

## 발화조건에 따른 기본주파수 및 음성강도 변동의 특징

### Variance characteristics of speaking fundamental frequency and vocal intensity depending on utterance conditions

이 무 경<sup>1)</sup>

Lee, Mookyung

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to characterize and determine variances of speaking fundamental frequency and vocal intensity depending on gender and three utterance conditions (spontaneous speech, reading, and counting). A total of 65 undergraduate students (32 male students, 33 female students) attending universities in Daegu, South Korea participated in this study. The subjects were all in their 20s. This study used KayPENTAX's Visi-Pitch IV (Model 3950) to measure the variances of speaking fundamental frequency (SFF0) and vocal intensity (VI). As a result, this study came to the following conclusions.

First, it was found that both males and females showed no significant difference in SFF0 and vocal intensity among three utterance conditions. Second, this study sought to analyze differences in the variances of SFF0 between males and females. As a result, it was found that females showed significantly higher levels of four measured variances (SFF0 SD\*\*, SFF0 range\*\*\*, Min SFF0\*\*\* and Max SFF0\*\*\*) than males on spontaneous speech. However, it was found that there was no significant difference between males and females in SFF0 range on reading or in SFF0 SD and SFF0 range on counting. It was found that there was no significant difference between males and females in the level of measured variances of vocal intensity depending on utterance conditions. Finally, this study made a comparison and analysis on differences in the variances of SFF0 and vocal intensity among utterance conditions. As a result, it was found that all the measured variances of SFF0 in males were most significantly reduced depending upon spontaneous speech which was followed by reading and counting respectively (SFF0 SD:  $p < .001$ , SFF0 range:  $p < .05$ , Max SFF0:  $p < .05$ ). Females however, show no significant difference in the measured variances of SFF0 depending upon three utterance conditions. It was also found that the measured variances of vocal intensity in females were most significantly reduced depending on spontaneous speech that was followed by reading and counting (VI SD:  $p < .001$ , VI range:  $p < .001$ , Min VI:  $p < .01$  Max VI:  $p < .05$ ), while males showed no significant difference in the measured variances of vocal intensity depending on three utterance conditions. In sum, these findings suggest that variances of SFF0 in males are affected by three utterance conditions, while variances of vocal intensity in females are affected by three utterance conditions.

**Keywords:** Utterance condition, Variance of speaking fundamental frequency, Variance of vocal intensity

#### 1. 서론

말소리의 기본주파수와 음성강도와 같은 음향측정 요소들

은 개인의 발화특징 뿐 아니라 건강한 음성과 병리적 음성의 진단 및 평가에 사용되는 매우 유용한 지표이다. 여러 연구들에서 정상음성과 관련된 기준치들을 보고하고 있으며, 이러한 기준치들은 여러 기능적 및 기질적 음성장애뿐 아니라 청력손실이나 신경언어장애 등과 같은 매우 다양한 의사소통장애인의 음성 및 구어 특성을 비교하기 위한 지표로 사용된다.

남성과 여성 후두의 해부-생리적 차이는 성별 간 음향 측정치들에 여러 차이를 일으킨다. 많은 연구자들은 남성이 여성

1) 대구보건대학교, ddk92@hanmail.net

보다 후두의 크기가 크고 성대 점막의 길이가 길기 때문에 남성이 여성보다 낮은 기본주파수를 산출한다고 하였다(Aronson & Bless, 2009; Boone 등, 2009; Colton 등, 2006; Titze, 1989). 남성과 여성의 기본주파수를 측정된 여러 연구들에서 연장발성, 낭독, 자발화 모두에서 남성의 평균기본주파수가 여성보다 낮은 것으로 보고하고 있다(Sapienza, 1997; Morris 등, 1995; Brown 등, 1993). 그러나 발화기본주파수(SFF<sub>0</sub>: peaking fundamental frequency) 변동(variance)에서의 표준 편차(SFF<sub>0</sub> SD) 및 범위(SFF<sub>0</sub> range)에 대해서는 연구자들간에 서로 상반된 결과를 제시하고 있다. Pegoraro (1988)는 미국인과 스페인 여성의 경우 SFF<sub>0</sub> SD 및 SFF<sub>0</sub> range가 남성보다 더 크다고 하였으며, 이와 상반된 연구들에서는 코카시안 및 아프리카계 미국인의 경우, 오히려 남성이 여성보다 SFF<sub>0</sub> SD 및 SFF<sub>0</sub> range가 더 크다는 결과를 제시하였다(Awan, 1993; Benjamin, 1981; Hudson & Holbrook, 1981). Chen(2007)은 만다린어(Mandarin)를 사용하는 타이완 성인들을 대상으로 한 연구에서 여성이 남성보다 SFF<sub>0</sub> SD 및 SFF<sub>0</sub> range가 더 크다고 하였으며 이는 여성들이 문장에서 남성들보다 음도의 올림과 내림을 폭넓게 사용하기 때문인 것으로 해석하였다.

Case(2002)는 발화기본주파수를 연속구어에서의 평균값 또는 중앙값이라고 정의하였으며, Boone 등(2009) 및 Colton 등(2006)은 발화기본주파수의 측정은 표준화된 음성평가가 절차에서 매우 주요한 요소라고 하였다. 평균기본주파수를 측정하기 위하여 지금까지 대화, 낭독, 숫자세기, 연장발성 등과 같은 여러 다양한 조건들이 제안되어왔다(Andrews, 2006; Colton 등, 2006; Awan, 2001; Hirano, 1981). 이러한 많은 발화조건들이 제시되고 있다는 것은 발화조건에 따라 발화기본주파수가 매우 큰 영향을 미친다는 것을 의미한다(Zraick 등, 2004; Shrivastav 등, 2000; Hollien 등, 1997; Murry 등, 1995). Murry 등(1995)은 연장발성, 낭독, 자발구어에서 발화조건별로 평균기본주파수를 조사한 결과, 남성 피험자들은 낭독이나 자발구어 보다는 연장발성에서 평균기본주파수가 유의하게 낮았다고 하였으며, Hollien 등(1997)은 낭독에서의 발화기본주파수가 즉흥적인 자발구어에서 보다 높다고 하였다. Zraick 등(2000)은 성인 24명(평균 25.8세)과 아동 12명을 대상으로 발화조건별 발화기본주파수를 비교하였다. 연구 결과, 아동 및 성인 남성에게서는 발화조건 간에 평균기본주파수가 유의한 차이가 없었지만, 여성에게는 유의한 차이가 있었다고 하였으며( $p < .001$ ), 여성들의 습관적인 발화기본주파수(habitual speaking fundamental frequency)를 측정하거나 정상 기준치를 해석할 때에는 많은 주의를 요한다고 하였다.

Baken과 Orlikoff(2000)는 평균기본주파수의 측정에는 SFF<sub>0</sub>의 측정 또한 중요하지만, SFF<sub>0</sub> SD 및 SFF<sub>0</sub> range 등이 포함되어야 한다고 하였다. SFF<sub>0</sub>의 변동은 SFF<sub>0</sub> 변동의 표준편차(SFF<sub>0</sub> SD) 혹은 SFF<sub>0</sub> 변동의 범위(SFF<sub>0</sub> range), 즉 구어 샘플

에서의 가장 높은 SFF<sub>0</sub>(Max SFF<sub>0</sub>)와 가장 낮은 SFF<sub>0</sub>(Min SFF<sub>0</sub>)의 차이로서 측정한다(Colton, 등, 2006). Carole(2006)은 SFF<sub>0</sub>의 변동은 개인의 연령, 성별, 사회적 지위 등과 같은 요소들에 따라 변화할 뿐 아니라, 감정이나 악센트, 의문문과 서술문의 차이 등과 같은 문법적 구조의 표현에도 밀접한 관련이 있다고 하였다. Fitch(1990)는 20대 성인을 대상으로 SFF<sub>0</sub> range를 조사한 결과, 여성이 남성보다 범위가 유의하게 더 넓다고 하였으며, Robb와 Saxman(1985)은 다른 연령대와 비교하여 11개월에서 25개월 유아의 경우 SFF<sub>0</sub> range가 가장 큰데, 유아의 발성에는 쥐어짜거나 우는 것과 같은 다양한 비단어가 포함되어 있기 때문이라고 하였다.

음성강도(VI: vocal intensity) 또한 대부분의 구어 및 음성평가 현장에서 측정 되어야 하는 매우 중요한 음향 측정요소이다. 화자가 사용하는 습관적인 강도 수준은 음성장애의 진단 뿐 아니라 구어 의사소통의 음향적, 심리적, 사회적 측면에 관한 중요한 정보들을 제공한다. Case(2002)는 음성강도를 음성으로 산출된 소리 압력 수준(sound pressure level)이라고 정의하였다. 평균 음성강도란 연장발성이나 낭독, 대화 등의 구어 과제에서 측정된 전반적인 강도수준을 의미하며, 보통 입과 마이크의 특정한 거리에서 dB SPL로 측정한다(Zraick, 2004). Baken과 Orlikoff(2000)은 피험자가 6 inch (15cm) 거리에서 “무지개 문단”의 두 번째 문장을 낭독하였을 때, 성인 남성과 여성의 평균 음성강도는 약 69.3 dB이라고 하였으며, Hacki(1996)는 정상 대화에서의 음성강도는 약 50~70 dB 수준이라고 하였다. 또한 Gelfer와 Young (1996)는 12 inch (30cm) 거리에서 남성과 여성의 대화과제에서의 평균 음성강도를 측정된 결과, 남성은 70.42 dB, 여성은 68.15 dB로 성별 간에 유의한 차이가 거의 없었다고 하였다. 또한 Carole(2006)은 아동 또한 성인과 유사한 음성강도 수준을 사용하지만, 성인의 경우 나이가 들수록 조금씩 감소하는 경향이 있으나 주파수만큼 연령에 따라 차이가 나타나지 않는다고 하였다. Zraick(2004)은 피험자 30명을 대상으로 자동구어(약 57.0 dB), 유도 자발화(약 58.1 dB), 낭독(약 58.6 dB), 자발구어(약 58.3 dB)에서 피험자의 평균 음성강도를 측정된 결과, 4가지 발화조건간에 유의한 차이가 있었으며, 특히 자동구어와 자발구어( $p < .05$ ) 그리고 자동구어와 낭독( $p < .01$ )에서 차이가 있다고 하였다.

Colton 등(2006)은 음성강도의 변동은 화자의 정서 상태, 전달하고자 하는 내용 및 강세에 따라 다양해진다고 하였으며, 정상 화자의 경우 약 18.33 dB의 범위를 보인다고 하였다. 또한 Carole(2006)은 중성적 무감정 문장에서의 음성강도 변동은 약 10 dB 정도라고 하였다. Ma 등(2006)은 정상 집단과 발성장애 집단과의 비교 연구에서 정상 집단의 음성강도 변동이 발성 장애 집단 보다 유의하게 크다고 하였으며, Duffy(2005)는 파킨슨 환자와 같은 마비성말장애 환자의 경우 정상인과

비교되는 여러 다양한 특징의 비정상적인 음성강도의 변동을 나타낸다고 하였다.

환자의 음성문제를 치료하는 임상현장에서 음성문제를 가진 환자들을 대상으로 최적의 발성기법을 적용하고 그로 인한 효과를 검증하기 위하여 여러 음향 측정치들을 사용한다. 몇몇 연구에서는 음성과기능 환자를 대상으로 발화강도 수준을 줄이거나 제한하는 것이 치료에 효과적이었다고 보고하고 있으며, LSVT(Lee Silverman Voice Treatment)기법에서는 음성강도 수준을 높이는 훈련이 파킨슨 환자의 의사소통 기능을 향상시키는 것으로 보고하고 있다. 특히 발화에서의 음도와 강도의 변화가 부족한 단음도와 단강도 피험자의 경우 음성에 영향을 미치는 신경계의 질환이나 심리적 문제를 예상해 볼 수 있는 중요한 자료로 활용될 수 있다. 이와 같이, 말소리의 발화기본주파수 및 음성강도에 대한 연구들이 임상자료로서 활용되기 위해서는 성별이나 연령집단 뿐 아니라, 발화 자료의 형태나 다양한 발화조건에 따라서도 이루어져야 하며, 발화기본주파수 변동이나 음성강도의 변동 또한 임상 기초 자료로 매우 중요할 수 있다. 본 연구는 피험자의 성별 및 발화조건별로 발화기본주파수 변동치인 표준편차(SFF<sub>0</sub> SD)와 범위(SFF<sub>0</sub> range) 그리고 음성강도 변동치인 표준편차(VI SD)와 범위(VI range)에 어떠한 차이가 있는지를 알아보고자 하였으며, 구체적 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 성별 SFF<sub>0</sub> 및 VI는 발화조건 간에 어떠한 차이를 나타내는가?

둘째, 발화조건별 SFF<sub>0</sub> 변동 및 VI 변동은 성별 간에 어떠한 차이를 나타내는가?

셋째, 성별 SFF<sub>0</sub> 변동 및 VI 변동은 발화조건 간에 어떠한 차이를 나타내는가?

## 2. 연구 방법

### 2.1 연구 대상

본 연구의 대상자는 대구소재 대학에 재학 중인 만 20~28세의 정상 성인 65명(남성 32명, 여성 33명)을 대상으로 하였다. 피험자들은 흡연 경력이 없었으며 모두 정상청력을 가지고 있고, 후두질환, 폐질환, 신경계질환, 구강 및 조음기관 관

표 1. 연구 대상자의 특성  
Table 1. Characteristics of subjects

성별	대상자수 (명)	평균 연령 (세;개월)	표준 편차 (개월)
남	32	22;2	37.42
여	33	20;2	21.01
계	65		

련 질환은 없었다. 또한 MDVP(Multi-Dimensional Voice Program, Model 4305)를 이용한 3회의 기초선 검사에서 음질 측정 요소인 주파수변동률(jitter), 진폭변동률(shimmer), 소음 대 배음 비(NHR)가 정상 범주에 포함되지 않은 피험자들은 본 실험 대상에서 제외하였다. 대상자의 특성은 <표 1>과 같다.

### 2.2 실험도구

실험은 피험자가 의자에 편안히 앉은 상태에서 헤드셋 (AKG acoustics, C420)을 착용한 상태에서 KayPENTAX의 Visi-Pitch IV(Model 3950)를 이용하여 피험자의 발화를 실시간으로 분석하였다. 마이크는 피험자의 좌측 입 모서리에서 대각선으로 약 10cm 거리에 위치시켰으며 피험자의 음성샘플은 Visi-Pitch IV에 내장된 음도 다듬기(pitch smoothing) 기능을 3회씩 실행한 후 분석하였다. 발화조건은 자발화, 낭독, 숫자세기로 구분하였으며 구체적인 발화조건은 다음과 같다.

- 자발화는 자신의 학과, 학년, 이름과 현재 거주지를 말하도록 하였다.
- 낭독은 “산책 문단”의 첫 번째 문장인 “높은 산에 올라가 맑은 공기를 마시며 소리를 지르면 가슴이 활짝 열리는 듯하다”까지를 낭독하게 하였다.
- 숫자 세기는 열하나에서 스물까지 세도록 하였다.

### 2.3 자료분석 방법

자료 분석은 SPSS(version 18.0) for windows를 활용하였다. 발화조건에 따른 발화기본주파수 및 강도 변동의 성별 간 차이는 t-test를 실시하였으며, 성별 발화기본주파수 및 강도 변동의 발화조건 간 차이는 일원분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였다.

## 3. 연구 결과

본 연구는 성별 및 발화조건별 발화기본주파수 및 음성강도의 변동 특성을 알아보기 위한 것이었다. 실험은 20대 정상 성인 65명(남성: 32명, 여성: 33명)을 대상으로 자발화, 낭독, 숫자세기에서 발화기본주파수(SFF<sub>0</sub>), 발화기본주파수 변동치의 표준편차(SFF<sub>0</sub> SD), 발화기본주파수 변동의 범위(SFF<sub>0</sub> range), 최대발화기본주파수(Max. SFF<sub>0</sub>), 최저발화기본주파수(Min. SFF<sub>0</sub>), 평균 음성강도(VI: Vocal Intensity), 음성강도 변동의 표준편차(VI SD), 음성강도 변동의 범위(VI range), 최대 음성강도(Max. VI), 최소음성강도(Min. VI)를 측정하였다. 연구 결과는 다음과 같다.

3.1 성별 및 발화조건별 발화기본주파수 및 음성강도의 특성

성별 및 발화조건별로 피험자의 발화기본주파수 및 음성강도를 측정된 결과는 <표 2>와 같다.

표 2. 성별 및 발화조건별 SFF<sub>0</sub> 및 VI의 특성  
Table 2. Characteristics of SFF<sub>0</sub> and VI by gender and utterance conditions

성별	발화조건	M±SD	F	sig			
SFF <sub>0</sub>	남 (n=32)	자발화	128.94±12.17 Hz	0.574	0.565		
		낭독	128.62±11.61 Hz				
		숫자세기	131.84±15.60 Hz				
	여 (n=33)	자발화	227.33±15.43 Hz				
		낭독	221.15±15.84 Hz				
		숫자세기	225.96±21.64 Hz				
VI	남 (n=32)	자발화	61.23±2.17 dB	1.807	1.170		
		낭독	62.37±3.23 dB				
		숫자세기	62.30±2.39 dB				
	여 (n=33)	자발화	60.64±2.94 dB			2.860	0.062
		낭독	61.07±2.30 dB				
		숫자세기	62.33±3.57 dB				

분석 결과, SFF<sub>0</sub>에서 남성의 경우 자발화는 128.94Hz, 낭독 128.62Hz, 숫자세기 131.84Hz였으며, 여성은 자발화 227.33Hz, 낭독 221.15Hz, 숫자세기는 225.96Hz였다. 또한, VI에서는 남성의 경우 자발화 61.23dB, 낭독 62.37dB, 숫자세기 62.30dB이었고, 여성은 자발화 60.64dB, 낭독은 61.07dB, 숫자세기는 62.33dB이었다. 남성과 여성 모두에서 SFF<sub>0</sub> 및 VI 측정치는 발화조건 간 유의한 차이가 없었다.

3.2 발화조건별 발화기본주파수 및 음성강도 변동의 성별 간 특성

3.2.1 발화조건별 발화기본주파수 변동의 성별 간 특성

발화조건별 발화기본주파수 변동의 성별 간 차이에 대한 결과는 <표 3>과 같다.

분석 결과, 자발화에서는 여성이 남성보다 SFF<sub>0</sub>(p<.001), SFF<sub>0</sub> SD(p<.01), SFF<sub>0</sub> range(p<.001), Max. SFF<sub>0</sub>(p<.001), Min. SFF<sub>0</sub>(p<.001) 모두에서 측정값이 유의하게 큰 것으로 나타났다. 낭독에서는 SFF<sub>0</sub>(p<.001), SFF<sub>0</sub> SD(p<.01), Max. SFF<sub>0</sub>(p<.01), Min SFF<sub>0</sub>(p<.001)에서만 여성이 남성보다 유의하게 큰 것으로 나타났으며, SFF<sub>0</sub> range에서는 남녀 간 유의한 차이가 없었다. 숫자세기에서는 SFF<sub>0</sub>(p<.001), Max. SFF<sub>0</sub>(p<.05), Min SFF<sub>0</sub>(p<.001)에서는 성별 간 유의한 차이가 나타났으나,

SFF<sub>0</sub> SD 및 SFF<sub>0</sub> range에서는 유의한 차가 없었다.

표 3. 발화조건별 SFF<sub>0</sub> 변동의 성별 간 특성  
Table 3. Characteristics of SFF<sub>0</sub> variance between gender depending on utterance conditions

발화 조건	성별	(단위: Hz)				
		M(SD)	SD M(SD)	Range M(SD)	Max M(SD)	Min M(SD)
자 발 화	남 (n=32)	128.94*** (12.17)	16.52** (12.42)	94.95*** (87.92)	195.39*** (89.99)	100.43*** (11.41)
	여 (n=33)	227.33*** (15.43)	29.64** (16.15)	193.58*** (117.77)	357.85*** (118.56)	164.46*** (30.12)
낭 독	남 (n=32)	128.62*** (11.61)	19.57** (11.81)	149.62 (136.61)	247.53** (134.98)	97.91*** (8.90)
	여 (n=33)	221.16*** (15.84)	29.48** (13.69)	195.41 (88.95)	350.43** (91.77)	154.19*** (28.27)
숫 자 세 기	남 (n=32)	131.84*** (15.60)	37.10 (32.96)	192.45 (169.71)	294.63* (168.88)	101.14*** (24.62)
	여 (n=33)	225.96*** (21.64)	37.83 (32.39)	218.18 (148.17)	383.50* (156.55)	165.33*** (26.94)

M: 평균, SD: 표준편차 \*p < .05, \*\*p < .01, \*\*\*p < .001

3.2.2 발화조건별 음성강도 변동의 성별 간 특성

발화조건별 음성강도의 성별 간 차이에 대한 결과는 <표 4>와 같다. 분석 결과, 낭독에서의 Min VI(p<.05)를 제외하고서는 발화조건 모두에서 남녀 간에 유의한 차이가 없었다.

<표 4> 발화조건별 VI 변동의 성별 간 특성

Table 4. Characteristics of VI variance between gender depending on utterance conditions

발화 조건	성별	(단위: dB)				
		M±SD	SD (M±SD)	Range (M±SD)	Max (M±SD)	Min (M±SD)
자 발 화	남 (n=32)	61.23 (2.17)	3.26 (0.78)	19.77 (6.03)	67.91 (3.96)	48.16 (3.28)
	낭 독 (n=33)	60.64 (2.94)	2.91 (0.51)	19.38 (4.82)	67.63 (4.30)	48.28 (2.82)
낭 독	남 (n=32)	62.37 (3.23)	3.28 (0.76)	22.52 (6.13)	69.92 (5.08)	47.37* (2.62)
	여 (n=33)	61.07 (2.30)	3.19 (0.43)	23.59 (2.64)	69.74 (2.88)	46.06* (2.06)
숫 자 세 기	남 (n=32)	62.30 (2.39)	3.45 (0.75)	20.76 (4.97)	68.93 (3.80)	48.17 (2.67)
	여 (n=33)	62.33 (3.57)	3.62 (0.75)	23.21 (5.48)	70.39 (5.26)	47.18 (2.55)

M: 평균, SD: 표준편차 \*p < .05

3.3 성별 발화기본주파수 및 음성강도 변동의 발화조건 간 특성

3.3.1 성별 발화기본주파수 변동의 발화조건 간 특성

성별 발화기본주파수 변동의 발화조건 간 특성을 분석한 결과는 <표 5>와 같다.

<표 5> 성별 SFF<sub>0</sub> 변동의 발화조건 간 특성

Table 5. Characteristics of SFF<sub>0</sub> variance among utterance conditions depending on gender

(단위: Hz)					
	성별	발화조건	M±SD	F	sig
SFF <sub>0</sub> SD	남 (n=32)	자발화	16.52±14.05	8.578***	0.000
		낭독	19.57±11.81		
		숫자세기	37.10±32.96		
	여 (n=33)	자발화	29.64±16.15		
		낭독	29.48±13.69		
		숫자세기	37.83±32.39		
SFF <sub>0</sub> range	남 (n=32)	자발화	94.95±87.92	4.174*	0.018
		낭독	149.62±135.61		
		숫자세기	192.45±169.71		
	여 (n=33)	자발화	193.57±117.77		
		낭독	195.41±88.95		
		숫자세기	218.17±148.17		
Min. SFF <sub>0</sub>	남 (n=32)	자발화	100.43±11.41	0.340	0.713
		낭독	97.91±8.90		
		숫자세기	101.14±24.62		
	여 (n=33)	자발화	164.46±30.12		
		낭독	154.19±28.27		
		숫자세기	165.33±26.94		
Max. SFF <sub>0</sub>	남 (n=32)	자발화	195.39±89.99	4.314*	0.016
		낭독	247.53±134.98		
		숫자세기	294.63±168.88		
	여 (n=33)	자발화A)	357.85±118.56		
		낭독B)	350.43±91.77		
		숫자세기	383.50±156.55		

M: 평균, SD: 표준편차 \*p < .05, \*\*\*p < .001

분석 결과, SFF<sub>0</sub> SD는 남성의 경우, 숫자세기 37.10 Hz, 낭독 19.57 Hz, 자발화 16.52 Hz의 순으로 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<.001). 사후검정 결과, 자발화와 숫자세기 그리고 낭독과 숫자세기 간 차이가 있었다. 여성의 경우는 숫자세기 37.83 Hz, 자발화 29.64 Hz, 낭독 29.48 Hz의 순으로 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

SFF<sub>0</sub> range는 남성의 경우, 숫자세기 192.45 Hz, 낭독 149.62 Hz, 자발화 94.95 Hz의 순으로 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<.05). 사후검정 결과, 자발화와 숫자세기 간 차이가 있었다. 여성의 경우, 숫자세기 218.17 Hz, 낭독 195.41 Hz, 자발화 193.57 Hz의 순으로 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

Min. SFF<sub>0</sub>는 남성의 경우 숫자세기 101.14 Hz, 자발화 100.43 Hz, 낭독 97.91 Hz의 순으로 나타났으며, 여성 또한 숫자세기 165.33 Hz, 자발화 164.46 Hz, 낭독 154.19 Hz의 순으로 나타났으나 남성과 여성의 경우 모두 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

<표 6> 성별 VI 변동의 발화조건 간 특성

Table 6 Characteristics of VI variance among utterance conditions depending on gender

(단위: dB)					
	성별	발화조건	M±SD	F	sig
VI SD	남 (n=32)	자발화	3.26±0.78	0.580	0.562
		낭독	3.28±0.76		
		숫자세기	3.45±0.75		
	여 (n=33)	자발화	2.91±0.51		
		낭독	3.19±0.43		
		숫자세기	3.62±0.75		
VI range	남 (n=32)	자발화	19.77±6.03	1.896	0.156
		낭독	22.52±6.13		
		숫자세기	20.76±4.97		
	여 (n=33)	자발화	19.38±4.82		
		낭독	23.59±2.64		
		숫자세기	23.21±5.48		
Min. VI	남 (n=32)	자발화	48.16±3.28	0.803	0.451
		낭독	47.37±2.62		
		숫자세기	48.17±2.67		
	여 (n=33)	자발화	48.28±2.82		
		낭독	46.06±2.06		
		숫자세기	47.18±2.55		
Max. VI	남 (n=32)	자발화	67.91±3.96	1.721	0.184
		낭독	69.92±5.08		
		숫자세기	68.93±3.80		
	여 (n=33)	자발화	67.63±4.30		
		낭독	69.74±2.88		
		숫자세기	70.39±5.26		

M: 평균, SD: 표준편차 \*\*\*p < .001

Max. SFF<sub>0</sub>는 남성의 경우 숫자세기 294.63 Hz, 낭독 247.53 Hz, 자발화 195.39 Hz의 순으로 나타났으며, 통계적 차이가 유의하였다(p<.05). 사후검정에 의한 발화조건 간 차이를 알아본 결과 자발화와 숫자세기 간에 차이를 보였다. 여성의 경우는 숫자세기 383.50 Hz, 자발화 357.85 Hz, 낭독 350.43 Hz의 순으로 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

3.3.2 성별 음성강도 변동의 발화조건 간 특성

성별 음성강도 변동의 발화조건 간 특성을 비교한 결과는 <표 6>과 같다. 분석 결과, VI SD는 남성의 경우, 숫자세기 3.45 dB, 낭독 3.28 dB, 자발화 3.26 dB 순으로 나타났으며 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 그러나 여성의 경우, 숫자세기 3.62 dB, 낭독 3.19 dB, 자발화 2.91 dB 순으로 나타났으며 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p<.001). 사후검정에 의한 발화조건 간 차이를 분석한 결과, 자발화와 숫자세기, 낭독과 숫자세기 간에 유의한 차이를 보였다.

VI range는 남성의 경우, 낭독 22.52 dB, 숫자세기 20.76 dB,

자발화 19.77 dB 순으로 나타났으며 유의한 차이는 없었다. 여성의 경우, 낭독 23.59 dB, 숫자세기 23.21 dB, 자발화 19.38 dB 순으로 나타났으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p < .001$ ). 사후검정 결과, 자발화와 숫자세기, 낭독과 숫자세기 간에 유의한 차이를 보였다.

Min. VI는 남성의 경우 숫자세기 48.17 dB, 자발화 48.16 dB, 낭독 47.37 dB 순으로 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이는 없었지만, 여성의 경우 자발화 48.28 dB, 숫자세기 47.18 dB, 낭독 46.06 dB 순으로 나타났으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p < .01$ ). 사후검정 결과, 자발화와 낭독 간에 유의한 차이를 보였다.

Max. VI는 남성의 경우 낭독 69.92 dB, 숫자세기 68.92 dB, 자발화 67.91 dB 순으로 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 그러나 여성의 경우 숫자세기 70.39 dB, 낭독 69.74 dB, 자발화 67.63 dB 순으로 나타났으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ ). 사후검정에 의한 발화조건 간 차이를 검토한 결과 자발화와 낭독, 자발화와 숫자세기 간에 유의한 차이를 보였다.

#### 4. 논의

대구 소재 대학에 재학 중인 20대 대학생을 대상으로 자발화(자기소개), 낭독(산책문단), 숫자세기(열하나에서 스물까지)에서 발화기본주파수 및 음성강도를 측정된 결과, 남성과 여성 모두 발화조건 간에 유의한 차가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 여성의 경우, 발화기본주파수가 발화조건 간에 유의한 차이가 있었다는 Zraick 등(2000)의 연구 결과와 상이하였는데, 그의 연구에서는 본 연구에서의 발화조건인 자발화, 낭독, 숫자세기 뿐 아니라, 연장발성, “음-흠”발성, “어-히”발성, 숫자 3까지 센 후 /i/ 연장발성 등의 발화조건이 포함되었기 때문이며, Zraick 등(2000)이 제시한 사후검정 결과를 자발화, 낭독, 숫자세기 만으로 검토한 결과, 여성에게서도 본 연구 결과와 마찬가지로 유의한 차이가 없었다. 또한 Zraick 등(2000)의 연구 결과 보다 여성의 발화기본주파수가 다소 높게 나타났는데, 이는 문화 혹은 인종간의 차이에 의한 결과일 수도 있으며, Zraick 등(2000)의 연구는 12명의 여성 피험자의 평균 연령이 25.8세로 본 연구와 유사하였지만 20대에서 50대를 대상으로 하였기 때문에 본 연구 결과 보다 발화기본주파수가 낮게 나타났을 것으로 해석된다.

성별 간 발화기본주파수의 변동을 비교한 결과, 자발화의 경우  $SFF_0$  SD( $p < .01$ ),  $SFF_0$  range ( $p < .001$ ), Max.  $SFF_0$  ( $p < .001$ ), Min.  $SFF_0$  ( $p < .001$ ) 모두에서 여성이 남성보다 발화기본주파수의 변동이 유의하게 큰 것으로 나타났다. 그러나 낭독에서는 4가지의 변동 측정치들 가운데,  $SFF_0$  range, 그리고 숫자세기에서는  $SFF_0$  SD 및  $SFF_0$  range에서

성별 간 유의한 차가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 숫자세기에서는 남성과 여성의 차이가 없으나, 자발화에서는 여성이 남성보다 유의하게 발화기본주파수 변동이 크다고 할 수 있으며, Pegoraro(1988) 및 Chen(2007)의 연구 결과와 부분적으로 일치한다고 볼 수 있다. Pegoraro(1988) 및 Chen(2007)은 낭독 조건에서  $SFF_0$ 와  $SFF_0$  SD를 측정된 결과 여성이 남성보다  $SFF_0$  SD가 유의하게 크기 때문에 여성이 문장에서 음도의 올림과 내림을 남성들보다 더욱 폭넓게 사용하고 있다는 점을 강조하였다. 그러나 본 실험 결과에 의하면 낭독에서의  $SFF_0$  SD는 여성이 유의하게 더 높았지만, 숫자세기에서는 발화기본주파수 변동이 성별 간에 차이가 없었다.

피험자의 성별 간 음성강도 변동을 분석한 결과, 낭독에서 Min VI ( $p < .05$ ) 이외에는 모든 발화조건에서 유의한 차가 나타나지 않았다. 이 연구 결과는 Zraick 등(2004)의 연구 결과와 차이가 있는데, 발화조건이 본 연구와 상이하기 때문일 것으로 해석된다. 본 실험에서는 자기소개로 자발화를 유도하였지만, Zraick(2004)의 실험에서는 유도된 자발화(검사실 환경에 대하여 질문하기)를 사용하였고, 그림보고 말하기(보스턴 실어증 진단 도구의 "The Cookie Theft" 사용) 조건이 추가되었다는 점에서 본 연구와 차이가 있다.

마지막으로, 성별 발화기본주파수 및 음성강도 변동이 발화조건간에 유의한 차가 나타나는 지를 검토한 결과, 발화기본주파수 변동은 남성에게서만 유의한 차이가 나타났으며( $SFF_0$  SD:  $p < .001$ ,  $SFF_0$  range:  $p < .05$ , Max.  $SFF_0$ :  $p < .05$ ) 여성에게서는 차이가 없었다. 남성의 경우, 숫자세기 > 낭독 > 자기소개 순으로 발화기본주파수 변동이 적었다. 그러나 음성강도 변동은 발화주파수 변동과는 반대로, 남성에게서는 유의한 차이가 없었지만, 여성에게서 유의한 차이가 나타났다(VI SD:  $p < .001$ , VI range:  $p < .001$ , Min. VI:  $p < .01$ , Max. VI:  $p < .05$ ). 여성의 경우 숫자세기 > 낭독 > 자기소개 순으로 음성강도 변동이 작아지는 특징이 있었다. 이러한 결과는, 남성은 발화조건에 따라 발화기본주파수 변동이 영향을 받는 반면 여성은 음성강도 변동의 영향을 받는다는 점을 시사한다.

#### 5. 결론 및 제언

발화기본주파수와 강도관련 음성 측정치들의 성별 차이에 대해서는 지금까지 많은 연구들이 이루어져 왔다. 그러나 최근에는 문화 간 차이 뿐 아니라 동일 문화권 내에서도 태생을 달리하는 인종적 차이에서도 발화기본주파수와 음성강도의 변동이 다르다는 사실들이 보고되고 있다(Chen, 2007; Awan, 1993; Benjamin, 1981; Hudson & Holbrook, 1981). 또한 음성 문제를 다루는 임상 현장에서 여러 음향측정치들이 진단 기준으로 활용되고 있으며, 치료적 중재의 수단으로서 뿐 아니라 실험 처치 전·후의 중재효과 비교에도 활용되어오고 있다.

따라서 이러한 음향 측정치들에 대한 정상 기준치는 여러 다양한 발화조건에서 정확한 표준이 확립되어야 할 필요성이 있다.

본 연구는 20대 대학생들을 대상으로 3가지 발화조건(자발화, 낭독, 숫자세기)에서 발화기본주파수를 측정하였고, 발화기본주파수 및 강도 변동의 성별 및 발화조건별 특성을 분석하였다. 연구 결과, 첫째, 발화기본주파수 및 음성강도는 남성 및 여성 모두 발화조건 간에 유의한 차가 나타나지 않았다. 둘째, 성별 간 발화기본주파수 변동은 자발화의 경우,  $SFF_0$  SD( $p<.01$ ),  $SFF_0$  range ( $p<.001$ ), Max.  $SFF_0$  ( $p<.001$ ), Min.  $SFF_0$ ( $p<.001$ ) 모두에서 여성이 남성보다 유의하게 큰 것으로 나타났다. 낭독에서는 4가지의 변동 측정치들 가운데,  $SFF_0$  range에서 성별 간 유의한 차가 나타나지 않았으며, 숫자세기에서는  $SFF_0$  SD 및  $SFF_0$  range에서 성별 간 유의한 차가 나타나지 않았다. 또한 성별 간 음성강도의 변동은 모든 발화조건과 변동 측정치들에서 유의한 차가 나타나지 않았다. 마지막으로, 발화조건 간 발화기본주파수 및 음성강도 변동을 비교분석한 결과, 발화기본주파수 변동은 남성의 경우, 자발화 > 낭독 > 숫자세기 순으로 유의한 차를 나타내었으나 ( $SFF_0$  SD: $p<.001$ ,  $SFF_0$  range:  $p<.05$ , Max  $SFF_0$ :  $p<.05$ ), 여성의 경우 유의한 차가 없었다. 음성강도 변동은 여성에게서 자발화> 낭독> 숫자세기 순으로 유의한 차가 나타났으며(VI SD:  $p<.001$ , VI range:  $p<.001$ , Min. VI:  $p<.01$ , Max. VI:  $p<.05$ ), 남성의 경우 유의한 차이가 없었다. 이러한 결과를 토대로 본 연구에서는 남성의 경우, 발화조건에 따라 발화기본주파수 변동이 영향을 받는 반면, 여성의 경우는 음성강도 변동의 영향을 받는다는 결론을 내렸다.

본 연구는 연령 범위를 20대로 제한하였으나, 추후 발화기본주파수 및 음성강도 변동 연구들이 더욱 많은 피험자를 대상으로 전 연령대에 걸쳐 광범하게 이루어져야 하며, 본 연구에서는 자신을 소개하는 것으로 자발화를 분석하였고, 숫자세기의 경우 열하나 부터 스물까지 숫자를 세는 것으로 음성측정치들을 조사하였다. 그러나 발화의 내용과 특성에 따라 음성측정 결과들이 다르게 나타날 수 있다는 측면에서 여러 다양한 발화상황에서의 후속 연구들이 지속되어지길 바라며, 또한 본 연구의 발화기본주파수 및 음성강도의 변동 측정치들이 차후 자폐아, 청각장애인, 마비성말장애 환자의 단음도 평가 등과 같은 후속 연구에 폭넓게 활용되어지기를 희망한다.

## 참고문헌

- Andrews, M. L. (2006). *Manual of voice treatment: Pediatrics through geriatrics*, (3th eds). New York: Delmar Publishers.
- Aronson, A. E. & Bless, D. M. (2009). *Clinical voice disorders*. (4th eds). New York: Thieme Medical Publishers, Inc.
- Awan, S. N. (2001). *The voice diagnostic protocol: A practical guide to the diagnosis of voice disorders*. Austin, Texas: Pro-Ed Inc.
- Awan, S. N. (1993). Superimposition of speaking voice characteristics and phonetograms in untrained and trained vocal groups. *Journal of Voice*, 7. 30-37.
- Baken, R. & Orlikoff, R. (2000). *Clinical measurement of speech and voice*. (2nd eds). San Diego: Singular Publishing Group, Inc.
- Benjamin, B. J. (1981). Frequency variability in the aged voice. *Journal of Gerontology*, 36. 722-726.
- Boone, D. R., MacFarlane, S. C., Von Berg, S. L. & Zraick, R. I. (2009). *The voice and voice therapy* (8th eds.). Boston: Allyn and Bacon.
- Brown, W. S., Morris, R. J., Hicks, D. M. & Howell, E. (1993). Phonational profiles of female professional singers and nonsingers. *Journal of Voice*, 7. 219-226.
- Carole, T. F. (2006). *Speech Science: An Integrated approach to theory and clinical practice*. (2nd eds). Boston: Allyn and Bacon.
- Case, J. L. (2002). *Clinical Management of Voice Disorders*. (4th eds). Austin, Texas: Pro-Ed Inc.
- Chen, S. H. (2007). Sex differences in frequency and intensity in reading and voice range profiles for Taiwanese adult speakers. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 59. 1-9.
- Colton, R. H., Casper, J. K. & Leonard, R. (2006). *Understanding voice problems: A physiological perspective for diagnosis and treatment*. (3rd eds.). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Duffy, J. R. (2005). *Motor speech disorder: Substrates, differential diagnosis, and management*. Philadelphia: Elsevier Inc.
- Fitch, J. L. (1990). Consistency of fundamental frequency and perturbation in repeated phonations of sustained vowels, reading, and connected speech. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 55. 360-363.
- Gelfer, M. P. & Young, S. R. (1997). Comparisons of intensity measures and their stability in male and female speakers. *Journal of Voice*, 11. 178-186.
- Hacki, T. (1996) Comparative speaking, shouting and singing voice range profile measurements: physiological and pathological aspects. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 21. 123-129.
- Hirano, M. (1981). *Clinical examination of voice*. New York: Springer-Verlag.

- Hollien, H., Hollien, P. A. & Jong, G. (1997). Effects of three parameters on speaking fundamental frequency. *Journal of the Acoustical Society of America*, 102, 2984-2992.
- Hudson, A. I. & Holbrook, A. (1981). A study of the reading fundamental vocal frequency of young black adults. *Journal of Speech and Hearing Research*, 24, 197-201.
- Ma, E., Robertson, J., Radford, C., Vagne, S., Halabi, R. E. & Yiu, E. (2006). Reliability of speaking and maximum voice range measures in screening for dysphonia. *Journal of Voice*, 21, 397-406.
- Morris, R. J. & Brown, W. S. (1984). Age-related differences in speech intensity among adult female. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 46, 64-69.
- Morris, R. J., Brown, W. S., Hicks, D. M. & Howell, E. (1995). Phonational profiles of male trained singers and nonsingers. *Journal of Voice*, 9, 142-148
- Murray, T., Brown, W. & Morris, R. (1995). Patterns of fundamental frequency for three types of voice samples. *Journal of Voice*, 9, 282-289
- Pegoraro Krook, M. I. (1988). Speaking fundamental frequency characteristics of normal Swedish subjects obtained by glottal frequency analysis. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 40, 82-90.
- Robb, M. & Saxman, J. (1985). Developmental trends in vocal fundamental frequency of young children. *Journal of Speech and Hearing Research*, 28, 420-429.
- Sapienza, C. M. (1997). Aerodynamic and acoustic characteristics of the adult African American voice. *Journal of Voice*, 77, 410-416.
- Shrivastav, R., Yamaguchi, H. & Andrews, M. (2000). Effects of stimulation techniques on vocal responses: implications for assessment and treatment, *Journal of Voice*, 14, 322-330.
- Titze, I. R. (1989): Physiologic and acoustic differences between male and female voices. *Journal of Acoustical Society of America*, 85, 1699-1707.
- Zraick, R. I., Nelson, J. L., Montague, J. C. & Monoson, P. K. (2000). The effect of task on determination of maximum phonational frequency range. *Journal of Voice*, 14, 154-160
- Zraick, R. I., Marshall, W. Olinde, L. S. & Montague, J. C. (2004). The effects of task on determination of habitual loudness. *Journal of Voice*, 18, 176-182.

• 이무경(Lee, Mookyung)

대구보건대학교 언어재활과  
대구시 북구 태전동 산1번지

Tel: 053-320-1843 Fax: 053-320-1850

Email: dkdk92@hanmail.net

관심분야: 음성학, 음성의학, 음성재활

2004~현재 대구보건대학교 언어재활과 교수