳐있는 곧은길을 따라 걸어가면서 마치 쪽쪽 뻗어있는 나무들처럼 그리고 반듯하게 놓여있는 길처럼 바른 마음으로 자연을 벗하며 살아야겠다는 생각을 한다.

### 3.3.3 자발화

모든 대상자에게 같은 그림을 제시한 후 설명하게 하는 것으로 자발화를 산출하게 하였으며, 이때 그림을 기술하는 자발화의 길이는 문단낭독의 길이와 비슷하게 하기 위해 3~5문장으로 설명을 요구하였다.

### 3.4. 수집절차 및 분석

녹음장소는 가능한 한 소음이 없는 조용한 장소에서 실시하였으며, 대상자의 입과 마이크의 거리는 약 10cm로 유지하였다. 녹음 시 정상시의 발화 음도와 강도에 유사하게 산출할 수 있도록 녹음에 앞서 간단한 일상적인 대화를 나누며 긴장감을 감소시키도록 하였으며, 녹음 중간에 충분한 음성휴식을 취하기 위해 원할 때에는 물을 마실 수 있도록 하였다.

모음연장발성은 3초의 연장발성 가운데 안정된 구간 1.5초를 분석하였고, 문단낭독과 자발화는 모든 문단과 발화를 분석하였으며, MDVP의 자체 분석 도구에 의해 나타난 음향학적 분석을 통해 자료를 수집하였다. 성별과 연령 요인과 그 상호작용효과를 검증하기 위하여 SPSS 10.0을 사용하여 이원분산분석을 실시하였으며, 세 연령대의 차이를 알아보기 위해 Scheffé 사후검증을 실시하였다.

## 4. 연구결과

### 4.1. 성별 및 연령에 따른 음도의 변화

#### 4.1.1 성별 및 연령에 따른 기본주파수의 평균 및 표준편차

/아/, /이/, /우/의 모음연장발성, 문단낭독, 자발화의 말시료를 통해 수집한 20대, 50대, 70대 남녀 120명의 기본주파수 평균 및 표준편차는 <표 4>와 같다. 남성의 경우 /아/모음을 제외한 말시료에서 20대의 젊은 연령집단보다 50대와 70대의

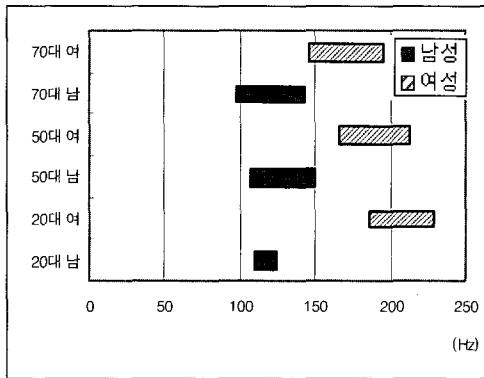


장·노년층의 연령집단에서 높은 기본주파수를 나타냈으며, 여성의 경우 모든 말시료에서 20대의 젊은 연령집단보다 50대와 70대의 장·노년층의 연령집단에서 현저히 낮은 기본주파수를 나타냈다.

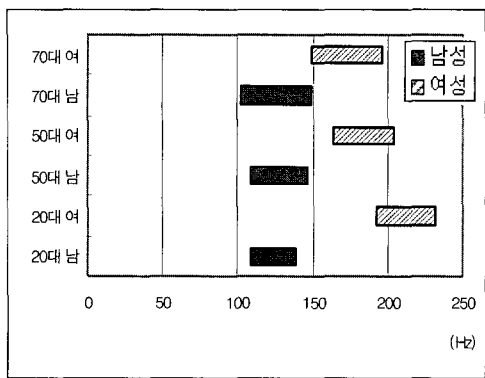
성별과 연령에 따른 기본주파수 표준편차 범위를 살펴보면, 여성이 남성보다 큰 표준편차를 나타냈다. 또한 남성과 여성 모두 50대와 70대의 장·노년층의 연령집단이 20대의 연령집단보다 큰 표준편차를 나타냈다. 높은 연령집단 내 대상들 간의 편차가 크다는 것을 시사한다. 모음연장발성, 문단낭독, 자발화의 말시료 조건 가운데 대표로 /아/모음연장발성과 문단낭독에서의  $\pm 1$ 표준편차를 그림으로 나타내면 <그림 1>, <그림 2>와 같다.

<표 4> 기본주파수의 평균 및 표준편차

|                  |     | 남 성    |        |        | 여 성    |        |        |        |
|------------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                  |     | 20대    | 50대    | 70대    | 20대    | 50대    | 70대    |        |
| 모<br>음<br>연<br>장 | /아/ | M      | 124.13 | 128.02 | 120.54 | 207.64 | 189.24 | 170.75 |
|                  |     | SD     | 14.19  | 21.67  | 22.66  | 21.24  | 23.58  | 24.85  |
|                  | /이/ | M      | 125.86 | 133.80 | 129.87 | 213.51 | 198.53 | 183.73 |
|                  |     | SD     | 15.53  | 23.01  | 22.71  | 22.72  | 26.58  | 29.40  |
|                  | /우/ | M      | 127.08 | 136.07 | 129.07 | 213.06 | 199.30 | 182.02 |
|                  |     | SD     | 16.48  | 24.42  | 22.26  | 23.59  | 25.57  | 30.47  |
| 문단낭독             | M   | 124.04 | 127.57 | 125.53 | 212.20 | 183.43 | 173.02 |        |
|                  | SD  | 15.22  | 19.36  | 23.06  | 19.14  | 20.21  | 23.82  |        |
| 자발화              | M   | 125.07 | 123.38 | 128.75 | 222.12 | 184.79 | 177.40 |        |
|                  | SD  | 16.26  | 19.36  | 21.82  | 22.74  | 21.32  | 26.31  |        |



<그림 1> /아/ 모음연장에서의 기본주파수  $\pm 1$  표준편차



<그림 2> 문단낭독에서의 기본주파수  $\pm 1$  표준편차

#### 4.1.2. 성별 및 연령에 따른 기본주파수 비교

/아/, /이/, /우/모음연장발성, 문단낭독, 자발화에서의 성별과 연령에 따른 기본주파수의 변화를 보기위해 이원분산분석을 실시한 결과 기본주파수는 모든 말시료에서 성별과 연령, 그 둘의 상호작용효과가 모두 통계적으로 유의한 것( $p < .05$ )으로 나타났다. 모든 말시료에서 남성의 기본주파수가 여성보다 현저히 낮게 나타났다. 남성의 경우 젊은 20대의 연령집단보다 장·노년층의 연령집단에서 높은 평균치를 보였으나, 큰 차이를 나타내지는 않았다. 여성의 경우 남성과는 다르게 연령에 따른 기본주파수의 차이가 크게 나타났다.

기본주파수의 차이가 어떠한 연령집단과 말시료에서 유의한 차이를 나타내는 지 알아보기 위해 Scheffé 사후검증을 실시하였다. 사후검증 결과 말시료에 따라 성별과 연령에 따른 차이가 다르게 나타났다(<표 5>참고). /이/모음과 /우/모음은 상대적으로 다른 말시료에 비해 연령간의 차이를 잘 보여주지 않는 것으로 나타났다.

<표 5> 기본주파수의 사후검증 결과

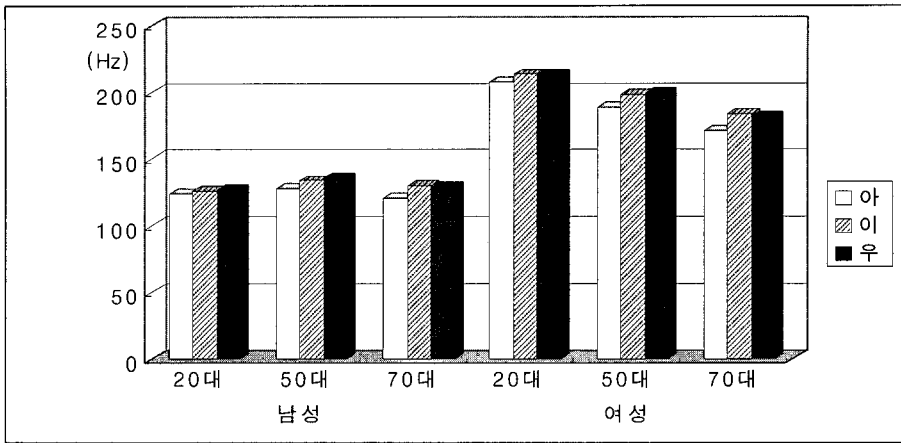
|                |     | 모음연장발성 |     |     |     |     |     |     |     |     | 문단낭독 |     |     | 자발화 |     |     |
|----------------|-----|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                |     | /아/    |     |     | /이/ |     |     | /우/ |     |     | 20대  | 50대 | 70대 | 20대 | 50대 | 70대 |
|                |     | 20대    | 50대 | 70대 | 20대 | 50대 | 70대 | 20대 | 50대 | 70대 |      |     |     |     |     |     |
| F <sub>0</sub> | 20대 |        |     | *** |     |     |     |     | *   |     | *    | *** |     | *** | *** |     |
|                | 50대 |        |     | *   |     |     |     |     |     | *   |      |     | *** |     |     |     |
|                | 70대 | ***    | *   |     |     |     |     | *   |     | *** |      |     | *** |     |     |     |

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$

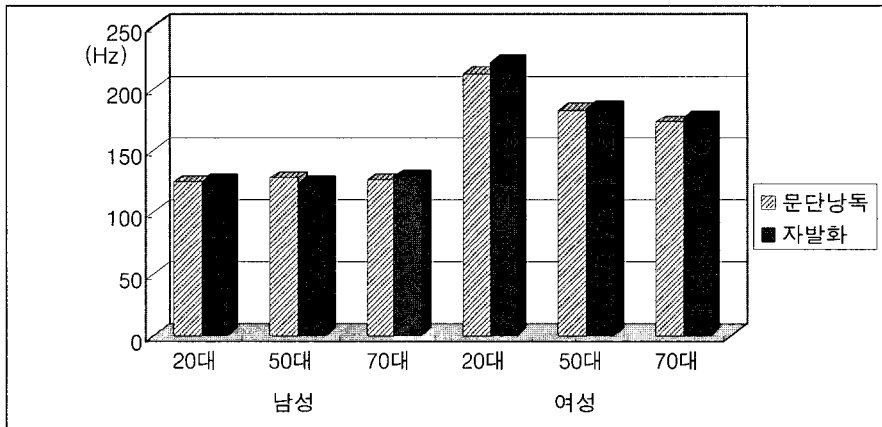
#### 4.2. 말시료에 따른 기본주파수의 특성

기본주파수는 위에서 밝혀진 바와 같이 성별과 연령에 따라 변화하는 것으로 나타났다. 말시료에 따라 성별과 연령에 따른 통계적으로 유의한 차이가 다르게 나타났으나 각 시료별 결과가 유사한 경향을 보여주었다(<그림 3, 4>참고).

모음들 간에는 매우 유사하게 나타났지만 /아/ 연장 조건에서 공통적으로 모든 집단에서 가장 낮은 기본주파수를 보여주었다. 여성 50대와 70대 집단은 모음연장 과제보다 문단낭독과 자발화 과제에서 기본주파수가 약간씩 낮게 나타났다.



<그림 3> 모음연장발성에서의 남녀 기본주파수



<그림 4> 문단낭독과 자발화에서의 남녀 기본주파수

### 4.3. 성별 및 연령에 따른 음질의 변화

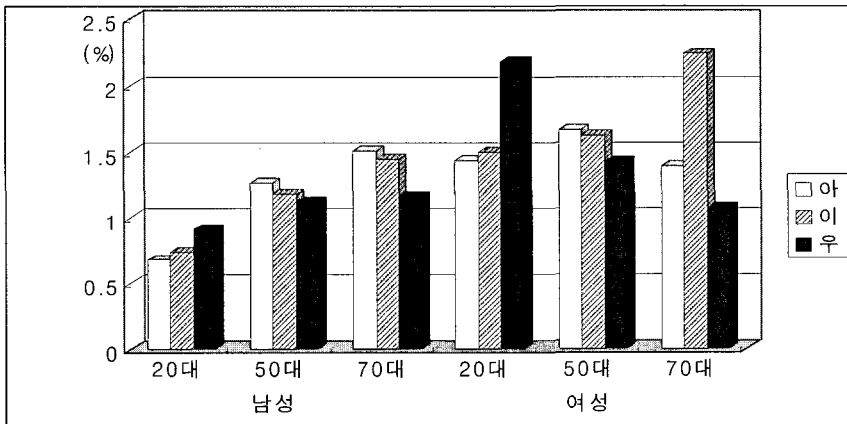
#### 4.3.1. 성별 및 연령에 따른 Jitter, Shimmer, NHR의 평균 및 표준편차

모음연장발성을 통해 수집한 120명의 Jitter, Shimmer, NHR의 평균 및 표준편차는 <표 6>과 같으며, 이 가운데 대표로 Jitter의 평균을 비교하면 <그림 5>와 같다.

&lt;표 6&gt; Jitter, Shimmer, NHR의 평균 및 표준편차

|      |     | 남 성        |             |            | 여 성        |            |            |
|------|-----|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|
|      |     | 20대        | 50대         | 70대        | 20대        | 50대        | 70대        |
| Jitt | /아/ | .68( .39)  | 1.26 ( .77) | 1.51(1.32) | 1.44( .65) | 1.67(1.54) | 1.40(1.17) |
|      | /이/ | .74( .36)  | 1.18( .83)  | 1.45( .97) | 1.50( .85) | 1.63(1.36) | 1.24(1.04) |
|      | /우/ | .91( .54)  | 1.11( .46)  | 1.16( .80) | 2.18(1.17) | 1.43( .72) | 1.07( .60) |
| Shim | /아/ | 3.77(1.06) | 2.94(2.39)  | 5.66(3.26) | 4.62(1.13) | 4.77(2.15) | 4.62(1.84) |
|      | /이/ | 3.88( .94) | 3.36(1.31)  | 3.74(2.28) | 3.18(1.15) | 2.34( .66) | 3.34(3.04) |
|      | /우/ | 2.61( .85) | 2.47(1.35)  | 2.54(1.18) | 2.61(1.11) | 2.17(1.82) | 1.91(1.28) |
| NHR  | /아/ | .15( .04)  | .13( .01)   | .15( .03)  | .14( .02)  | .15( .07)  | .14( .03)  |
|      | /이/ | .14( .02)  | .13( .03)   | .15( .09)  | .11( .03)  | .11( .03)  | .12( .03)  |
|      | /우/ | .12( .02)  | .15( .08)   | .11( .02)  | .11( .05)  | .11( .02)  | .11( .02)  |

\*( )안은 표준편차



&lt;그림 5&gt; 남녀 연령집단 별 Jitter

#### 4.3.2. 성별 및 연령에 따른 Jitter, Shimmer, NHR의 비교

모음연장발성 과제에서 성별과 연령에 따른 Jitter, Shimmer, NHR의 변화를 보기 위해 이원분산분석을 실시한 결과 Jitter는 /우/모음연장발성에서 성별( $F=12.943$ ,  $p<.05$ )과 연령( $F=3.351$ ,  $p<.05$ ), 및 상호작용( $F=8.504$ ,  $p<.05$ )에서 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다.

Shimmer의 경우 /아/모음을 제외한 모음연장발성에서 여성이 남성보다 대체로 높은 수치를 나타냈으나, 그 중 /이/모음연장발성에서만 성별에 따른 유의한 차이( $F=4.523$ ,  $p<.05$ )를 보였으며, /아/모음연장발성에서 연령( $F=3.963$ ,  $p<.05$ ) 및 성별과 연령의 상호작용효과( $F=4.808$ ,  $p<.05$ )에 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다. NHR

은 대부분 남성이 여성보다 높은 평균을 나타냈으나, 그 중 /이/ 모음연장발성에서만 성별에 따른 유의한 차이( $F=8.675$   $p<.05$ )를 나타냈다.

어떠한 연령집단과 모음에서 차이를 나타내는지 알아보기 위해 사후검증을 실시하였다. Jitter는 /우/발성 조건에서 20대와 70대에서만 유의미한 차이가 나타났으며( $p<.05$ ), Shimmer는 /아/발성 조건에서 50대와 70대에서만 유의미한 차이가 나타났다( $p<.05$ ). NHR은 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 그러나 전반적인 수치에서 일관된 어떤 경향을 분석해낼 수는 없었다. 다만 Jitter는 20대 남성집단에서 과제에 상관없이 안정되고 낮은 수치를 보여주었으며, Shimmer는 /우/발성 과제에서 성별과 연령에 상관없이 안정되고 낮은 수치를 보여주었다. NHR은 비교적 모든 집단 모든 과제에서 안정된 수치를 구할 수 있었다.

## 5. 결론 및 논의

이 연구는 장·노년기 성인 음성의 음향음성학적 특성이 젊은 성인과 어떠한 차이가 나타나는지 알아보기 위해 다양한 말시료 조건에서 20대, 50대, 70대 정상 성인 남녀의 기본주파수, Jitter, Shimmer, NHR의 변화양상을 분석하였다.

기본주파수의 경우 성별과 연령, 그 둘의 상호작용효과에서 통계적으로 유의한 차이를 나타내 이 연구에서 측정된 모든 음향학적 수치 가운데 성별과 연령의 차이를 잘 반영하는 수치인 것으로 나타났다. 말시료 가운데 모음연장발성의 경우 70대 남성과 여성의 집단 모두 20대와 50대 연령 집단과는 다른 경향성을 나타냈다. 또한 70대 연령집단의 경우 다른 연령집단보다 대체적으로 큰 표준편차를 보여 다른 집단에 비해 개인차가 크게 나타났음을 알 수 있다. 50대 남성집단의 경우 문단낭독과 자발화의 말시료에서 다른 집단과 다른 경향성을 나타냈다. 다른 연령집단의 경우 문단낭독보다 자발화에서 높은 기본주파수의 수치를 나타낸 반면 50대의 남성 집단에서만 자발화보다 문단낭독에서 높은 수치를 나타내었다.

일반적으로 음질의 지표로 알려진 Jitter, Shimmer, NHR은 진단 시 모두 낮은 것이 바람직한 것으로 알려져 있다. 그러나 그 수치를 모두 '0'으로 하면 마치 로봇의 기계음성과 같이 들려 자연스럽게 들리지 않으며 일반적인 사람의 음성에서는 구할 수 없는 소리가 된다. 음도변이를 의미하는 Jitter의 경우 여성의 평균이 남성의 평균보다 높게 나타났다. 또한 남성의 경우 연령의 증가에 따라 수치가 증가하는 것으로 나타났으나, 여성의 경우 연령에 따른 일반적인 경향성이 나타나지 않았다. 강도변이를 의미하는 Shimmer의 경우 남성은 장·노년층의 집단에서 평균이 높게 나타났으나 다른 음성과파라미터에 비해 성별과 연령에 따른 영향을 적게 받는 것으로 나타났다. 성별과 연령에 따른 변화는 관찰하기 어려웠던 반면 모음 가운데 /우/연장과제에서 가장 안정되고 낮은 평균값을 나타냈다. 배음과 비정상

배음간 비율을 의미하는 NHR의 경우 연령이 증가할수록 높은 평균이 나타났으며, 여성보다는 남성에게서 높은 평균을 나타냈다. 또한 이러한 차이는 통계적으로 유의하였으므로 어느 정도 NHR은 성별과 연령의 효과를 반영하는 음향학적 수치라고 할 수 있다. 모든 조건에서 일치되지 않았으므로 조심스럽기는 하지만, 결과들을 조합해본다면 연령이 증가할수록 소음의 비율이 커지며, 남성의 소음비율이 여성보다 크다. 그리고 남성은 연령이 증가할수록 음도변이가 줄어들고 여성은 남성보다 음도변이가 크다고 할 수 있겠다.

정상인의 음성특성에 대한 대규모 연구 결과가 필요한 이유 가운데 하나는 음성장애를 판단하는 준거로 활용해야 하기 때문이다. 특히 외국에서 개발된 분석 도구들은 자체적으로 도구별 정상역치를 제시하고 있다. 그러나 이 정상역치는 문화와 연령에 따라 달라질 수 있다. 이를 확인해보기 위해 이 연구 결과 중 MDVP에서 제시한 정상역치 결과와 부합하는지 비교해보았다. MDVP는 /아/모음연장발성을 유도하도록 되어있으므로, 본 연구 결과 가운데 /아/모음연장 발성 결과와 비교해 본 결과는 <표 7>과 같다.

MDVP에서 제시한 정상역치와 /아/모음연장에서의 수집한 음성파라미터의 평균을 비교한 결과 50대와 70대의 장·노년층은 MDVP에서 제시한 정상 범위에서 크게 벗어나는 것으로 나타났다. 20대 연령집단의 경우에도 음도와 강도변이를 나타내주는 Jitter와 Shimmer는 정상의 범위에서 벗어나 있다. 이러한 차이는 남성보다는 여성에게서 더 크게 나타났다. 이는 MDVP에서 제시한 정상범위가 우리나라 성인을 대상으로 한 것이 아니기 때문이며, 분석도구는 국외의 것을 적용할 수 있지만 분석의 기준은 새롭게 제시해야 함을 보여준 것이다. 또한 객관적 평가만이 음성장애여부를 판단하게 되는 절대적인 기준이 아니라, 숙련된 평가자의 청지각적인 평가가 필수적으로 함께 이루어져야 함을 알 수 있다.

우리나라는 최근 빠른 속도로 노령인구가 증가하는 추세에 있다[24]. 점차 음성평가를 의뢰하는 장·노년의 성인이 늘어나는데 비해 진단의 준거가 되는 국내 노년층을 비교대상으로 한 연구의 수는 미미하다. 이 연구는 같은 조건에서 청년부터 노년까지의 자료를 통계적으로 검증할 수 있을 만큼 수집하여 분석하고 기존의 검사준거와 비교할 수 있게 하였다는 점에서 의의가 있다.

하지만 대상자의 선정과정에서 성장배경과 생활습관, 건강상태 등 음성에 영향을 미칠 수 있는 모든 변수들을 통제하지 못하였으며, 여러 가지 사정으로 한 장소에서 120명 대상자의 음성데이터를 수집할 수 없어 환경적 변수를 통제하지 못하였다는 제한점이 있다. 앞으로는 단순히 통계적 검정을 통해 차이를 밝히는 수준을 넘어, 충분한 통제 조건에서 대규모 자료 수집을 통해 우리나라 아동부터 노인에 이르는 표준화 준거 자료를 마련하는 후속 연구결과가 나와야 할 것이다.

<표 7> MDVP와 연구결과의 음성파라미터 평균값의 비교

|                | MDVP의 정상역치 |           | /아/ 모음연장에서의 연구결과 |    |    |
|----------------|------------|-----------|------------------|----|----|
|                |            |           | 20               | 50 | 70 |
| F <sub>0</sub> | 남성         | 100~130Hz | +                | +  | +  |
|                | 여성         | 190~230Hz | +                | -  | -  |
| Jitter         | 남성         | 1.04% 이하  | +                | -  | -  |
|                | 여성         |           | -                | -  | -  |
| Shimmer        | 남성         | 3.81% 이하  | +                | +  | -  |
|                | 여성         |           | -                | -  | -  |
| NHR            | 남성         | 0.19 미만   | +                | +  | +  |
|                | 여성         |           | +                | +  | +  |

+: 평균값이 MDVP에서 제시한 정상범위에 포함되는 경우

-: 평균값이 MDVP에서 제시한 정상범위에 포함되지 않는 경우

### 참 고 문 헌

[1] 이무경, 정옥란, 서장수, “정상인 음성의 연령대별 기본주파수 비교”, *언어치료연구*, 7권, 1호, pp. 79-94, 1998.

[2] 이무경, 유재연, 정옥란, “성대 병리 환자의 연장발성과 낭독에서의 평균기본주파수”, *언어치료연구*, 9권, 2호, pp. 105-111, 2000.

[3] J. C. Kahane, “Postnatal development and aging of the human larynx”, *Seminars in Speech and Language*, Vol. 4, pp. 189-203, 1983.

[4] S. Dhar, R. Shastri, A. Lenora, “Aging and the respiratory system”, *Medical Clinics of North America*, Vol. 60, pp. 1121-1139, 1976.

[5] 김선우, 최홍식 외, “장·노년층과 청년층의 음향음성학적 특성 비교”, *한국언어청각임상학회 2005년도 가을학술대회*, pp. 216-221, 2005.

[6] R. Segre, “Senescence of the voice”, *Eye Ear Nose Throat Monthly*, Vol. 50, pp. 223-227, 1961.

[7] M. Freeman, *Voice Disorders and Their Management*, London: Whurr Pub, 2000.

[8] 고민석, 임병도 외, “폐경기 여성의 음성 및 청력 변화에 대한 고찰”, *대한산부회지*, 44권, 8호, pp. 1522-1526, 2001.

[9] 표화영, 심현섭 외, “한국 성인의 정상 음성에 관한 기본 음성 측정치 연구”, *음성과학*, 9권, 2호, pp. 179-192, 2002.

[10] 고도홍, “개별화자 음성파라미터 추출에 관한 연구: 음성파라미터의 상관관계 중심으로”, *음성과학*, 10권, 2호, pp. 129-143, 2003.

[11] 최홍식, 장미숙, 이정준, “정상인과 후두폴립환자에서의 음성학적 특성”, *대한음성언어학회지*, 5권 1호, pp. 38-43, 1994.

[12] 조순규, 20~30대 정상 성인여성의 Jitter, Shimmer, NNE 연구, 한림대학교 대학원 석사

학위논문, 2004.

- [13] R. F. Orlikoff, "The relationship of age and cardiovascular health to certain acoustic characteristic of male voices", *Journal of Speech and Hearing Research*, Vol. 33, pp. 450-457, 1990.
- [14] L. Raming, R. L. Ringel, "Effects of physiological aging on selected acoustic characteristics of voice", *Journal of Speech and Hearing Research*, Vol. 26, pp. 22-30, 1983.
- [15] R. T. Sataloff, R. D. Caputo, M. Hawkshaw, J. Spiegel, "The three ages of voice: the aging voice", *Journal of Voice*, Vol. 11, pp. 156-160, 1997.
- [16] A. Russell, L. Penny, C. Pemberton, "Speaking fundamental frequency changes over time in women: a longitudinal study", *Journal of speech and Hearing Research*, Vol. 38, pp. 101-109, 1995.
- [17] S. E. Linville, "The sound of senescence", *Journal of Voice*, Vol. 10, pp. 190-200, 1996
- [18] W. S. Brown, Jr. Morris & Michel, J.(1989). Vocal jitter in young adult and aged female voices. *Journal of Voice*, Vol. 3, pp. 113-119, 1989.
- [19] 고도홍, 정옥란 외 공편, *음성 및 언어분석기기 활용법*, 서울: 한국문화사, 2001.
- [20] C. T. Ferrand, "Harmonics-to-noise ratio: an index of vocal aging", *Journal of Voice*, Vol. 16, No. 4, pp. 480-487, 2002.
- [21] H. Hollien, "Some laryngeal correlate of vocal pitch", *Journal of Speech and Hearing Research*, Vol. 3, pp. 52-58, 1960.
- [22] Kay Elemetrics Corp(1993). *Multi-Dimensional Voice Program(MDVP): Model 4305. Operations Manual*, Pine Brook: New Jersey, USA: Kay Elemetrics Corp, 1993.
- [23] 정옥란, "음성총괄평가", *대한음성언어의학회지*, 5권, 2호, pp. 19-27, 1994.
- [24] 통계청, *시도별 장래인구 특별추계 자료*, 1994.

접수일자: 2006년 11월 12일

게재결정: 2006년 12월 4일

▶ 이효진(Hyo-Jin Lee)

주소: 330-718 충청남도 천안시 쌍용동 456번지

소속: 나사렛대학교 재활복지대학원 언어치료전공

전화: 041) 570-7725

E-mail: lhjpotato@naver.com

▶ 김수진(Soo-Jin Kim) : 교신저자

주소: 330-718 충청남도 천안시 쌍용동 456번지

소속: 나사렛대학교

전화: 041) 570-7725

E-mail: sjkim@kornu.ac.kr