

외 후두부 길이와 발화기본주파수 간의 상관관계

Correlation Between the External Laryngeal Length and the Habitual Speaking Fundamental Frequency

남도현¹⁾ · 임성수²⁾ · 최홍식³⁾

Nam, DoHyun · Rheem, Sungsoo · Choi, Hong-Sik

ABSTRACT

For this study, the external laryngeal lengths of 9 females and 9 males with normal voices were measured together with their ages, heights, and weights, and after they read aloud sentences for 3 minutes, their habitual speaking fundamental frequencies, speaking low pitches, speaking high pitches, and vocal fold closed quotients were measured. The Spearman rank correlation analysis on these data showed a significant negative correlation between the external laryngeal length and the habitual speaking fundamental frequency for both females and males, a significant negative correlation between the external laryngeal length and the speaking high pitch for only males, a significant negative correlation between the external laryngeal length and the speaking low pitch for both females and males, and a significant positive correlation between the external laryngeal length and the vocal fold closed quotient for only males.

Keywords: external laryngeal length, speaking F0, vocal range

1. 서론

일반적으로 발화기본주파수(speaking fundamental frequency)는 습관적 말소리의 높이를 말하며 언어적 습관에 따라 달라지기도 하고, 음성질환이 있는 경우에도 달라지며, 연령에 따라 차이를 보이고 또한 성별에 따라서도 차이를 보이며, 또한 같은 성(gender)에서도 서로 차이를 보인다(Titze, 1994). 전통적인 성악에서는 같은 성에서도 발화기본주파수의 높고 낮음에 따라 성중(voice classification)을 구분하기도 한다(Miller, 1983).

유아기에는 남녀 간에 발화기본주파수가 차이를 보이지 않으나, 남성의 경우 사춘기를 지나면서 남성호르몬의 영향으로 성대의 길이가 급격히 길어지며 발화기본주파수도 낮아지고, 성도의 길이도 길어지며 또한 후두연골의 크기도 증가한다

(Harries 등, 1998; Beckford 등, 1985). 그러나 여성의 경우에는 남성과는 달리 사춘기에도 목소리는 급격히 저음화되지 않는다. 이러한 이유로 여성과 남성의 발화기본주파수는 성인이 되면 약 2배 정도 차이가 나며, 후두부의 크기도 차이가 난다. 후두의 골격구조는 갑상연골(thyroid cartilage), 운상연골(cricoid cartilage), 피열연골(arytenoid cartilage), 후두개연골(epiglottic cartilage), 뿔연골(corniculate cartilage) 및 썩기연골(cuneiform cartilage)이 있다. 그러나 외부에서 시각적으로 관찰할 수 있거나 손으로 만져지는 연골은 갑상연골과 운상연골이며, 갑상연골은 여성의 경우에는 시각적으로 잘 관찰되지 않으나 남성의 경우에는 외부에서도 관찰이 용이하다. 또한 같은 성에서도 크기의 차이를 보이며 대체로 갑상연골의 크기가 큰 경우가 작은 경우보다 낮은 목소리를 가지고 있다고 알려져 있다. 이러한 후두부의 크기와 길이는 그 안에 위치하고 있는 성대의 길이와 발화기본주파수에 영향을 줄 것으로 예상된다. 이번 연구에서는 외부에서 관찰할 수 있는 외 후두부(갑상연골의 갑상패임(thyroid notch)에서 운상연골의 하단부까지)의 길이와 습관적 말소리의 높이인 발화기본주파수 간의 상관관계, 외 후두부 길이와 발화 시 음도 범위(vocal range)인 최고음도 및 최저음도 간의 상관관계, 외 후두부 길이와 성대접촉률 간의 상관관계, 성대접촉률과 발화

1) 연세대학교 dhnambar@yuhs.ac

2) 고려대학교 rheem@korea.ac.kr

3) 연세대학교 hschoi@yuhs.ac, 교신저자

접수일자: 2009년 11월 15일

수정일자: 2009년 12월 3일

게재결정: 2009년 12월 4일

기본주파수 간의 상관관계, 신장 및 체중과 외 후두부 길이 간의 상관관계, 신장 및 체중과 발화기본주파수와 상관관계를 평가하였고, 외 후두부 길이 및 발화기본주파수의 남녀 간 비교도 실시하였다.

2. 연구 방법

2.1 연구대상

연구대상으로는 먼저 강남세브란스병원 이비인후과 음성 클리닉에서 후두 스트로보스코피(stroboscopy)검사를 시행하여 성대의 이상 유무를 판단해서 음성질환이 없는 평균연령 24.9±3.7세인 여성 9명과 평균연령 30.1±4.3세인 남성 9명을 연구대상으로 선정하였다.

2.2 측정도구 및 방법

2.2.1 연구대상의 신장과 체중의 측정

신장과 체중을 동시에 측정할 수 있는 자동 신장 체중 측정기(GL-150, 지테크인터네셔널)를 이용하여 측정하였다.

2.2.2 발화 기본주파수 및 음도범위의 측정

발화 기본주파수와 음도범위의 최저음도와 최고음도의 측정은 문장단위에서 음향학적 검사를 시행할 수 있는 Lx. Speech Studio(Laryngography Ltd, London, UK)의 SPEAD(Speech Pattern Element Acquisition and Display) 프로그램을 사용하여 편안하게 앉은 상태에서 513음절 9개의 문장으로 구성된 “가을” 문단(김향희, 1996)을 평소에 사용하는 자연스러운 말소리의 높이로 문장읽기를 시행하여 문장 전체의 안정구간인 80% 구간을 정량분석(quantitative analysis)하였다.

2.2.3 발화 시 성대접촉률의 측정

성대접촉률의 측정은 갑상연골주변을 알코올 솜으로 문지른 다음, EGG(electroglottograph) 밴드를 부착하고, SPEAD 프로그램을 사용하여, 평소에 사용하는 자연스러운 말소리의 높이로 “가을” 문단을 읽었을 때의 문장 전체의 안정구간인 80% 구간을 정량분석 하였다.

2.2.4 외 후두부 길이의 측정

외 후두부 길이의 측정은 William이 제시한 갑상연골의 갑상패임에서 윤상연골의 하단부까지의 길이를 측정하였다(William 등, 1990).

연구대상자를 의자에 앉힌 다음, 머리를 약 45도 정도 뒤로 기울이게 한 다음, <그림 1>에서와 같이 갑상연골의 상부전면에 있는 갑상패임을 손으로 확인하여 갈라지기 시작하는 부분에 <그림 2>의 컴퍼스(compass)로 한쪽 끝부분을 대고, 다시 손으로 윤상연골 하단부를 확인하여 다른 한 쪽에 대서 길이를

측정한 후, 컴퍼스의 내경을 <그림 2>의 0.01mm까지 측정할 수 있는 디지털 캘리퍼스(digital calipers)로 다시 측정하였다.

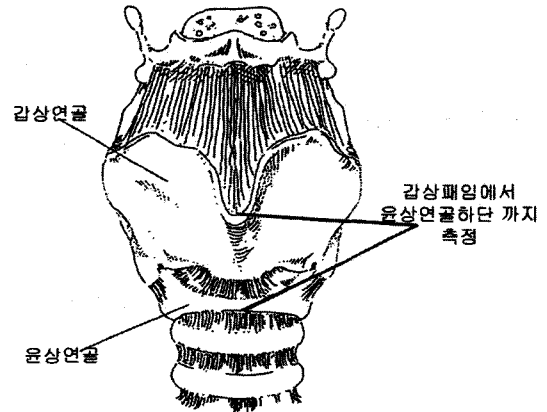


그림 1. 외 후두부(갑상패임에서 윤상연골의 하단부까지) 길이의 측정

Figure 1. Measuring the external laryngeal length (from thyroid notch to bottom of cricoid cartilage)

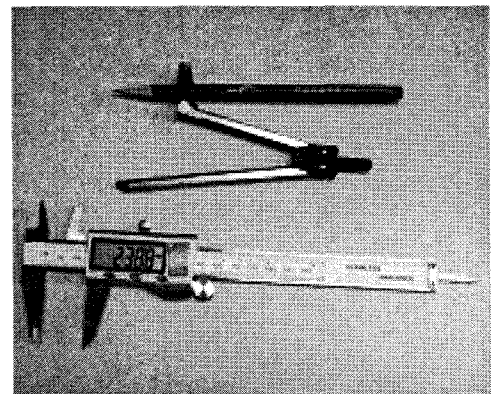


그림 2. 외 후두부 길이를 측정하기 위한 컴퍼스와 디지털 캘리퍼스

Figure 2. Compass and the digital calipers for measuring the external laryngeal length

2.3 통계분석 도구 및 방법

관심대상 변수들 간의 상관관계를 알아보기 위한 도구로는 SAS software를, 데이터를 그림으로 나타내기 위한 도구로는 Minitab software를 이용하였다.

상관관계의 척도로는 스피어만(Spearman) 순위상관계수를 사용하였다. 그 이유로 피어슨 상관계수는, 연속형 변수들간의 선형 연관성을 측정하는 데 있어 적절한 척도인데, 극단치의 영향을 많이 받고 검정을 위해서는 두 변수의 결합분포가 2변량 정규분포라는 가정을 필요로 한다. 스피어만 순위상관계수는, 서열형 변수들간의 선형 연관성을 측정하는 데 있어 적절한 척도인데, 원래의 변수 값들을 서열화한 순위에 대한 피어슨 상관계수로, 극단치의 영향도 적게 받고 원 자료에 대한 2변량 정규분포의 가정도 필요로 하지 않는다. 원래의 변수 값들의 산포도

(scatterplot)들을 그려 본 결과, 극단치가 관찰되거나 2변량 정규 분포의 가정이 충족되지 않는 것으로 보이는 경우가 있어서 스피어만 순위상관계수를 사용하기로 결정하였다. 스피어만 순위상관계수의 또 다른 유리한 점은 설령 측정에 오차가 존재하더라도 변수값들의 순위들이 달라지지만 않는다면, 그 값이 타당하다는 것이다(Spearman's rank correlation, 2007).

스피어만 순위상관계수의 통계적 유의성은 5% 유의수준에서 검정하였다. 연구결과를 설명할 때, 스피어만 순위상관계수는 r로 표기하였고, 스피어만 순위상관계수의 통계적 유의성이 인정될 경우에 r과 p-값을 제시하였다. 5% 유의수준에서는 p-값이 0.05보다 작으면 해당 통계치의 통계적 유의성을 인정하고, p-값이 0.05보다 크면 해당 통계치의 통계적 유의성을 인정하지 않는다. 어떤 통계치의 통계적 유의성을 인정하는 것은 그 통계치가 추정하는 참값이 0과 다르다고 보는 것을 뜻한다.

표본 상관계수의 통계적 유의성이 인정되면, 그 상관계수의 절대 값에 의하여 상관관계의 강도를 평가하게 된다. 객관적 측정이 용이한 데이터로부터 계산된, 통계적으로 유의한 상관계수의 절대 값을 해석하는 일반적 기준은 다음과 같다 (Correlation Explained, 2009).

- 0.0 이상 0.2 미만: 매우 약하거나 무시할 수 있는 상관관계
- 0.2 이상 0.4 미만: 약한 상관관계
- 0.4 이상 0.7 미만: 보통의 상관관계
- 0.7 이상 0.9 미만: 강한 상관관계
- 0.9 이상 1.0 이하: 매우 강한 상관관계

상관계수가 양수이면, 한 변수가 증가하면 다른 변수도 증가하는 경향을 의미하는 양(+)의 상관관계를 나타내고, 상관계수가 음수이면, 한 변수가 증가하면 다른 변수는 감소하는 경향을 의미하는 음(-)의 상관관계를 나타낸다.

3. 연구 결과

3.1 연구대상자의 신장과 체중. <표 1>

표 1. 연구대상의 연령 및 신장과 체중

Table1. Demographic information for the participants

성별(gender)	연령(년)	신장(cm)	체중(kg)
여성(9명)	24.9±3.7	159.3±5.3	52.2±5.5
남성(9명)	30.1±4.3	175.4±4.5	74.4±11.3

3.2 외 후두부 길이와 발화기본주파수 간의 상관관계

여성 집단에서의 외 후두부 길이와 발화기본주파수 간의 스피어만 순위상관계수는 통계적 유의성이 인정되며($r = -0.836$, p -값 = 0.0050), 외 후두부 길이가 길 때 발화기본주파수가 낮은 경향이 강한 음의 상관관계를 보였다. <그림 3>

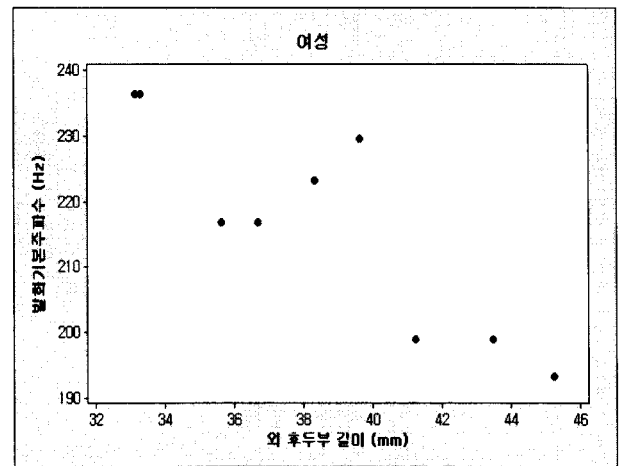


그림 3. 여성의 외 후두부 길이와 발화기본주파수
Figure 3. External laryngeal length and the habitual speaking fundamental frequency of females

남성 집단에서의 외 후두부 길이와 발화기본주파수 간의 스피어만 순위상관계수도 통계적 유의성이 인정되며($r = -0.967$, p -값 < 0.0001), 외 후두부 길이가 길 때 발화기본주파수가 낮은 경향이 매우 강한 음의 상관관계를 보였다. <그림 4>

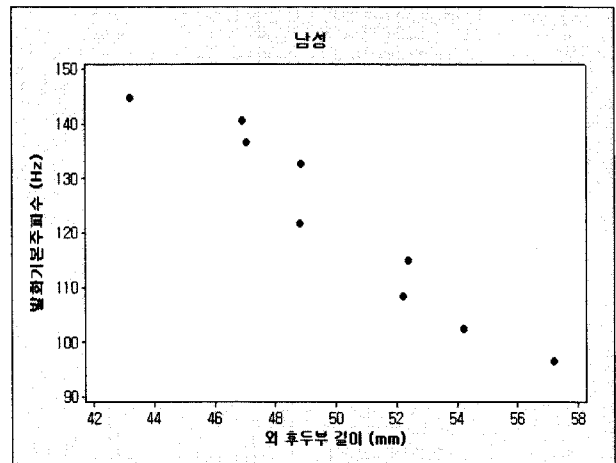


그림 4. 남성의 외 후두부 길이와 발화기본주파수
Figure 4. External laryngeal length and the habitual speaking fundamental frequency of males

3.3 외 후두부 길이와 발화 시 최고음도 및 최저음도 간의 상관관계

여성 집단에서의 외 후두부 길이와 발화 시 최고음 간을 비교하였을 때 <표 2>에서와 같이 외 후두부의 길이의 평균은 38.5 ± 4.3 mm, 최고음도의 평균은 275.5 ± 22.9 Hz로 나타났으나, 스피어만 순위상관계수는 5% 유의수준에서 통계적 유의성이 인정되지 않았다($r = -0.5$, p -값 = 0.1705).

남성 집단에서의 외 후두부 길이와 발화 시 최고음 간의 스피어만 순위상관계수는 통계적 유의성이 인정되며($r = -0.950$, $p < .01$), 외 후두부 길이가 길 때 발화 시 최고음이 낮은 경향이

매우 강한 음의 상관관계를 보였다(그림 5 참조).

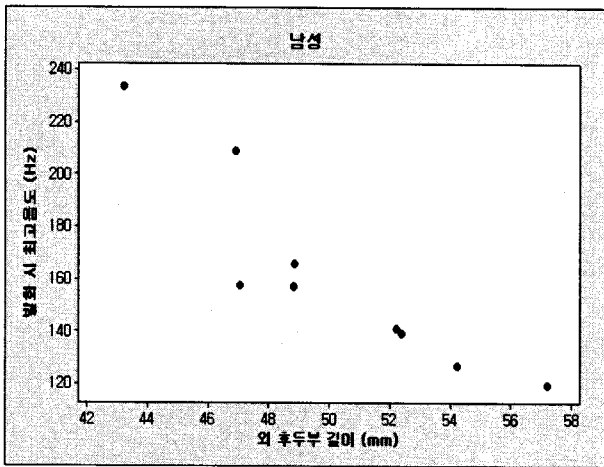


그림 5. 남성의 외 후두부 길이와 발화 시 최고음도

Figure 5. External laryngeal length and the speaking high pitch of males

여성 집단에서의 외 후두부 길이와 발화 시 최저음 간의 스피어만 순위상관계수는 통계적 유의성이 인정되며($r=0.817$, $p < .01$), 외 후두부 길이가 길 때 발화 시 최저음이 낮은 경향이 강한 음의 상관관계를 보였다(<그림 6> 참조).

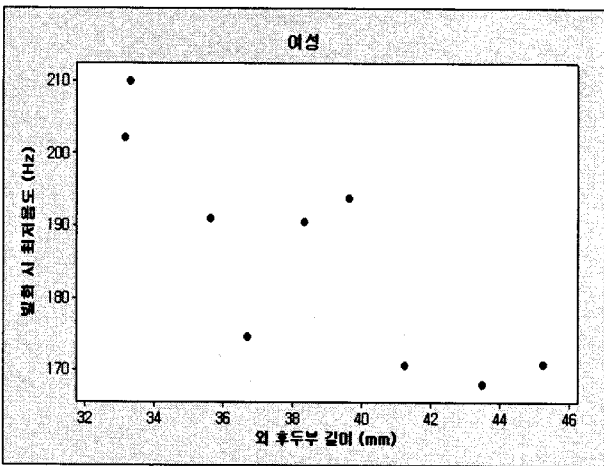


그림 6. 여성의 외 후두부 길이와 발화 시 최저음도

Figure 6. External laryngeal length and the speaking low pitch of females

남성 집단에서의 외 후두부 길이와 발화 시 최저음 간의 스피어만 순위상관계수는 통계적 유의성이 인정되며($r = -0.733$, $p = 0.0246$), 외 후두부 길이가 길 때 발화 시 최저음이 낮은 경향이 강한 음의 상관관계를 보였다(<그림 7> 참조).

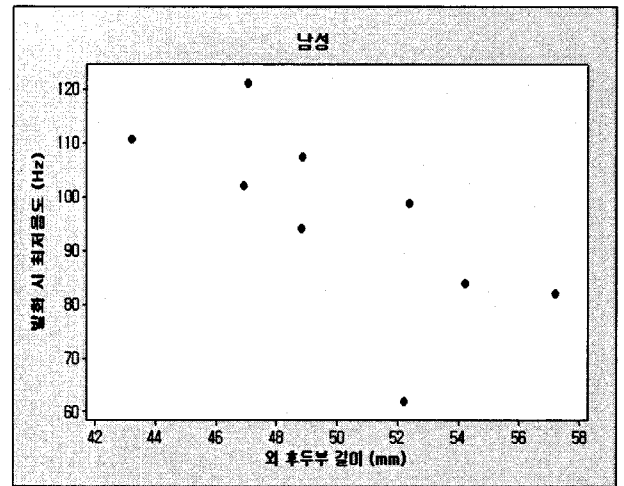


그림 7. 남성의 외 후두부 길이와 발화 시 최저음도

Figure 7. External laryngeal length and the speaking low pitch of males

3.4 외 후두부 길이와 상대접촉률 간의 상관관계

여성 집단에서의 외 후두부 길이(38.5±4.3mm)와 상대접촉률 간(51.8±2.3%)의 스피어만 순위상관계수는 5% 유의수준에서 통계적 유의성이 인정되지 않았다($r = 0.101$, $p = 0.7954$).

남성 집단에서의 외 후두부 길이와 상대접촉률 간의 스피어만 순위상관계수는 통계적 유의성이 인정되며($r = 0.667$, $p = 0.0498$), 외 후두부 길이가 길 때 상대접촉률이 높은 경향이 보통 정도인 양의 상관관계를 보였다(그림 8 참조).

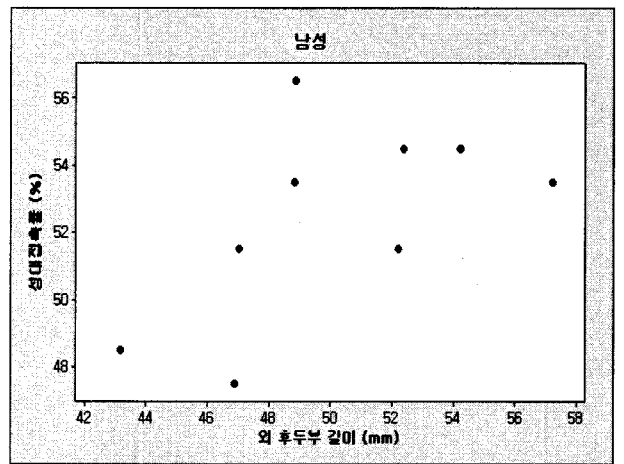


그림 8. 남성의 외 후두부 길이와 상대접촉률

Figure 8. External laryngeal length and the closed quotient of males

3.5 상대접촉률과 발화기본주파수 간의 상관관계

여성 집단의 상대접촉률(51.8±2.3%)과 발화기본주파수(216.7±16.5Hz) 간의 스피어만 순위상관계수는 5% 유의수준에서 통계적 유의성이 인정되지 않았다(여성: $r = 0.201$, $p = 0.6043$). 또한 남성 집단의 상대접촉률(52.4±2.9%)과 발화기본주파수(122.1±17.5Hz) 간의 스피어만 순위상관계수도 5% 유의수준에서 통계적 유의

성이 인정되지 않았다($r = -0.540, p = 0.1333$). <표 3>

3.6 신장 및 체중과 외 후두부 길이 간의 상관관계

여성 집단의 신장($159.3 \pm 5.3\text{cm}$)과 외 후두부 길이($38.5 \pm 4.3\text{mm}$) 간의 스피어만 순위상관계수들은 5% 유의수준에서 통계적 유의성이 인정되지 않았다($r = 0.239, p = 0.5350$).

남성 집단의 신장($175.4 \pm 4.5\text{cm}$)과 외 후두부 길이($50.1 \pm 4.3\text{mm}$) 간의 스피어만 순위상관계수들은 5% 유의수준에서 통계적 유의성이 인정되지 않았다($r = 0.159, p = 0.6828$).

여성 집단의 체중($52.2 \pm 5.5\text{kg}$)과 외 후두부 길이($38.5 \pm 4.3\text{mm}$) 간의 스피어만 순위상관계수들은 5% 유의수준에서 통계적 유의성이 인정되지 않았다($r = 0.377, p = 0.3178$).

남성 집단의 체중($74.4 \pm 11.3\text{kg}$)과 외 후두부 길이($50.1 \pm 4.3\text{mm}$) 간의 스피어만 순위상관계수들은 5% 유의수준에서 통계적 유의성이 인정되지 않았다($r = 0.367, p = 0.3317$).

3.7 신장 및 체중과 발화기본주파수와의 상관관계

여성 집단의 신장($159.3 \pm 5.3\text{cm}$)과 발화기본주파수($216.7 \pm 16.5\text{Hz}$) 간의 스피어만 순위상관계수들은 5% 유의수준에서 통계적 유의성이 인정되지 않았다($r = -0.022, p = 0.9559$).

남성 집단의 신장($175.4 \pm 4.5\text{cm}$)과 발화기본주파수($122.1 \pm 17.5\text{Hz}$) 간의 스피어만 순위상관계수들은 5% 유의수준에서 통계적 유의성이 인정되지 않았다($r = -0.335, p = 0.3786$).

여성 집단의 체중($52.2 \pm 5.5\text{kg}$)과 발화기본주파수($216.7 \pm 16.5\text{Hz}$) 간의 스피어만 순위상관계수들은 5% 유의수준에서 통계적 유의성이 인정되지 않았다($r = -0.208, p = 0.5919$).

남성 집단의 체중($74.4 \pm 11.3\text{kg}$)과 발화기본주파수($122.1 \pm 17.5\text{Hz}$) 간의 스피어만 순위상관계수들은 5% 유의수준에서 통계적 유의성이 인정되지 않았다($r = -0.45, p = 0.2242$).

3.8 외 후두부 길이 및 발화기본주파수의 남녀 간 비교

남성의 외 후두부 길이는 평균 50.1mm로 여성의 평균 38.5mm 보다 약 1.3배 길게 나타났으며, 이러한 차이는 통계적으로 1% 유의수준에서도 유의하였다.

여성의 발화기본주파수는 평균 216.7Hz로 남성의 122.1Hz 보다 약 1.8배 높게 나타났으며, 이러한 차이는 통계적으로 1% 유의수준에서도 유의하였다.

표 2 외 후두부의 길이
Table 2. External laryngeal length

	외 후두부의 길이(mm)
여성	38.5±4.3
남성	50.1±4.3

표 3. 발화 시 기본주파수 및 음도범위와 상대접촉률
Figure 3. Habitual speaking fundamental frequency, vocal range and the closed quotient of the vocal folds

	발화기본주파수 (Hz)	음도범위(Hz)		상대접촉률 (%)
		최저음도	최고음도	
여성	216.7±16.5	185.7±15.3	275.5±22.9	51.8±2.3
남성	122.1±17.5	95.7±17.7	161.0±37.8	52.4±2.9

4. 논의

후두는 해부학적으로 상부 소화기관과 호흡기관의 교차 부위에서 하 인두강의 앞쪽에 존재하고, 그 경계는 위로는 후두개(epiglottis)이고, 아래로는 기관과 연결되어 있는 윤상연골의 하단부이다. 그러나 후두개는 외부에서는 관찰 할 수가 없으며, 관찰할 수 있는 부분은 후두의 골격부분인 갑상연골과 윤상연골이다. Adam's apple이라 부르는 갑상연골은 좌우대칭으로 중앙에서 두개의 판(lamina ala)이 만나서 갑상패임이 형성되어 있으며, 갑상패임과 윤상연골 하단부는 남성뿐만 아니라 여성의 경우에도 손으로 확인이 가능하기 때문에 측정이 용이하다. William 등은 외 후두부의 길이와 상대길이를 비교한 연구에서도 외 후두부를 갑상패임에서 윤상연골의 하단부까지의 길이를 측정하였다(William 등, 1990). 이번 연구에서도 외 후두부를 갑상연골의 갑상패임에서 윤상연골의 하단부까지로 설정하고 측정하였다.

발화기본주파수는 습관적으로 사용하는 말소리의 높이로서 일반적으로 모음의 연장발성에서 얻어지는 기본주파수와는 다른 음도범위를 가지고 있다. 이번 연구에서는 약 3분 간 문장읽기를 시행하였는데, 이 문장은 513음절 9개의 문장으로 구성되어 있기 때문에 발화기본주파수와 음도범위를 측정하는 데 있어 좀 더 정확하다. <표 3>에서와 같이 남성의 발화기본주파수는 평균 122Hz, 여성의 발화기본주파수는 219.7Hz로 나타났다. 일반적으로 여성의 발화기본주파수는 200~250Hz 정도, 남성은 100~150Hz 정도라고 알려져 있으며, 다른 연구에서는 여성은 평균 220Hz, 남성은 평균 105Hz 라고 보고하고 있다(Huber 등, 1999). 다른 연구와 약간의 차이를 보이나 그것은 연구대상자에 따라 달라지며, 또한 연구대상자의 수와 인종이 다르며, 주어진 문장을 습관적 말소리로 읽기를 측정하였기 때문이라 생각된다.

남녀 모두에서 외 후두부의 길이가 길 때 대체로 발화기본주파수는 낮은 경향을 나타내는 음의 상관관계를 보였는데, 발화본주파수는 성대에서 만들어지는 성대음의 진동수를 말하며 성대의 길이에 따라 달라진다고 하였다(Abberton 등, 1989). 또한 상대길이는 가변적이기 때문에 길이의 측정이 어려우며 발화기본주파수는 성대의 길이를 대변하는 결정적인 요소라고 하였다(Roers 등, 2008). 그러므로, 발화기본주파수에 있어 성대의 길

이가 가장 중요한 요소이고 외 후두부는 발화기본주파수와 상관관계가 있기 때문에, 외 후두부의 길이는 성대의 길이와도 상관관계가 있을 것으로 예상되며 이 부분에 대하여는 좀 더 연구해 보아야 할 것이다. 다른 연구에서는 후두의 길이와 성대 길이의 상관관계를 조사하였는데, 후두의 길이가 36.7mm 정도이면 낮은 남성의 음도를 가지고 있고, 31.7mm 정도이면 높은 남성의 음도를 가지고 있다 하였다. 또한 여성의 경우는 후두의 길이가 20.8mm인 경우에는 높은 음도의 목소리를 가지고 있었고, 후두의 길이가 26.9mm 정도이면 낮은 음도의 목소리를 가지고 있다고 보고하였다(William 등, 1990). 그리고 갑상연골과 운상연골 사이에는 운상갑상공간(cricothyroid space: CT space)이 있고, 그 공간에 성대긴장근인 운상갑상근(cricothyroid muscle: CT m)이 있는데, 운상갑상근이 수축하여 갑상연골과 운상연골 사이를 좁게 만들면 성대의 길이는 늘어나 얇아지게 되면 진동수는 증가하여 음도는 높아지게 되고 외 후두부의 길이는 줄어들게 된다. 이때에도 외 후두부의 길이와 성대의 길이 간에 역시 양(+)의 상관관계가 있다고 할 수 있다. 이번 연구에서 외 후두부 길이와 발화기본주파수 간에서 남성에서 음의 상관관계가 더 강함을 볼 수 있는데, 남성이 외 후두부의 길이는 발화기본주파수 및 성대의 길이를 여성보다 더 반영한다는 것을 의미한다.

여성의 발화 시 음도범위, 즉, 최저음도에서 최고음도까지는 평균 89.8Hz로 남성의 65.3Hz보다 더 넓은 것으로 조사되었다. 남성 집단에서 외 후두부 길이가 길 때 발화 시 최고음도와 최저음도 모두 낮은 경향이 매우 강한 음의 상관관계들을 보인 것도 외 후두부의 길이가 성대의 길이를 반영하는 것으로 생각된다. 외 후두부 길이와 발화 시 최저음 간의 음의 상관관계는 남녀 집단들에서 그 강한 정도가 비슷함을 볼 수 있었다. 그러나 여성 집단에서 외 후두부 길이와 발화 시 최고음도 간에는 통계적으로 유의한 상관관계가 발견되지 않아 남성과 상이한 결과를 보였다. 몇 가지 원인을 추론하여 보면, 여성의 외 후두부는 시각적으로는 잘 관찰되지 않고 후두의 크기가 작아서 측정 시 오류가 발생하는 경우, 문장읽기에서 억양에 의한 음도의 변화가 큰 경우, 남성 보다 약 24.5Hz 더 넓은 여성의 음도범위, 또한 외 후두부 길이가 음도범위에서의 최고음도를 반영하지 않는 경우로 생각할 수 있으나 이 부분에 대하여는 연구대상자의 수를 늘려 좀 더 연구하여야 할 것으로 생각된다.

이번 연구에서 남성의 경우, 외 후두부 길이와 성대접촉률 간에, 외 후두부 길이가 길 때 성대접촉률이 높은 경향이 보통 정도인 양의 상관관계가 관찰되었는데, 이는 연구대상에 따라 결과는 달라질 것으로 생각된다. 실제 임상에서 발화 시 음도가 높고 음의 강도가 작은 경우 성대접촉률이 낮은 경우를 볼 수 있으며, 후두의 크기가 크고 성대의 길이가 긴 경우, 대체로 성대접촉률이 높게 측정되는 것이 일반적이다. 성대접촉률은 이론적으로 50% 정도가 이상적으로 생각하나, 실제 음성검사를 하여보면 50~52% 정도에서 나타나며, 다른 연구에서 여성의 평

균이 50%이고 남성의 평균이 52%였으며(남도현 등, 2009), 이번 연구에서는 여성의 51.8%와 남성의 52.8%로 다른 연구보다 약간 높게 측정되었으며, 연구대상자 사이에 차이를 보이는 것은 연구대상자에 따라 발성습관과 문장읽기를 시행할 때의 음의 강도가 다르기 때문이라 생각된다. 발성의 강도와 성대접촉률 사이에는 양의 상관관계가 있으며, 강도가 낮은 음에서는 성문 폐쇄기에 비해 성문개방기가 상대적으로 길며, 강도가 증가할수록 폐쇄기의 비율이 증가하여 성대접촉률은 높아진다고 하였다(Orlikoff 등, 1991). 그러나 외 후두부와 성대접촉률의 상관관계는 이번 연구대상에서 나타난 결과 일뿐 일반화 시킬 수 없는 결과라고 생각된다.

신장 및 체중과 외 후두부 길이 간에는 통계적으로 유의한 상관관계가 나타나지 않았다. 그러나 남성 성악가의 성종 중 베이스(bass)의 경우 대체로 키가 크며 목이 긴 특징이 있으며, 성악가를 대상으로 한 어떤 연구는 성문하부의 기관의 지름이 성대의 길이와 상관관계가 높다고 보고하고 있다(Roers 등, 2008). 이 부분에 대해서는 차후에 좀 더 연구해 보아야 할 것으로 생각된다.

남성은 성대길이가 1년에 약 0.7mm 정도 길어지고, 여성의 경우에는 약 0.4mm 정도 길어지며, 만 18세 전후하여 성장을 멈춘다. 또한 후두연골의 크기는 남성이 여성보다 약 1.4배 크고, 갑상연골의 전 후 사이의 길이는 남성이 여성보다 약 1.6배 길며, 또한 발화기본주파수는 여성이 남성보다 약 1.7배 높다고 하였다(Titze, 1994). 이번 연구에서 남성의 외 후두부 길이는 여성보다 약 1.3배 길게 나타나서, 다른 연구에서의 후두부 크기의 남녀간 차이와 별로 다르지 않으며, 발화기본주파수는 여성이 남성보다 약 1.8배 높게 나타나서, 역시 다른 연구에서의 발화기본주파수의 남녀 간 차이와 별로 다르지 않았다.

5. 결론

5.1. 남녀 모두에서 외 후두부의 길이가 길 때 발화기본주파수는 낮은 경향을 보였다. 발화기본주파수를 결정하는데 성대의 길이가 가장 중요한 변수이므로, 외 후두부의 길이와 성대의 길이 간의 상관관계가 높을 것으로 예상된다.

5.2. 남성은 외 후두부의 길이가 길 때 음도범위가 낮게 나타나는 경향을 보였으나, 여성은 외 후두부의 길이가 길 때 최저음도만 낮은 경향을 보였다.

5.3. 남성은 외 후두부의 길이가 길 때 성대접촉률이 높은 경향을 보였으나, 여성은 그렇지 않았다.

5.4. 신체적 조건과 외 후두부 길이 사이와 신체적 조건과 발화기본주파수 사이에서는 유의한 상관관계가 관찰되지 않았다.

5.5. 외 후두부 길이는 남성이 여성보다 약 1.3배 길게, 발화기본주파수는 여성이 남성보다 약 1.8배 높게 나타났다.

이번 연구의 의의는 평소 말소리의 높이에 대한 의문점을 가지고 있는 사람들에게 도움을 줄 수 있을 것으로 생각되며, 측정방법이 용이하기 때문에 실제 임상에서 활용이 용이하다.

연구의 제한점으로는 연구대상자의 수가 연령별로 구분되어 있지 않고, 연구대상자의 수가 적으며, 외 후두부의 길이를 측정 할 때 머리의 위치에 따라 영향을 받을 수 있는 것이다.

참 고 문 헌

- Kim, H. H. (1996). Perceptual, Acoustical, and Physiological Tools in Ataxic Dysarthria Management; A Case Report, 2nd *The Korean Society Of Phonetic Sciences And Speech Technology Semiannual*, 9-2.
(김향희, (1996). “운동실조형 마비성구음장애에 적용되는 지각적, 음향학적, 생리학적 도구에 관하여” 제2회 음성학 학술대회 자료집, 9-2.)
- Nam, D. H. Kim, W. S. (2009). "Vocal characteristics and differences in gender and voice classification among the classical singers", *The Korean Society Of Phonetic Sciences And Speech*, Vol.1, No.2, pp163-171.
(남도현 · 김화숙. (2009). "성악가의 성별 및 성종에 따른 발생적특징과 차이", *말소리와 음성과학*, 제1권 2호, pp.163-171.
- Abberton, E. Howard, D. Fourcin, A. (1989). "Laryngographic assessment of normal voice: a tutorial". *Clinical Linguistics and Phonetics*, Vol. 3. pp.281-296.
- Correlation Explained (2009). http://www.bized.co.uk/timeweb/crunching/crunch_relate_expl.htm.
- Beckford, N. S. Rood, S. R. Schaid, D. Schanbacher, B. (1985). "Androgen stimulation and laryngeal development", *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol*, Vol.94, pp.634-640.
- Harries, M. Hawkins. S. Hacking, J. Hughes, I.(1998). "Changes in the male voice at puberty: vocal fold length and its relationship to the fundamental frequency of the voice", *Journal of Laryngol Otol*. 112(5):451-4.
- Huber, J. E. Stathopoulos, E. T. Curione, G. M. Ash, T. and Johnson, K. (1999). "Formants of children, women and men: The effects of vocal intensity variation", *J. Acoust. Soc. Am*. Vol.106, pp.1532-1542.
- Miller, R. "Structure of Singing", Oberlin College Conservatory of Music. Ohio, USA, 1983.
- Orlikoff, R. F. Kahane, J. C. (1991). "Influence of mean sound of pressure level of jitter and shimmer measures", *Journal of voice*, Vol.4, pp.37-44.
- Roers, F. Mürbe, D. Sundberg, J. (2008). "Predicted Singers' Vocal Fold Lengths and Voice Classification A Study of X-Ray Morphological Measures", *Journal of Voice*, Vol.23, No.4, pp.408-413.
- Spearman's rank correlation (2007). <http://www.mei.org.uk/files/pdf/Spearmanrcc.pdf>.
- Titze, I. (1994). "*Principles of Voice Production*", National Center for Voice and Speech. Prentice Hall.
- William, S. & Ecclrs, R. (1990). "A new clinical measure of external laryngeal size which predicts the fundamental frequency of the larynx", *Acta Otolaryngol (Stockh)*, Vol.110, pp.141-148.
- 남도현 (Nam, Do Hyun)
연세대학교 의과대학 강남세브란스병원 이비인후과 음성언어의학연구소
서울시 강남구 도곡동 146-92 강남세브란스
Tel: 02-2019-3461
Fax: 02-234-4567
Email: dhnambar@yuhs.ac
 - 임성수 (Rheem, Sungsoe)
고려대학교 정보통계학과
충남 연기군 조치원읍 고려대학교 세종캠퍼스
Tel: 041-860-1554
Fax: 041-862-2000
Email: rheem@korea.ac.kr
 - 최홍식 (Choi, Hong-Sik)
연세대학교 의과대학 강남세브란스병원 이비인후과 음성언어의학연구소
서울시 강남구 도곡동 146-92
Tel: 02-2019-3461
Fax: 02-234-4567
E-mail: hschoi@yuhs.ac