

성대결절 환자의 음성장애에 대한 청지각적 및 음향학적 평가

Auditory-Perceptual and Acoustic Assessment in Measuring Dysphonia Severity of Vocal Fold Nodules

김근호*, 권순복**

부산대학교병원 이비인후과 음성언어치료실*, 부산대학교 인문대학 언어정보학과**

Geun-Hyo Kim(kimgeunhhyo@gmail.com)*, Soon-Bok Kwon(sbkwon@pusan.ac.kr)**

요약

본 연구의 목적은 정상 집단과 성대결절 집단의 음성을 음향학적 측정(AVQI), 청지각적 평가(GRBAS, CAPE-V)를 수행하여 그 차이와 상관관계를 조사하는 것이다. 이를 위해 성대결절 환자 335명의 음성 샘플을 음향학적으로 분석하고, 3명의 평가자를 통해서 청지각적 평가를 실시하였다. 연구결과, 정상 집단의 AVQI, grade(G), overall severity(OS) 점수는 성대결절 집단의 점수보다 낮게 평가되었다. 청지각적 척도 간의 상관관계에서는 GRBAS의 G 척도와 CAPE-V의 OS 척도는 상관관계가 높은 것으로 나타났고, 음향학적 측정 AVQI와 G, OS 간의 상관관계도 높은 것으로 확인되었다. 두 집단 간의 AVQI, G, OS를 감별하는 역치값은 각각 ≤ 4.06 , ≤ 1 , ≤ 26 였으며, 예측진단력은 0.840, 0.860, 0.848이었다. 결론적으로 AVQI와 청지각적 평가를 통하여 성대결절 음성에 대한 선별 가능성을 높일 수 있고, 음성장애의 진단 및 치료 계획 수립에 도움을 줄 것으로 사료된다.

■ 중심어 : | 성대결절 | GRBAS | CAPE-V | Praat |

Abstract

The purpose of this study was to investigate the relationship between the differences in the acoustic measurements (AVQI) and the auditory-perceptual assessments (GRBAS, CAPE-V) of the normal and vocal fold nodules. For this purpose, Total 335 voice samples were analyzed acoustically and three raters performed auditory-perceptual assessments. In the results, AVQI, G, and OS scores of the normal group were lower than those of the vocal fold nodules group. The correlations between the G scale and the OS scale were highly correlated, and the correlation between the AVQI, and auditory-perceptual results (G and OS) was also high value. The threshold values for discriminating AVQI, G, and OS between the two groups were ≤ 4.06 , ≤ 1 , and ≤ 26 , respectively, and the predictive diagnostic power was 0.840, 0.860, and 0.848. In conclusion, AVQI and auditory-perceptual evaluation can improve potentiality the screening of vocal fold nodules and help to determine the diagnosis and treatment plan of voice disorders.

■ keyword : | Vocal Fold Nodules | GRBAS | CAPE-V | Praat |

I. 서론

1. 연구의 필요성

성대결절은 성대의 남용, 오용으로 인해 발생하는 음

성장애 질환이며 보통 만성적으로 진행된 상태에서 내원하는 경우가 많다[1-3]. 성대결절의 진행 상태에 따라서 쉰 목소리 및 거친 목소리를 동반한다. 이러한 환자들을 적절하게 치료하기 위해서 정확한 진단 및 평가

가 요구된다.

청지각적 평가 및 음향학적 분석 방법은 쉽고 간단하며 비침습적인 평가 방법이다[4][5]. 환자의 음성을 평가자가 직접 듣고 평가하는 청지각적 평가와 음성 녹음을 한 후 음성분석 소프트웨어에서 음성장애 측정 변수들의 값을 확인하는 과정이 필수적이다. 청지각적 평가는 평가자의 주관적인 평가 결과이며 음향학적 평가는 음성 신호의 객관적인 평가 결과이다.

병리적인 음성장애의 평가는 음향학적 평가 및 청지각적 평가의 통합적 정보에 의존한다. 임상 현장에서 청지각적 평가는 타당성이 검증된 중요한 방법으로 여겨지며 수행되고 있다.

가장 널리 사용되고 있는 방식은 일본 음성언어의학회에서 발표한 GBRAS (Grade, Roughness, Breathiness, Asthenia, Strain) 척도[6]와 미국 언어병리학회에서 발표한 consensus auditory-perceptual evaluation of voice (CAPE-V)이다[7]. 이 평가 척도들은 청지각적 평가 결과들을 표준화하고 정량화하기 위하여 제안되었고, 많은 연구들을 통해서 신뢰도가 검증되었다.

그러나 청지각적 평가의 주관적인 평가 결과는 평가자의 경험과 음성장애의 노출 정도에 따라서 달라지며 평가 결과의 신뢰도가 저하되었다. 일반적으로 음성평가를 위해서 수행되는 과정은 모음의 편안한 연장발성 및 문장 읽기 혹은 독백 등으로 구성된다. 평가 내용의 구성에 따라 다양한 음성평가 결과들을 도출하게 된다 [8-10].

이러한 제한점을 극복하기 위하여 Maryn 등은 음성/말 장애의 심한정도를 정량화 할 수 있는 Acoustic Voice Quality Index (AVQI)를 발표하였다[11]. 과업들 간의 음성장애 심한정도 평가 결과가 매우 달라지기 때문에, AVQI는 모음과 문장읽기의 음성 샘플을 합성하여(concatenated voice sample) 한 번에 평가하도록 개발되었다.

AVQI의 강인성(robustness)은 많은 다른 나라 언어 및 음운 환경에서도 보고되었다. 다른 언어, 음운적 환경에도 불구하고 AVQI와 청지각적 평가의 상관관계는 높은 것으로 보고되었다[12-16].

최근 한국인 56명을 대상으로 AVQI와 청지각적 평

가 결과를 보고하였으며[17] 청지각적 평가는 GRBAS 및 CAPE-V의 overall severity (OS)를 이용하였다. 다른 연구들에 비해 적은 수의 대상자이지만 높은 신뢰성의 결과를 도출하였다.

본 연구에서는 음성장애 환자 중에서 가장 많은 비율을 차지하고 있는 성대결절의 음성을 정량화하고 청지각적 평가와의 상관관계를 보고하고자 한다. 이를 통해 한국어에서의 AVQI 신뢰도를 확인하고 강인함을 제고하고자 한다.

2. 연구의 목적

본 연구는 정상집단과 성대결절 집단의 음향학적 평가(AVQI) 및 청지각적 평가(GRBAS, OS)의 차이 및 상관관계를 확인하고자 함이며, 구체적 목적은 다음과 같다.

- 첫째, 청지각적 평가(GRBAS, OS) 간의 상관관계를 확인한다.
- 둘째, AVQI와 청지각적 평가(GRBAS, OS)의 상관관계를 확인한다.
- 셋째, 정상집단과 성대결절 집단을 구분할 수 있는 절단값(cutoff) 및 진단예측력을 확인한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상이 된 성대결절 환자군은 2013년 5월부터 2016년 5월까지 OO 지역 종합병원의 이비인후과를 통해 내원한 환자들 중 성대결절로 진단된 환자 335명(남:여 = 120명:215명)이었다. 환자의 차트리뷰, 후두내시경, 후두스트로보스코피를 통해서 성대결절로 진단된 환자들을 포함하였다. 정상집단은 95명(남:여 = 37명:58명)이며, 후두내시경 및 후두스트로보스코피 상에서 병변이 관찰되지 않고 음성장애를 호소하지 않는 환자들을 대상으로 하였다. 두 집단의 연령 및 비율은 [표 1]과 같다. 본 연구는 부산대학교병원 연구윤리심의위원회(institutional review board, IRB)로부터 심의를 면제 받았으며 헬싱키선언 (Declaration of Helsinki)을 준

수하였다.

표 1. 연구대상의 일반적 특성

대상	정상	성대결절
연령	42.1±10.5세	47.1±11.6세
비율 (남:여)	37:58	120:215
LPR 동반	10명(11%)	255명(76%)
음성치료 경험	0명(0%)	272명(81%)

2. 연구방법

2.1 음성녹음

언어재활사가 음성 검사실 내에 위치한 방음 부스 안에서 Computerized Speech Lab 4500 (Kay Electronic, USA)과 단일지향성 다이내믹 마이크인 Shure SM48 (Shure Inc, USA)을 이용하여 모음 연장발성과 연속발화의 음성샘플을 수집하였다. /아/ 연장 모음의 시작과 종료 부분을 제외한 안정 구간 2초를 편집하였고, 연속 발화는 산책문단 중 2개의 문단을 편안한 속도로 읽은 내용을 편집하였다. 표본 추출률(sampling rate) 44.1kHz, 양자화 16bit, wav의 형태로 저장되었다. 이 과정 이후에 진행되는 녹음의 포매팅, 분석, 합성(concatenated), 스크립팅은 공유소프트웨어인 Praat Version 5.4.19 (Institute of Phonetic Sciences, University of Amsterdam, The Netherlands) 로 진행되었다.

신호 대 잡음비(signal to noise ratio; SNR)를 측정하기 위해서 모음과 연속발화의 합성 샘플로부터 씬, 비구어의 소리 강도는 추출되었다. 선행 연구에서 SNR이 42dB 이상이면 분석 연구에 최적합, 30dB 이상이면 적합, 30dB 이하이면 부적합이라고 하였다[18][19]. 연구 대상자들의 SNR 범위는 20.4dB에서 65dB였으며, 평균 40.1dB였다. 24명의 성대결절 환자 대상자가 SNR이 30dB 이하로 측정되어 연구에서 제외되었다.

2.2 청지각적 평가

음성평가와 음성치료 경력이 7년 이상인 언어재활사 3명이 음성샘플을 평가하였다. 평가자들은 대상자들에 대한 사전 정보 제공 없이 평가를 진행하였다. 청지각적 평가를 위해서 합성 음성샘플을 무작위로 제시하였다. GRBAS 척도 중 G (grade)는 4점 척도(0: 정상, 1:

경도, 2: 중도, 3:심도)로 평가하였다. CAPE-V의 OS는 시각적 분석 척도(visual analysis scale)이며, 0(정상)-100(매우 심함)의 평가방식으로 제시되며 심한 정도를 체크하였다. 이에 따른 평가자 간 신뢰도는 88%였으며, 평가자 내 신뢰도 분석을 위하여 전체 대상자 중 20%에 해당하는 67명의 음성샘플을 무작위로 선택하여 첫 평가 후 2주 내에 동일한 평가자가 재평가를 실시하였다. 이에 따른 평가자 내 신뢰도는 90%로 나타났다.

2.3 음향학적 측정

본 연구에서 사용된 음향학적 측정은 문단읽기 샘플의 유성음 부분에서만 유효한 분석이 이루어지기 때문에, Maryn 등에 의해서 제시된 Praat 스크립트를 통해서 유성음 부분의 자동 탐지, 분리, 합성이 이루어졌다[11]. 모음의 안정구간 2초 구간이 연속발화 샘플의 앞부분에 합성되고, 결과적으로 하나의 음성샘플이 생성되었다.

음질의 객관적 측정은 Maryn과 Weenink가 제시한 방법에 따라 연쇄된 음성 샘플의 AVQI를 결정하는 것으로 구성된다[20]. AVQI는 음향학적 표지(acoustic marker)를 구성하는 다중 변수들로 구축이 된다. 다중 변수들은 Praat에서 측정할 수 있으며, smoothed cepstral peak prominence (CPPS), harmonics to noise ratio (HNR), shimmer local (SL), shimmer local dB (SLdB), general slope of the long-term average spectrum (ie, Slope), and tilt of the regression line through the long-term average spectrum (ie, Tilt) 등으로 구성된다.

결과적으로 회귀식에 따라 AVQI는 계산되며, 회귀식은 다음과 같다. 본 연구에서 사용된 Praat 스크립트는 [부록 1]에 제시하였다.

$$9.072 - (0.245 \times CPPS) - (0.161 \times HNR) - (0.470 \times SL) + (6.158 \times SLdB) - (0.071 \times Slope) + (0.170 \times Tilt).$$

3. 통계분석

모든 통계분석은 IBM SPSS Statistics Vwesion 20.0(IBM Corp., Armonk, NY)와 MedCalc® statistical

software (version 12.7.0)로 수행되었다. 집단 간 AVQI, 청지각적 평가(G, OS)의 차이는 독립표본 t-검정을 통해 유의성을 검증하였다. AVQI, G, OS 간의 상관분석은 피어슨 상관분석을 통해서 검증하였고 유의수준은 95%였다. G 척도를 정상음성과 성대결절 음성의 음질 문제에 대한 감별 진단적 가능성을 확인하기 위해서 AVQI, OS에 대한 ROC (receiver operating characteristics) 분석을 실시하였다. Youden index를 구하고 변수의 유효성 평가와 각 변수에 대한 최적의 절단값(cutoff) point 및 진단예측력을 확인하였다.

III. 결과

1. 청지각적 평가 G, OS 간의 상관관계

정상집단과 성대결절 집단에 대한 AVQI, G, OS의 산점도는 [그림 1]에 제시하였다. 성대결절 음성에 대한 청지각적 평가를 G, OS 두 척도로 확인하였다. 두 청지각적 평가 간에 어떠한 상관관계가 있는지 살펴보았다. 피어슨 상관분석을 실시한 결과, 두 청지각적 평가 간에는 통계적으로 유의미한 것으로 확인되었다 ($r=0.840, p<.05$).

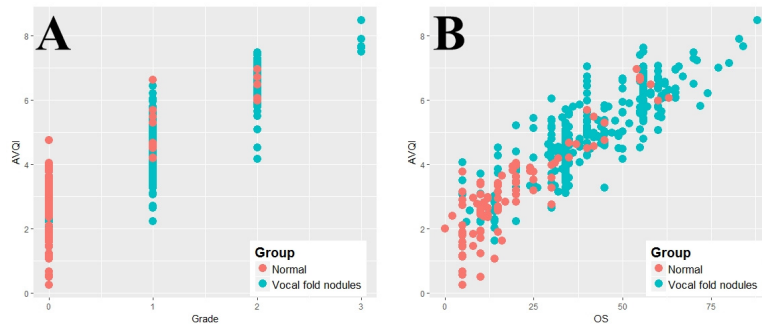


그림 1. AVQI, G, OS의 산점도 (A: AVQI-Grade, B: AVQI-OS)

2. AVQI와 청지각적 평가 G, OS 간의 상관관계

성대결절 음성에 대한 음향학적 측정 AVQI의 값과 청지각적 평가 G, OS 간의 어떠한 상관관계가 있는지 확인하였다. 피어슨 상관분석을 실시한 결과, AVQI는 G ($r=0.882, p<.05$), OS ($r=0.874, p<.05$)으로 두 청지각적 평가들과 모두 유의미한 상관관계가 있는 것으로 확인되었다.

3. 집단에 따른 AVQI, G, OS의 절단값 및 정확도

집단에 따른 AVQI, G, OS 값을 제시하고, 두 집단을

구분할 수 있는 절단값과 진단예측력을 [표 2]에 제시하였다.

AVQI에서 정상 집단은 3.1 ± 1.4 , 성대결절 집단은 4.9 ± 1.3 으로 측정되었다. 두 집단을 감별할 수 있는 기준은 ≤ 4.06 이었으며 이때의 민감도는 83.2, 특이도는 76.4, 진단예측력은 84.0%이었다. G 척도에서 정상 집단은 0.21 ± 0.42 , 성대결절 집단은 1.15 ± 0.63 였다. 두 집단을 감별할 수 있는 기준은 ≤ 0 이며, 이 때의 진단예측력은 86.0%였고, 민감도 84.2, 특이도 88.4였다. OS 척도에서 정상 집단은 18.7 ± 14.7 , 성대결절 집단은

표 2. 집단에 따른 AVQI, G, OS의 절단값 및 진단예측력

변수	정상 집단	성대결절 집단	P	Sensitivity	Specificity	Criterion	AUC
AVQI	3.1 ± 1.4	4.9 ± 1.3	.001	83.2	76.4	≤ 4.06	0.840
G	0.21 ± 0.42	1.15 ± 0.63	.001	84.2	88.4	≤ 1	0.860
OS	18.7 ± 14.7	40.6 ± 15.3	.001	77.9	87.5	≤ 26	0.848

AVQI = Acoustic Voice Quality Index, G = Grade, OS = Overall Severity, AUC = Area Under the ROC Curve

40.6±15.3였다. 두 집단은 ≤25에서 가장 잘 감별할 수 있고 이 때의 민감도는 77.9, 특이도 87.5, 진단예측력은 84.8%였다[그림 2].

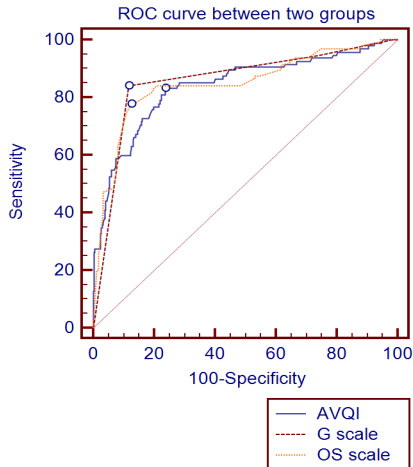


그림 2. AVQI, G, OS 분석에 대한 ROC 분석

IV. 논의 및 결론

본 연구에서는 성대결절 환자의 음성평가 시 사용되는 음향학적 측정과 청지각적 평가와의 상관관계를 파악하고자 하였다.

본 연구결과를 통해서 다음과 같은 연구의 의의를 얻을 수 있었다. 첫째, 숙련된 평가자의 청지각적 평가 능력은 다양한 평가 도구를 사용하더라도 신뢰도 높은 평가 결과를 얻을 수 있었다. 다양한 나라에서 청지각적 평가 G, OS 간의 상관관계를 보고하였으며, 독일어 ($r=0.969$), 영어권 ($r=0.95$)과 브라질포르투갈어 ($r=0.842$)에서도 높은 상관관계가 보고되었다[21-23]. 그러나 리투아니아어 ($r=0.368$)에서 G와 OS 간에 유의미한 상관관계가 보고되지 않았다[24].

G의 경우에는 4점 척도로 간단하게 평가할 수 있어 검사 재검사 신뢰도가 높지만, CAPE-V의 경우 0에서 100까지 심한 정도를 평가하기 때문에 검사 재검사 신뢰도는 낮지만 음성장애의 심한 정도를 좀 더 세밀하게 평가할 수 있다는 장점이 있다. 서로 다른 특성을 지닌

평가도구 간에 높은 상관관계를 보일 수 있었던 것은 다양한 음성들을 통한 지속적인 훈련과 연습이 이루어졌기 때문이다. 이러한 훈련들을 통해서 더 많은 경험을 하게 되어 청지각적 평가의 신뢰도가 높아지게 된다[25]. 실제 임상 현장에서 환자 대면 시 먼저 평가하게 되는 부분이 청지각적인 평가이며 기본이 되는 훈련임에도 불구하고 훈련의 중요성에 대한 인식은 낮은 편이다. 본 연구 결과를 통해 다양한 청지각적 평가도구를 이용한 훈련 및 수련이 필요하며, 이를 위해 표준화 된 훈련 프로그램, 웹 기반 콘텐츠 등의 개발이 이루어져야 함을 알 수 있었다.

둘째, 음향학적 측정인 AVQI는 청지각적 평가 G, OS의 평가 결과들과 높은 상관관계를 보였다. 많은 언어권에서 AVQI와 청지각적 평가 G, OS와의 상관관계에 대한 연구를 보고하였다[11-14][17][26-28]. 독일어 ($r = 0.790-0.858$), 네덜란드어 ($r = 0.780-0.808$), 영어권 (G: $r = 0.794$; OS: $r = 0.750-0.868$), 프랑스어 ($r = 0.781$), 한국어 (G: $r = 0.911$; OS: $r=0.924$)로 보고되었다.

음향학적 분석에는 섭동분석(perturbation analysis)와 캡스트럼 분석(cepstrum analysis)이 있다[29-31]. 섭동분석 방식은 음성신호의 주기, 주파수를 탐지하여 음성을 분석하며 비주기적 음성 신호에서는 신뢰성 높은 분석 결과를 도출하지 못한다. 반면, 캡스트럼 분석은 음성 신호 내 배음의 정도를 측정하여 음질을 측정한다. AVQI는 다양한 변수들의 회귀식으로 계산되며 섭동분석 방식의 변수들과 캡스트럼 분석 방식의 변수들이 모두 포함이 된다. 그러므로 주기적, 비주기적 음성 신호에 상관없이 음성장애의 심한 정도를 정량화 할 수 있다는 장점이 있다. 그리고 음향학적 분석은 분석하는 말 샘플에 따라 다양한 값을 산출한다. 쉼의 구간, 비구어 등의 포함에 따라 변동이 크지만 AVQI는 이러한 구간을 제외한 유성음 부분만을 추출하고 분석하여 발생 방식, 억양, 속도 등의 영향을 최소화 하고 있다.

셋째, 집단에 따른 AVQI, G, OS의 절단값과 진단예측력을 확인하였다. AVQI는 음성장애가 심할수록 더 높은 값을 도출하며 정상 집단은 성대결절 집단보다 더 낮은 AVQI 값을 나타냈다. 또한 G, OS는 정상 집단이 성대결절 집단보다 더 낮은 값을 나타냈다. 성대결절의

특성 상 기식음성과 거친 음성이 산출되어 음향학적 측정 및 청지각적 평가에 반영된 결과이다. 두 집단 간의 AVQI, G, OS의 절단값은 0.8 이상의 높은 진단예측력과 함께 제시되었다. 이러한 결과는 선행연구의 결과와 일치한다[16][24]. 일본어의 연구에서는 3.15의 AVQI 값이 최적의 역치이며 0.725의 민감도, 0.952의 특이도, 0.905의 예측진단력을 보고하였다. 리투아니아어의 연구에서는 2.97의 AVQI 값이 G 척도에 대한 최적의 절단값이며 0.838의 민감도, 0.937의 특이도, 0.940의 예측진단력, OS 척도에 대해서는 3.48의 AVQI 값이 0.840의 민감도, 0.922의 특이도, 0.962의 예측진단력을 보고하였다.

본 연구의 결과는 음성평가 훈련 시에 참고 자료로 제공될 수 있고 음성장애의 정도를 평가할 때 음향학적 측정과 함께 청지각적 평가도 함께 고려되어야 함을 의미한다. 양적인 정상음성의 기준 자료가 제시된다면 음성장애의 진단에 참고할 수 있다[32].

이상의 결과를 종합해 보면, AVQI와 청지각적 평가를 통하여 성대결절 음성에 대한 선별 가능성을 높이고, 다른 여러 검사들과 함께 종합적으로 판단하고 진단하여 치료 계획 수립에 도움을 줄 것으로 사료된다. Praat의 스크립트를 이용하여 병리적인 음성에 대한 정량적인 수치를 제시할 수 있어 많은 임상가들이 손쉽게 접근하고 사용하여 음성 평가의 효율을 높일 수 있을 것이다.

후속 연구에서는 청지각적으로 매우 심한 음성장애를 대상으로 하여 본 연구와 같이 높은 상관관계를 나타내는지 확인해야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] K. Verdolini-Marston, M. Sandage, and I. R. Titze, "Effect of hydration treatments on laryngeal nodules and polyps and related voice measures," *Journal of Voice*, Vol.8, No.1, pp.30-47, 1994.
 [2] 권순복, 김용주, 조철우, 전계록, 이병주, 왕수건, "

성대결절 환자에서 액센트 치료법의 효과," *음성과학*, 제8권, 제4호, pp.87-98, 2001.
 [3] 김성태, 정옥란, "다중음성치료기법 (SK-MVTT) 이 성대결절 환자의 음성개선에 미치는 효과: 액센트 기법과의 비교 연구," *음성과학*, 제11권, 제4호, pp.101-120, 2004.
 [4] 이옥분, 김소연, "음성장애 청지각적 평가를 위한 등간척도법 비교," *언어치료연구*, 제18권, pp.1-15, 2009.
 [5] 이명순, 신혜정, "모음과 연속 구어에 대한 청지각 평가와 음향학적 분석에 대한 비교," *언어치료연구*, 제19권, pp.17-37, 2010.
 [6] M. Hirano, "Psycho-acoustic evaluation of voice," *Clinical Examination of Voice: Disorders of Human Communication*, pp.81-84, 1981.
 [7] S. N. Awan, N. Roy, M. E. Jett, G. S. Meltzner, and R. E. Hillman, "Quantifying dysphonia severity using a spectral / cepstral-based acoustic index: Comparisons with auditory-perceptual judgements from the CAPE-V," *Clinical Linguistics & Phonetics*, Vol.24, pp.742-758, 2010.
 [8] P. Carding, E. Carlson, R. Epstein, L. Mathieson, and C. Shewell, "Formal perceptual evaluation of voice quality in the United Kingdom," *Logopedics Phoniatrics Vocology*, Vol.25, No.3, pp.133-138, 2000.
 [9] S. N. Awan and L. L. Lawson, "The effect of anchor modality on the reliability of vocal severity ratings," *Journal of Voice*, Vol.23, No.3, pp.341-352, 2009.
 [10] B. Barsties, M. Beers, L. Ten Cate, K. Van Ballegooijen, L. Braam, M. De Groot, M. Van Der Kant, C. Kruitwagen, and Y. Maryn, "The effect of visual feedback and training in auditory-perceptual judgment of voice quality," *Logopedics Phoniatrics Vocology*, Vol.42, No.1, pp.1-8, 2017.
 [11] Y. Maryn, P. Corthals, P. Van Cauwenberge, N.

- Roy, and M. De Bodt, "Toward improved ecological validity in the acoustic measurement of overall voice quality: Combining continuous speech and sustained vowels," *Journal of Voice*, Vol.24, No.5, pp.540-555, 2010.
- [12] Y. Maryn, M. De Bodt, and N. Roy, "The Acoustic Voice Quality Index: toward improved treatment outcomes assessment in voice disorders," *Journal of Communication Disorders*, Vol.43, No.3, pp.161-174, 2010.
- [13] B. Barsties and Y. Maryn, "Der Acoustic Voice Quality Index in Deutsch," *HNO*, Vol.60, No.8, pp.715-720, 2012.
- [14] Y. Maryn, M. De Bodt, B. Barsties, and N. Roy, "The value of the Acoustic Voice Quality Index as a measure of dysphonia severity in subjects speaking different languages," *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, Vol.271, No.6, pp.1609-1619, 2014.
- [15] E. Kankare, B. Barsties, Y. Maryn, I. Ilomäki, A. Laukkanen, J. Tyrmi, L. Rantala, M. Asikainen, E. Rorarius, and M. Siirilä, "A preliminary study of the Acoustic Voice Quality Index in Finnish speaking population," *PEVOC - Pan-European Voice Conference*, p.218, 2015.
- [16] K. Hosokawa, B. Barsties, T. Iwahashi, M. Iwahashi, C. Kato, S. Iwaki, H. Sasai, A. Miyauchi, N. Matsushiro, and H. Inohara, "Validation of the acoustic voice quality index in the Japanese language," *Journal of Voice*, Vol.31, No.2, pp.260.e1-260.e9, 2017.
- [17] Y. Maryn, H. Kim, and J. Kim, "Auditory-perceptual and acoustic methods in measuring dysphonia severity of Korean speech," *Journal of Voice*, Vol.30, No.5, pp.587-594, 2016.
- [18] D. R. Ingrisano, C. K. Perry, and K. R. Jepson, "Environmental noise: a threat to automatic voice analysis," *American Journal of Speech-Language Pathology*, Vol.7, No.1, pp.91-96, 1998.
- [19] D. D. Deliyiski, H. S. Shaw, and M. K. Evans, "Adverse effects of environmental noise on acoustic voice quality measurements," *Journal of Voice*, Vol.19, No.1, pp.15-28, 2005.
- [20] Y. Maryn and D. Weenink, "Objective Dysphonia Measures in the Program Praat: Smoothed Cepstral Peak Prominence and Acoustic Voice Quality Index," *Journal of Voice*, Vol.29, No.1, pp.35-43, 2015.
- [21] F. L. Wuyts, M. S. De Bodt, and P. H. Van de Heyning, "Is the reliability of a visual analog scale higher than an ordinal scale? An experiment with the GRBAS scale for the perceptual evaluation of dysphonia," *Journal of Voice*, Vol.13, No.4, pp.508-517, 1999.
- [22] M. P. Karnell, S. D. Melton, J. M. Childes, T. C. Coleman, S. A. Dailey, and H. T. Hoffman, "Reliability of clinician-based (GRBAS and CAPE-V) and patient-based (V-RQOL and IPVI) documentation of voice disorders," *Journal of Voice*, Vol.21, No.5, pp.576-590, 2007.
- [23] K. Nemr, M. Simoes-Zenari, G. F. Cordeiro, D. Tsuji, A. I. Ogawa, M. T. Ubrig, and M. H. M. Menezes, "GRBAS and Cape-V scales: high reliability and consensus when applied at different times," *Journal of Voice*, Vol.26, No.6, pp.812.e17-812.e22, 2012.
- [24] V. Uloza, T. Petrauskas, E. Padervinskis, N. Ulozaitė, B. Barsties, and Y. Maryn, "Validation of the acoustic voice quality index in the Lithuanian language," *Journal of Voice*, Vol.31, No.2, pp.257.e1-257.e11, 2017.
- [25] 김정완, "뇌졸중 환자의 말, 언어장애 선별에 대한 검사자간 신뢰도 및 훈련효과," *한국콘텐츠학회논문지*, 제11권, 제9호, pp.407-413, 2011.
- [26] V. Reynolds, A. Buckland, J. Bailey, J. Lipscombe, E. Nathan, S. Vijayasekaran, R.

Kelly, Y. Maryn, and N. French, "Objective assessment of pediatric voice disorders with the acoustic voice quality index," *Journal of Voice*, Vol.26, No.5, pp.672.e1-672.e7, 2012.

[27] B. Barsties and Y. Maryn, "External validation of the Acoustic Voice Quality Index version 03.01 with extended representativity," *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, Vol.125, No.7, pp.571-583, 2016.

[28] L. Eskenazi, D. G. Childers, and D. M. Hicks, "Acoustic correlates of vocal quality," *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, Vol.33, No.2, pp.298-306, 1990.

[29] S. N. Awan, N. Roy, and C. Dromey, "Estimating dysphonia severity in continuous speech: application of a multi-parameter spectral/cepstral model," *Clinical Linguistics & Phonetics*, Vol.23, No.11, pp.825-841, 2009.

[30] S. Y. Lowell, R. H. Colton, R. T. Kelley, and Y. C. Hahn, "Spectral- and cepstral-based measures during continuous speech: capacity to distinguish dysphonia and consistency within a speaker," *Journal of Voice*, Vol.25, No.5, pp.e223-232, 2011.

[31] S. N. Awan, N. Roy, and S. M. Cohen, "Exploring the relationship between spectral and cepstral measures of voice and the Voice Handicap Index (VHI)," *Journal of Voice*, Vol.28, No.4, pp.430-439, 2014.

[32] 최예린, "한국 남성의 단모음 [아, 에, 이, 오, 우]에 대한 음향음성학적 기반연구," *한국콘텐츠학회논문지*, 제10권, 제6호 pp.373-377, 2010.

부 록

[부록 1] Praat script

```
Select Sound soundObj
To Harmonicity (cc): 0.01, 75, 0.1, 1
SNR = Get maximum: 0, 0, "Parabolic"

Select Sound soundObj
To PowerCepstrogram: 60, 0.002, 5000, 50
CPPS = Get CPPS: "no", 0.01, 0.001, 60, 330, 0.05,
"Parabolic", 0.001, 0, "Straight", "Robust"

Select Sound soundObj
To Harmonicity (ac): 0.01, 75, 0.1, 4.5
HNR = Get mean: 0, 0

Select Sound soundObj
To PointProcess (periodic, cc): 75, 600
SelectObject: "Sound soundObj"
plusObject: "PointProcess soundObj"
SL = Get shimmer (local): 0, 0, 0.0001, 0.02, 1.3, 1.6
SLdB= Get shimmer (local_dB): 0, 0, 0.0001, 0.02, 1.3, 1.6

Select Sound soundObj
To Ltas: 1
Slope = Get slope: 0, 1000, 1000, 10000, "energy"
Compute trend line: 1, 10000
Tilt = Get slope: 0, 1000, 1000, 10000, "energy"
```

저 자 소 개

김 근 효(Geun-Hyo Kim)

정회원



- 2009년 2월 : 대구대학교 언어치료학과(이학사)
- 2011년 2월 : 대구대학교 일반대학원 언어치료전공(이학석사)
- 2017년 2월 : 부산대학교 일반대학원 인지과학전공(이학박사)

▪ 2013년 5월 ~ 현재 : 부산대학교병원 이비인후과 음성언어치료실

<관심분야> : 음성장애, 음성과학, 구개열 언어치료

권 순 복(Soon-Bok Kwon)

정회원



- 1996년 2월 : 대구대학교 언어치료학과(이학사)
- 2000년 2월 : 대구대학교 일반대학원 언어치료전공(이학석사)
- 2006년 2월 : 부산대학교 일반대학원 의공학전공(공학박사)
- 2007년 3월 ~ 현재 : 부산대학교 언어정보학과 교수
<관심분야> : 음성학, 음성장애, 음성과학, 증강현실