

한국 정상 성인의 모음과 문단 산출 시 전기성문파형 측정

The Analysis of Eletroglottographic Measures of Vowel and Sentence in Korean Healthy Adults

김 재 옥¹⁾

Kim, Jaeock

ABSTRACT

This study investigated the closed quotient and other voice quality parameters using electroglottography (EGG) in sustaining the vowel /a/ and reading a sentence at the comfortable pitch and loudness in healthy Korean adults. Seventy two healthy adults (36 men, 36 women) aged 20~40 years were included in the study. The tasks were recorded and analyzed using Lx Speech Studio. In vowel sustaining task, closed quotient (Qx), fundamental frequency (Fx), sound pressure level (SPL), Jitter, and Shimmer were measured. In sentence reading task, closed quotient (DQx), fundamental frequency (DFx), and sound pressure level (DAX) were measured. The sex effects were observed on Qx, Fx, Shimmer, DQx, and DFx. Men had significantly higher Qx and DQx than women, but had significantly lower Shimmer than women. However, there was no sex effect on Jitter. The task effects on Qx and SPL as well as DQx and DAX were also assessed. Qx and SPL were significantly higher than DQx and DAX in both gender. This study showed that the closed quotients in both vowel sustaining and sentence reading tasks were significantly related to other voice quality parameters. Therefore, clinicians and researchers should describe the voice quality parameters like fundamental frequency, sound pressure level, Jitter, Shimmer, and so on when reporting closed quotients using EGG.

Keywords: electroglottography, closed quotient, voice quality parameters, vowel, sentence, Korean adults, normal voice

1. 서론

음성장애를 평가할 때 많이 사용되는 객관적 검사방법 중 전기성문파형검사(electroglottography, EGG)는 갑상연골이 위치한 목 주위 피부에 전극을 부착시켜 발성 시 양쪽 성대의 진동으로 인한 성대의 접촉 양상에 따른 전기 저항을 그래프로 나타내어 성대점막의 접촉 양상에 관한 정보를 제공하는 비침습적 검사이다(Titze, 1990; Baken & Orlikoff, 2000; Lee et al., 2003).

EGG는 정상 성대의 매커니즘과 음성장애로 초래되는 병리적 성대의 매커니즘을 구분할 수 있는 좋은 생리학적 지침이 되며, 특히 기식적(breathy), 정상(normal) 또는 과기능적(pressed)

음질을 구분하는 데 효과적이다(Orlikoff, 1991).

임상에서 주로 시행되고 있는 음향학적 평가로도 음질을 평가할 수 있는데, 이는 발성 시 산출된 성대의 진동음이 성문상부인 성도의 영향으로 변형된 음향학적 에너지를 통해 음질과 관련된 변수들을 측정하는 반면, EGG는 성대의 진동음만으로 이들을 분석할 뿐 아니라 성대접촉률(closed quotient)도 함께 분석할 수 있어 성문상부의 영향을 배제한 성대 자체의 병변 유무를 파악할 수 있다는 장점이 있다. 또한 Lx Speech Studio (Laryngograph Ltd, UK)와 같은 특정 EGG 프로그램은 모음 발성 뿐 아니라 자발화나 문단읽기와 같은 연속발화에서도 성대접촉률을 포함한 음질분석을 실시할 수 있어 성대병변과 관련된 성대접촉률이나 음질의 변화를 보다 민감하게 파악할 수 있다(Lee et al., 2003).

현재 임상에서는 EGG를 통해 분석한 성대접촉률을 제시할 때 함께 산출할 수 있는 음질과 관련된 다른 수치, 가령 음의 강도, Jitter, Shimmer는 함께 제시하지 않고 있다. 성문하압의 증가로 인해 음의 강도가 증가할 경우 성대접촉률은 당연히 증

1) 강남대학교 교육대학원 언어치료교육전공
연세대학교 의과대학 음성언어의학연구소, jaeock@gmail.com
이 논문은 2009년도 강남대학교 교내연구비 지원에 의한 것임

가한다. 또한 Jitter나 Shimmer와 같은 음질 관련 변수들의 변화도 성대접촉률에 영향을 미칠 것이다. 따라서 EGG를 통한 성대접촉률을 제시하기 위해서는 성대접촉률을 분석할 당시의 기본주파수, 음의 강도, Jitter, Shimmer와 같은 여러 음질 관련 변수들을 함께 제시할 필요가 있다.

또한 국내에서 주로 사용하고 있는 성대접촉률의 정상 범위는 국외 연구들에서 제시한 수치로 국내에서 기준으로 사용될 수 있는 한국인의 정상 성대접촉률은 알려진 바가 없다. 다만, 성대결절로 진단받은 15명의 여성과 15명의 정상대조군의 성대접촉률을 비교한 연구(Lee et al, 2003)와 내전형 연속성 발성장애로 진단받은 20~50대의 여성 86명과 20~40대의 정상대조군 86명에서 문단읽기 시 성대접촉률을 제시한 연구(Hwang, Kim & Choi, 2009)를 통해 정상 성대접촉률에 관한 일부 정보를 제공받을 수 있다. 그러나 이 연구들에서는 남성의 EGG 분석은 실시하지 않았으며, 모음과 연속발화에서의 성대접촉률의 차이를 살펴보지는 않았다. 국외의 경우에도, 모음 연장발성 시의 성대접촉률만 제시되어 있어 자발화나 문단읽기와 같은 연속발화에서의 성대접촉률을 살펴볼 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 정상 음성을 산출하는 한국 정상 성인을 대상으로 성별에 따라 모음 연장발성과 문단읽기에서의 성대접촉률 및 음질과 관련된 변수들을 함께 측정하고, 성대접촉률과 기타 음질관련 변수들과의 관계를 살펴보고자 한다.

2. 연구 방법

2.1 연구 대상

본 연구는 만 18~40세 사이의 한국 정상 성인 남녀 72명(남자 36명, 여자 36명)을 대상으로 하였다. 연구 대상자들은 후두 스트로보스코피 소견 상 후두 구조가 정상이고, 임상경력 3년 이상인 음성언어장애전문가 2인이 GRBAS 척도(Hirano, 1981)를 이용하여 자발화 상에서 청지각적으로 평가했을 때 G 척도가 0이었다. 이들은 또한 정상 청력을 지녔고, 과거력 상 호흡기질환, 신경계질환, 갑상선질환 및 후두질환의 병력이 없고, 조음기관의 구조적·기능적 이상이 없으며, 데이터 수집일을 기준으로 최근 2주 동안 호흡기질환을 경험한 적이 없는 사람들이었다.

대상자들의 평균 연령은 남자가 24.42(SD = 3.85)세, 여자가 25.75(SD = 4.44)세로 이들 간에 통계적으로 유의미한 차이는 없었다.

2.2 연구 절차

대상자들은 강남세브란스병원 이비인후과 음성클리닉을 방문하여 소음이 통제된 방에서 편안한 자세로 앉은 다음, Lx speech Studio ver342에 연결된 EGG의 양쪽 전극을 대상자의 갑상선골 양측에 고정하고, 자연스러운 음성을 산출할 수 있도록

편안하게 자신의 이름과 주소를 말한 후, 숨을 들이마시고, 이름과 주소를 말할 때의 음도와 음의 강도에서 모음 연장발성과 문단읽기의 두 과제를 실시하였다. 우선 모음 연장발성 과정은 /a/ 모음을 5초간 연장 발성하고, 이를 3회 반복 실시하는 것이고, 그 다음으로 문단읽기 과정은 ‘가을’ 문단을 처음부터 끝까지 편안한 음도와 음의 강도로 한 번 읽는 것이다. EGG로 입력된 신호 녹음의 샘플링 속도(sampling rate)는 16,000 Hz였으며, 양자화(quantization)는 16 bit로 하였다.

2.3 분석 방법

녹음된 모음은 Lx Speech Studio ver342의 MDVP를 통해 안정된 중간 구간 500 ms에서 모음평균성대접촉률(Qx), 모음평균기본주파수(Fx), 모음평균음압(SPL), Jitter, Shimmer를 측정하였으며, 녹음된 문단은 Quantitative Analysis를 통해 전체 문단 중 유성음의 문단평균성대접촉률(DQx), 문단평균기본주파수(DFx), 문단평균음압(DAx)을 측정하였다. 모음과 문단에서의 평균성대접촉률을 측정하는 기준은 Lx Speech Studio 상에서 각 EGG폭의 최고점과 최저점의 25%로 설정되어 있다. 이는 가장 낮은 수준을 기준으로 할 때의 EGG 파형의 이상에서 오는 결함을 방지할 수 있기 때문이다(Colton & Conture, 1990).

EGG를 통해 산출된 평균성대접촉률은 <그림 1>과 같이 성대진동의 한 cycle에서 성대가 접촉한 비율로 산출된다.

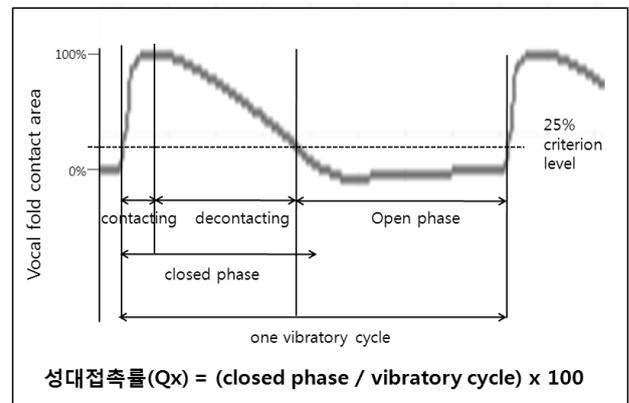


그림 1. 성대진동의 1 cycle 및 성대접촉률

통계분석은 SPSS™ 12.0을 이용하여, 모음 연장발성과 문단읽기 시 EGG로 측정된 각 변수들의 평균과 표준편차를 산출하였고, 각 변수들의 성별 간 차이는 독립표본 t 검정으로 비교하였으며, 각 대상자의 모음과 문단 간의 평균기본주파수, 평균성대접촉률 및 평균음압의 차이는 대응표본 t 검정으로 비교하였다.

3. 연구 결과

3.1 모음에서의 성별에 따른 EGG 측정치 차이

/a/ 모음 연장발성 시 성별에 따른 EGG 측정치들의 차이를

살펴보면, <표 1>과 같다. Qx의 경우, 남자와 여자 간의 유의미한 차이를 보였고($t = 3.751, p < .001$), Fx는 성별 간 유의미한 차이가 있었으며($t = -25.628, p < .001$), Shimmer도 성별 간에 유의미한 차이를 보였다($t = -3.774, p < .001$). 그러나 Jitter와 SPL은 성별에 따른 차이가 없었다.

표 1. /a/ 모음에서의 성별에 따른 EGG 측정치 차이

Table 1. Difference in EGG measures from sustained vowel /a/ by gender

변수	남 (N = 36)	여 (N = 36)	t	p
Qx(%)	49.28 (5.94)	44.65 (4.42)	3.751	< .001
Fx(Hz)	119.02 (15.96)	226.17 (19.37)	-25.628	< .001
SPL(dB)	71.04 (5.87)	73.38 (5.08)	-1.808	.070
Jitter(%)	0.51 (0.45)	0.40 (0.32)	1.199	.234
Shimmer(%)	4.53 (1.92)	7.90 (4.99)	-3.774	< .001

3.2 문단에서의 성별에 따른 EGG 측정치 차이

문단읽기 시 성별에 따른 EGG 측정치들의 차이는 <표 2>와 같다. DQx는 남자와 여자 간에 통계적으로 유의미한 차이가 있었으며($t = 3.825, p < .001$), DFx도 성별 간에 유의미한 차이를 보였다($t = -28.842, p < .001$). 그러나 모음에서와 마찬가지로 DAx는 성별에 따른 차이가 없었다.

표 2. 문단에서의 성별에 따른 EGG 측정치 차이

Table 2. Difference in EGG measures from reading passage by gender

변수	남 (N = 36)	여 (N = 36)	t	p
DQx(%)	46.70 (3.87)	42.67 (5.00)	3.825	< .001
DFx(Hz)	115.91 (13.15)	218.05 (16.69)	-28.842	< .001
DAx(dB)	65.62 (3.27)	66.84 (2.57)	-1.761	.083

3.5 모음과 문단 간의 EGG 측정치 차이

모음 연장발성과 문단읽기 간의 평균성대접촉률은 <그림 2>와 같이 남자($t = 3.782, p < .001$)와 여자($t = 3.755, p < .001$) 모두에서 유의미한 차이를 보였다.

<그림 3>과 같이 모음 연장발성과 문단읽기 간의 평균기본주파수가 남자는 유의미한 차이가 없었지만, 여자는 유의미한 차이를 보였다($t = 2.802, p = .008$).

모음 연장발성과 문단읽기 간의 평균음압은 남자($t = 6.183, p < .001$)와 여자($t = 8.113, p < .001$) 모두에서 유의미한 차이를 보였다<그림 4>.

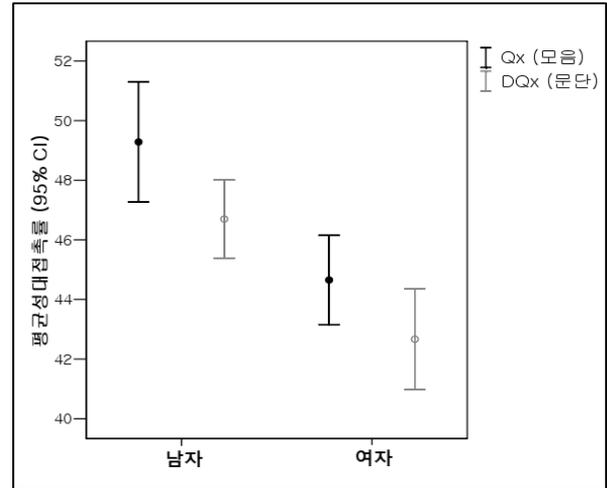


그림 2. 모음과 문단에서의 평균성대접촉률(단위: %) Figure 2. Mean contact quotients between sustained /a/ vowel and reading passage(unit: %)

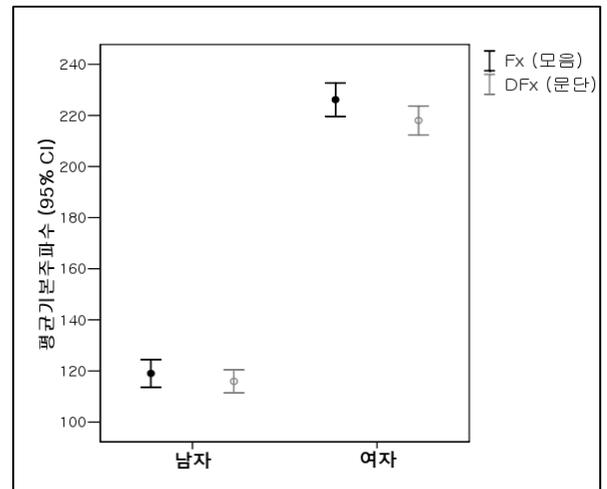


그림 3. 모음과 문단에서의 평균기본주파수(단위: Hz) Figure 3. Mean fundamental frequencies between sustained /a/ vowel and reading passage(unit: Hz)

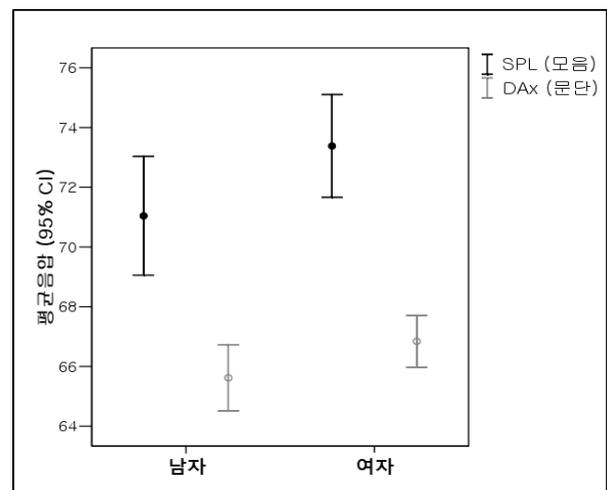


그림 4. 모음과 문단에서의 평균음압(단위: dB) Figure 4. Mean sound pressure levels between sustained /a/ vowel and reading passage(unit: dB)

4. 논의 및 결론

본 연구는 정상 음성을 산출하는 한국 성인을 대상으로 성별에 따른 편안한 음도와 음의 강도로 발성 시 모음 연장발성과 문단읽기에서의 평균성대접촉률을 포함한 음질을 나타내는 변수들을 측정하였다.

선행연구들에 따르면 일반적으로 모음 연장발성에서의 평균성대접촉률은 성별에 따른 차이가 없으며, 50%±5의 범위 내에 존재한다고 알려져 있다. Orlikoff(1991)의 연구에서 26~37(평균 : 31.8)세의 정상 성인 남성 10명이 70~78 dB의 음의 강도로 실시한 모음 연장발성에서의 성대접촉률은 평균(표준편차)이 0.57(0.07)%였고, Kania 외(2010)의 연구에서는 20명의 건강한 25~45(평균 : 39)세 남성의 편안한 음도와 강도에서 모음 연장발성 시 성대접촉률의 평균(표준편차)이 0.50(0.08)%였다. 또한 국내 이성은 외(2003)의 연구에서는 20~30(평균 : 27.27)세의 15명 정상 여성의 편안한 모음 발성 시 성대접촉률의 평균(표준편차)이 49.76(5.36)%였다. 황연신 외(2009)의 연구에서는 20~40대의 정상 여성 86명으로부터 문단읽기 시 산출된 성대접촉률의 평균(표준편차)이 48.24(4.23)%였다. 이에 비해 본 연구에 참여한 72명의 성대접촉률의 평균(표준편차)은 모음에서 남자는 49.28(5.94)%, 여자는 44.65(4.42)%, 문단에서 남자는 46.70(3.87)%, 여자는 42.67(5.00)%로 남자의 경우 모음에서의 성대접촉률은 선행연구들과 유사한 결과를 보였으나, 여자의 경우는 모음과 문단 모두에서 선행연구에 비해 다소 낮은 성대접촉률을 보였다. 국내의 두 선행연구에서 사용된 기기와 본 연구에서 사용된 기기가 동일함에도 불구하고 이러한 성대접촉률의 차이는 대상자 선별 과정에 의한 차이가 아닐까 여겨진다. 모음의 성대접촉률을 살펴본 이성은 외(2003)의 연구와 본 연구와의 차이는 대상자 수의 차이에서 기인했을 가능성이 있다. 또한 문단읽기에서의 성대접촉률을 살펴본 황연신 외(2009)의 연구와의 차이는 연구 대상자들 간의 연령분포 차이에서 기인한 것으로 보인다. EGG duty cycle(open phase)을 측정된 선행연구(Higgins & Saxman, 1991)에 따르면, 여성은 연령이 증가할수록 성대부종과 같은 성대조직의 변화로 인해 EGG duty cycle이 감소하는데, 이는 성대점막의 접착이 증가하고 접착 기간도 길어짐으로써 그 결과 성대접촉률이 상대적으로 증가하게 된다는 것이다. 이와 관련하여 황연신 외(2009)의 연구를 살펴보면, 전체 대상자 중 절반 이상이 30대와 40대에 분포하고 있어 본 연구에 참여한 대부분의 대상자들이 20대에 분포한 것과는 달리 보다 높은 연령대의 대상자들로 구성되어 있어 성대접촉률이 본 연구에 비해 높은 것으로 나타난 것으로 보인다.

성대접촉률의 성별 간 차이를 살펴보면, 이미 앞에서 밝힌 바와 같이 남자가 여자에 비해 모음과 문단읽기 모두에서 유의미하게 높은 성대접촉률을 보인다. 일반적으로 여자가 남자에 비해 posterior glottal chink가 더 넓어 정상음성이라 하더라도

남성보다 “breathier voice(기식성이 있는 음성)”를 더 산출함으로써 대체적으로 낮은 성대접촉률을 보인다고 선행연구들에서 밝힌 바 있다(Higgins & Saxman, 1991; Titze, 1988; Childers & Krishnamurthy, 1985; Winkler & Sendmeier, 2005). Higgins와 Saxman(1991)의 연구에서는 20~31세의 성인 남녀 각 10명씩이 편안한 음도와 강도의 모음을 발성하였을 때 산출된 EGG duty cycle이 남자가 46.65%, 여자가 52.38%로 여자가 더 길었다. 즉 남자의 closed phase가 더 길다는 것이다. Titze(1988)의 연구에서도 남자가 여자에 비해 EGG duty cycle이 더 길었다. 또한 Winkler와 Sendmeier(2005)의 18~33(평균 : 25.62)세의 13명의 정상 남자와 24~29(평균 : 26)세의 11명의 정상 여자 성인의 연구에서도 /a/모음 연장발성 시 EGG open quotient ((open phase/total phase)x100)가 남자는 49.01%였으며, 여자는 59.12%로 여자의 평균성대접촉률이 낮다고 볼 수 있다. 이와 더불어 Higgins와 Saxman의[9] 연구에 따르면, 남자는 연령이 증가할수록 성대위축, 조직의 변성, 연골의 골화, 성대횡, 후두신경계 조직의 변화 등의 영향으로 EGG duty cycle이 증가한다고 밝혔다. 그러나 정상 아동에 있어서는 성대접촉률이 일반적으로 40~60%로 성별에 의한 차이는 없다고 한다(Robb & Simmons, 1990).

기본주파수의 경우, 남자는 두 과제 간의 유의미한 차이가 없었으나 문단읽기에서 다소 낮아지는 경향을 보였으며, 여자는 모음 연장발성 시에 비해 문단읽기 시 기본주파수가 유의미하게 낮아졌다. 기본주파수가 감소하게 되면 성대접촉률이 감소할 수 있다는 연구 결과(Rothenberg & Mahshie, 1988)와 마찬가지로 본 연구에서도 기본주파수가 감소한 문단읽기 시의 성대접촉률이 모음 연장발성 시의 성대접촉률에 비해 감소한 것 같다.

음압의 경우, 모음과 문단읽기 모두에서 남자와 여자 간의 유의미한 차이가 없었다. 그러나 남자와 여자 모두 모음 연장발성에서의 음압이 문단읽기 시 음압에 비해 유의미하게 높았다. 이로 인해 모음 연장발성 시의 성대접촉률이 문단읽기 시의 성대접촉률보다 더 높았던 것 같다. 선행연구들에 의하면, 발성 시 음의 강도 즉 음압이 증가할수록 성대접촉률은 증가한다고 하여 본 연구의 결과와도 일치한다(Orlikoff, 1991).

성대접촉률과 관련하여 종합해 보면, 성별, 기본주파수, 음압 및 성대접촉률은 서로 밀접한 상관관계가 있음을 알 수 있다. 일반적으로 젊은 성인 남자가 젊은 성인 여자에 비해 성대접촉률이 높으며, 상황에 따라 다르겠지만 편안한 음도와 음압으로 모음을 발성할 때보다 문단읽기나 자발화 시에 기본주파수와 음압이 감소하여 성대접촉률도 감소한다고 볼 수 있다.

다음으로, 모음 연장발성 시의 주파수와 음압의 변이변수로 측정되는 Jitter와 Shimmer를 살펴보면, Jitter는 성별에 따라 통계적으로 유의미한 차이는 없었으나, 남자가 여자에 비해 높았고, Shimmer는 남자가 여자보다 유의미하게 낮았다. 이는 편안

한 음도와 음압으로 /a/ 모음을 산출할 때 EGG 상에서 Jitter는 남자가 여자에 비해 높았고, Shimmer는 남자가 여자보다 낮다는 연구와 유사한 결과이다(Orlikoff, 1995). 그러나 본 연구에서 편안한 발성 시 통계적으로 유의미한 차이는 없었으나 모음과 문단 모두에서 남자의 음압이 여자의 음압에 비해 상대적으로 낮게 나타났으며, Shimmer도 낮게 산출되어 조용하거나 편안한 발성 시 남자가 일반적으로 여자에 비해 큰 소리를 산출하여 Shimmer가 낮다는 결과와는 상반된다(Brockmann et al., 2008).

일반적으로 음성을 산출할 때 성대마비와 같이 성대를 많이 벌려서 발성을 하게 되면 성대접촉률은 감소하게 된다. 이와 반대로 과기능성발성장애와 같이 성대를 과도하게 접촉할 경우 성대접촉률은 증가하게 된다. 이렇듯 정상 성대와 병리적 성대를 구분할 때 EGG를 통한 성대접촉률의 측정은 유용하게 사용될 수 있으며, 음질과 관련된 변수들을 함께 측정한다면 더욱 많은 정보를 제공할 수 있다. 즉 본 연구의 결과에서와 같이 EGG 상의 성대접촉률이나 음질과 관련된 변수들을 측정할 때 성대접촉률이나 음질이 기본주파수와 음압과 밀접한 관계를 지니고 있으므로(Orlikoff & Kahane, 1991) 이를 함께 측정하여 제시하는 것이 중요하다.

본 연구를 수행하면서 남녀별 대상자의 수가 더 많았다면 보다 더 표준화된 성대접촉률과 음질관련 변수들의 수치를 제시할 수 있었을 거라는 아쉬움이 있다. 추후 연구에서는 음도와 음압을 다양하게 조절한 상태에서 모음 연장발성 및 문단읽기에서의 EGG 변수들을 측정함으로써 음도와 음압 및 EGG 변수들 간의 상호관계를 파악해야 할 것이다. 더불어 병리적 성대의 EGG 상의 특성을 좀 더 면밀히 살펴보는 것도 필요할 것이다.

감사의 글

이 논문은 2009년도 강남대학교 교내연구비 지원을 받아 수행되었습니다. 자료수집에 도움을 주신 최홍식 교수님과 임성은 선생님께 감사드립니다.

참고문헌

Baken, R. J. & Orlikoff, R. F. (2000). *Clinical measurement of speech and voice*(2nd ed), pp. 413-427. San Diego: Singular.

Brockmann, M., Stork, M., Carding, P. N. & Drinnan, M. J. (2008). "Voice loudness and gender effects on jitter and shimmer in healthy adults", *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, Vol. 51, No. 5, pp. 152-1160.

Childers, D. G. & Krishnamurthy, A. K. (1985). "A critical review of electroglottography", *CRC Critical Reviews in Biomedical*

Engineering, Vol. 12, No. 2, pp. 131-161.

Colton, R. H. & Conture, E. G. (1990). "Problems and pitfalls of electroglottography", *Journal of Voice*, Vol. 4, No. 1, pp. 10-24.

Higgins, M. B. & Saxman, J. H. (1991). "A comparison of selected phonatory behaviors of healthy aged and young adults", *Journal of Speech and Hearing Research*, Vol. 34, No. 5, pp. 1000-1010.

Hirano, M. (1981). *Clinical examination of voice*, New York: Springer Verlag.

Hwang, Y. S., Kim, J. O. & Choi, H. S. (2009). "Characteristics of connected speech in ASD", *Journal of the Korean Society of Speech Sciences*, Vol. 1, No. 1, pp. 93-98.

(황연신, 김재욱, 최홍식, (2009). "내전형 연속성 발성장애의 연속 발화 특성", *말소리와 음성과학*, 제 1권, 제 1호, pp. 93-98.)

Titze I. R. (1990). "Interpretation of the Electroglottographic Signal", *Journal of Voice*, Vol. 4, No. 1, pp. 1-9.

Kania, R. E., Hans, S., Hartl, D. M., Clement, P., Crevier-Buchman, L. & Brasnu, D. F. (2010). "Variability of electroglottographic glottal closed quotients", *Archives of otolaryngology--head & neck surgery*, Vol. 130, No. 3, pp. 349-352.

Lee, S. E., Lim, S. E., Choi, S. H., Pyo, H. Y., Choi, J. N. & Choi, H. S. (2003). "The analysis of electroglottographic measures from LX Speech Studio program in patients with vocal nodules", *The Journal of the Korean Society of Logopedics and Phoniatrics*, Vol. 14, No. 2, pp. 104-109.

(이성은, 임성은, 최성희, 표화영, 최재남, 최홍식, (2003). "Lx Speech Studio를 이용한 성대결절환자의 전기성문파형 측정치 분석", *대한음성언어학회지*, 제 4권, 제 1호, pp. 104-109.)

Orlikoff, R. F. & Kahane, J. C. (1991) "Influence of mean sound pressure level on jitter and shimmer measures", *Journal of Voice*, Vol. 5, No. 2, pp. 113-119.

Orlikoff, R. F. (1991). "Assessment of the dynamics of vocal fold contact from the electroglottogram: Data from normal male subjects", *Journal of Speech and Hearing Research*, Vol. 34, No. 5, pp. 1066-1072.

Orlikoff, R. F. (1995). "Vocal stability and vocal tract configuration: An acoustic and electroglottographic investigation", *Journal of Voice*, Vol. 9, No. 2, pp. 173-181.

Robb, M. P. & Simmons, J. O. (1990). "Gender comparisons of children's vocal fold behavior", *The Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 88, No. 3, pp. 1318-1322.

Rothenberg, M. & Mahshie, J. J. (1988). "Monitoring vocal fold abduction through vocal fold contact area", *Journal of Speech and Hearing Research*, Vol. 31, No. 3, pp. 338-351.

Titze, I. R. (1988). "Physiologic and acoustic differences between

male and female voices”, *The Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 85, No. 4, pp. 1699-1707.

Winkler, R. & Sendlmeier, W. (2005). “Open quotient (EGG) measurements of young and elderly voices: Results of a production and perception study”, *ZAS papers in Linguistics*, Vol. 40, pp. 213-225.

• **김재옥 (Kim, Jaock)**

강남대학교 교육대학원 언어치료교육전공

용인시 기흥구 구갈동 111번지

Tel: 031-280-3221 Fax: 031-280-3479

Email: jaeock@gmail.com

관심분야: 음성장애, 말장애, 음성의학

현재 강남대학교 교육대학원 언어치료교육전공 교수

PhD., Dept. of Communication Sciences & Disorders, Univ. of Florida, 2006