

언어습득기 이전 청각장애인의 후두소견 및 음성학적 특성

울산대학교 의과대학 서울아산병원 이비인후과학교실,¹ 대구대학교 대학원 재활과학과학교실²

김성태^{1,2} · 윤태현¹ · 김상윤¹ · 최승호¹ · 남순열¹

= Abstract =

Laryngeal Findings and Phonetic Characteristics in Prelingually Deaf Patients

Seong-Tae Kim, MS^{1,2}, Tae-Hyun Yoon, MD¹, Sang Yoon Kim, MD¹,
Seung-Ho Choi, MD¹ and Soon Yuhl Nam, MD¹

¹Department of Otolaryngology, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul; and

²Graduate Department of Rehabilitation Science, Daegu University, Daegu, Korea

Background and Objectives : There are few studies reported that specifically examine the laryngeal function in patients with profound hearing loss or deafness. This study was designed to examine videostroboscopic findings and phonetic characteristics in adult patients with prelingually deaf. **Materials and Method** : Sixteen patients (seven males, nine females) diagnosed as prelingually deaf aged from 19 to 54 years, and were compared with a 20 normal control group with no laryngeal pathology and normal hearing group. Videostroboscopic evaluations were rated by experienced judges on various parameters describing the structure and function of the laryngeal mechanism during comfortable pitch and loudness phonations. Acoustic analysis test were done, and a nasalance test performed to measure rabbit, baby, and mother passage. CSL were measured to determine the first and two formant frequencies of vowels /a/, /i/, /u/. Statistical analysis was done using Mann-Whitney U or Wilcoxon signed ranks test. **Results** : Videostroboscopic findings showed phase symmetry but significantly more occurrences decrement in the amplitude of vibration, mucosal wave, irregularity of the vibration and increased glottal gap size during the closed phase of phonation. In addition, group of prelingually deaf patients were observed to have significantly more occurrences of abnormal supraglottic activities during phonation. The percentage of shimmer in the group of prelingually deaf patients were higher than in the control group. Characteristics of vowels were lower of the second formant of the vowel /i/. Nasalance in prelingually deaf patients showed normal nasality for all passages. **Conclusion** : Prelingually deaf patients show stroboscopic abnormal findings without any mucosal lesion, suggesting that they have considerable functional voice disorder. We suggest that prelingually deaf adults should perform vocal training for normalized laryngeal function after cochlear implantation.

KEY WORDS : Videostroboscopic findings · Prelingually deaf · Functional voice disorder.

서 론

언어습득기 이전 청각장애인(prelingually deaf patient)은 의사소통을 목적으로 하는 듣기의 경험이 충분하지 않다. 또한 환경으로부터의 음향적인 자극이 제한되어 있으며, 자신이 산출한 말(speech)과 음성(voice)을 모니터할 수 있는 능력(auditory-feedback)이 불충분하다고 알려진 바

논문접수일 : 2009년 6월 4일

심사완료일 : 2009년 6월 16일

책임저자 : 남순열, 138-736 서울 송파구 풍납2동 388-1

울산대학교 의과대학 서울아산병원 이비인후과학교실

전화 : (02) 3010-3710 · 전송 : (02) 489-2773

E-mail : synam@amc.seoul.kr

있다.¹⁾

따라서 언어습득기 이전 청각장애인의 음성 특성은 강도 증가, 불안정한 기본주파수, 과대비성을 동반한 불규칙적인 공명, 부정확한 모음산출, 불충분한 후두기능 등 다양한 특성이 보고되어 왔다.¹⁾

Evans 등은 언어습득기 이전 청각장애 환자들을 대상으로 인공와우 이식술(cochlear implantation, CI) 전후의 음향학적 특성에 대해 연구한 결과, 인공와우 이식술을 시행한 후 기본주파수가 감소하였으며, 비강공명이 정상범위를 보였다는 소견을 보고하였다. 또한 Poissant 등은 심도 감각신경성 난청 환자의 인공와우 착용 시 음향학적 특성을 연구한 결과, 기본주파수와 음형대(formant frequency)가 감소하였다고 보고하였다.²⁾

한편 음향학적 특성을 연구한 선행연구들은 언어습득기 이전 청각장애 특성을 반영할 수는 있지만, 발성 시 후두소견에 대한 직접적인 평가는 어렵다고 보고된 바 있다.³⁾ 하지만, 최근 광학기기의 발달로 인하여 후두관찰이 용이해졌고, 직접적인 후두소견을 반영하는 화상회선경술(videostroboscopy)은 성대점막의 병리적인 소견과 종양의 침투 정도를 반영하고, 발성장애의 구조적이고 기능적인 원인을 판단하는데 유용한 기기이다.⁴⁾

그러나, 화상회선경술을 이용한 언어습득기 이전 청각장애 환자들의 발성 시 후두소견에 관한 연구는 거의 보고된 바 없었다. 이에 저자들은 언어습득기 이전 청각장애 환자들을 대상으로 후두소견 특성을 확인하고, 음성학적 특성을 확인하고자 하였다.

대상 및 방법

2007년 1월부터 12월까지 본원에서 인공와우 이식술을 위해 내원한 언어습득기 이전 청각장애 성인 중 검사수행이 가능하였던 16명을 대상으로 하였다. 대상군의 연령분포는 19세에서 54세로 평균 연령은 31.1세였으며, 성별분포는 남자가 7명, 여자가 9명이었다. 대조군은 청각적 질환이 없고, 정상청력을 보이는 성인남녀 각각 10명씩이었다. 연령분포는 20세에서 48세로 평균연령은 30.3세였다.

발성 시 다양한 후두 움직임을 관찰하기 위해 대상군 모두 화상회선경술을 시행하였다. 검사 및 판독은 화상회선경술 시행 경험이 풍부한 언어치료사 1명과 이비인후과 전문의 2명이 함께 시행하였다. 후두 소견은 양측성대의 대칭성(symmetry), 양측성대 진동의 규칙성(regularity or Periodicity), 성문폐쇄(glottic closure), 가성대의 내측 압축상태(false vocal fold medial compression), 상후두의 전후 압축상태(anterior-posterior compression), 진폭(amplitude) 및 점막파동(mucosal wave) 등의 후두 소견을 비교분석하였다.

후두 소견은 Awan & Morrow(2007)의 연구에서 제시한 척도를 참고하여 각 변수들을 모두 4점 척도로 평가하였다. 그 중 성문폐쇄는 발성 시 최대 내전된 상태에서 성문 간격의 정도를 확인하여 4점 척도(0=complete closure, 1=mild gap, 2=moderate gap, 3=incomplete closure)로 분류하였고, 양측 성대의 대칭성과 규칙성도 내전 시 접촉양상에 따라 4점 척도(normal=0, slight asymmetry/irregular=1, moderate asymmetry/irregular=2, severe asymmetry/irregular=3)로 각각 분류하였다. 또한, 진폭과 점막파동은 발성 시 양쪽 성대점막 움직임의 정도를 좌

우측 성대를 각각 따로 평가하였으며, 성대진동의 크기에 따라 4점 척도(great=0, normal=1, small=2, zero=3)로 하여 각각 분석하였다. 또한, 상후두 근긴장성 소견도 역시 가성대 압축 혹은 전후 압축 정도에 따라 4점 척도(normal=0, slight compressed=1, moderate compressed=2, fully compressed=3)로 각각 평가하여 비교분석하였다.

검사방법은 대상군 모두 특별한 마취없이 검사를 시행하였으며, 안정적인 호흡 상태에서 편안한 음도(pitch)와 강도(loudness)로 지속모음 /이/를 길게 발성하도록 하여 검사를 시행하였다. 음도 상승 및 음도 하강 시, 그리고 지속모음, 흡기발성 등 다양한 발성을 유도하여 검사를 시행하였다. 영상은 성대 막양부의 중앙에서 진동이 가장 뚜렷한 지점을 선택하여 기록하였다. 관찰된 모든 기록은 영상을 녹화한 후, 이를 다시 재생하여 성대점막의 움직임을 자세히 관찰하였다.

대상자들의 음성 특성을 확인하기 위해 음향음성학적 검사를 함께 시행하였다. 음성분석은 CSL(computerized speech lab, model 4300B, KayPENTAX Corporation, Lincoln Park, NJ)의 MDVP(multiple dimensional voice program)를 통해 기본주파수(fundamental frequency, Fo), 주파수변동율(Jitter), 진폭변동율(Shimmer), 잡음조화비(noise to harmonic ratio, NHR) 등을 측정하였다. 그리고 Visi-pitch를 이용하여 발화시 기본 주파수(speaking fundamental frequency, SFF) 등의 음향학적 변수들을 측정하여 비교분석하였다. 또한, 모음의 산출 특성을 확인하기 위해 CSL spectrogram을 사용하여 모음 /a/, /i/, /u/의 제 1음형대(first formant frequency, F1), 제 2음형대(second formant frequency, F2)를 분석하였다. 음성 녹음 시 마이크를 대상자의 입 측면 10 cm의 거리에 위치하여 검사하였고, 평상 시 사용하는 자연스러운 음도와 강도의 음성으로 산출하도록 유도하였다.

또한, 청각장애 환자의 비음도를 확인하기 위해 Nasometer(Model 6200, KayPENTAX Corporation, Lincoln Park, NJ)를 이용하여 표준비음비율이 알려져 있는 토끼문장(17.4%), 아기문장(32.6%), 엄마문장(54.7%)을 읽게 한 후 문장별 비음비율을 측정하여 대조군과 비교분석하였다. 모든 검사를 시행할 때, 대상군이 모두 청각장애인을 고려하여, 준비된 문장을 통해 검사방법에 대해 먼저 잘 숙지하도록 교육하였으며, 충분한 연습 후에 검사를 실시하였다.

통계분석은 대상군과 대조군의 후두소견, 음향학적 변수, 비음도를 비교하기 위해서 Mann-Whitney U test or Wilcoxon signed ranks test로 분석하였으며, 유의 수준은

0.05%에서 검정하였다.

결 과

언어습득기 이전 청각장애 환자들을 대상으로 화상회선경술을 시행하여 대조군과 비교해 본 결과, 남성의 경우 양측 성대가 비교적 대칭적인 움직임을 보였으나, 규칙성, 진폭, 점막파동, 성문폐쇄, 가성대 내측 압축, 상후두 전후 압축

등의 변수에서 비정상적인 움직임 점수가 정상대조군에 비해 통계적으로 유의하게 높게 나타났다($p < .05$, Table 1). 여성의 경우에는 남성과 마찬가지로 양측성대가 대칭적인 움직임을 보였지만, 대조군에 비해 규칙성, 진폭, 점막파동, 성문폐쇄, 가성대 내측 압축 등의 변수에서 비정상적인 움직임 점수가 통계적으로 유의하게 높은 것으로 나타났다($p < .05$, Table 2). 하지만 남성의 경우와 달리 상후두 전후 압축은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

Table 1. Videostroboscopic findings in prelingually deaf males

Parameter	Prelingually deaf adults (n=7)		p
	Control (n=10)		
	Mean ± SD	Mean ± SD	
Symmetry	1.00 ± 0.82	0.30 ± 0.48	0.09
Periodicity	1.86 ± 0.69	0.20 ± 0.42	0.00*
Glottal closure	1.43 ± 0.79	0.40 ± 0.52	0.01*
Amplitude (R/L)	1.57/1.71 ± 0.54/0.49	0.30/0.20 ± 0.48/0.42	0.00*/0.00*
Wave (R/L)	1.43/1.43 ± 0.54/0.54	0.50/0.50 ± 0.53/0.53	0.01*/0.01*
FVF	0.86 ± 0.69	0.00 ± 0.00	0.01*
A-P	1.43 ± 0.79	0.40 ± 0.52	0.02*

* : $p < 0.05$, Mann-Whitney or Wilcoxon test, FVF : false vocal fold compression, A-P : anterior-posterior compression

Table 2. Videostroboscopic findings in prelingually deaf females

Parameter	Prelingually deaf adults (n=9)		p
	Control (n=10)		
	Mean ± SD	Mean ± SD	
Symmetry	0.89 ± 0.60	0.50 ± 0.71	0.21
Periodicity	1.56 ± 0.53	0.40 ± 0.52	0.00*
Glottal closure	1.33 ± 0.71	0.50 ± 0.53	0.02*
Amplitude (R/L)	1.56/1.56 ± 0.53/0.53	0.50/0.50 ± 0.71/0.71	0.01*/0.01*
Wave (R/L)	1.67/1.67 ± 0.50/0.50	0.50/0.50 ± 0.53/0.53	0.00*/0.00*
FVF	0.78 ± 0.44	0.20 ± 0.42	0.04*
A-P	1.00 ± 0.87	0.60 ± 0.52	0.36

* : $p < 0.05$, Mann-Whitney or Wilcoxon test, FVF : false vocal fold compression, A-P : anterior-posterior compression

Table 3. Acoustic analysis of prelingually deaf males

Parameter	Prelingually deaf adults (n=7)		p
	Control (n=10)		
	Mean ± SD	Mean ± SD	
Fo	159.7 ± 63.1	120.1 ± 8.0	0.60
Jitter	1.894 ± 1.181	0.855 ± 0.630	0.06
Shimmer	5.642 ± 2.427	2.021 ± 0.609	0.00*
NHR	0.225 ± 0.186	0.142 ± 0.015	0.11
SFF	162.6 ± 57.8	117.7 ± 9.9	0.04*

* : $p < 0.05$, Mann-Whitney or Wilcoxon test

Table 4. Acoustic analysis of prelingually deaf females

Parameter	Prelingually deaf adults (n=9)		p
	Control (n=10)		
	Mean ± SD	Mean ± SD	
Fo	245.6 ± 42.2	219.7 ± 10.4	0.36
Jitter	0.993 ± 0.551	0.971 ± 0.550	1.00
Shimmer	4.390 ± 1.346	1.663 ± 0.716	0.00*
NHR	0.118 ± 0.019	0.119 ± 0.015	0.72
SFF	245.2 ± 53.0	216.9 ± 15.0	0.45

* : $p < 0.05$, Mann-Whitney or Wilcoxon test

Table 5. Characteristics of vowels in prelingually deaf males

Parameter	Prelingually deaf adults (n=7)		p
	Mean±SD	Control (n=10) Mean±SD	
F1/a/	709.7 ± 91.5	716.6 ± 125.9	0.67
F2/a/	1413.3 ± 156.8	1262.3 ± 177.7	0.07
F1/i/	376.6 ± 97.0	305.8 ± 24.8	0.07
F2/i/	1790.4 ± 354.2	2561.4 ± 329.5	0.02*
F1/u/	401.9 ± 91.1	444.9 ± 70.8	0.48
F2/u/	1189.0 ± 249.9	1008.9 ± 133.6	0.11

* : p<0.05, Mann-Whitney or Wilcoxon test

Table 6. Characteristics of vowels in prelingually deaf females

Parameter	Prelingually deaf adults (n=9)		p
	Mean±SD	Control (n=10) Mean±SD	
F1/a/	708.0 ± 192.9	655.0 ± 208.4	0.55
F2/a/	1267.0 ± 196.5	1203.5 ± 182.2	0.55
F1/i/	440.6 ± 75.5	319.5 ± 74.2	0.00*
F2/i/	2038.9 ± 402.7	2466.2 ± 464.3	0.02*
F1/u/	415.1 ± 123.4	451.5 ± 93.7	0.45
F2/u/	1099.0 ± 116.4	1016.0 ± 148.8	0.32

* : p<0.05, Mann-Whitney or Wilcoxon test

Table 7. Nasalance scores in prelingually deaf males

Nasalance	Prelingually deaf adults (n=7)		p
	Mean±SD	Control (n=10) Mean±SD	
Rabbit	22.78 ± 19.80	14.49 ± 4.17	0.07
Baby	37.94 ± 14.58	32.46 ± 2.81	0.67
Mother	54.08 ± 9.96	50.68 ± 4.76	0.42

* : p<0.05, Mann-Whitney or Wilcoxon test

Table 8. Nasalance scores in prelingually deaf females

Nasalance	Prelingually deaf adults (n=9)		p
	Mean±SD	Control (n=10) Mean±SD	
Rabbit	25.77 ± 10.78	18.46 ± 4.67	0.10
Baby	39.76 ± 7.03	38.19 ± 4.16	0.72
Mother	53.78 ± 11.31	56.29 ± 3.53	0.72

* : p<0.05, Mann-Whitney or Wilcoxon test

음향학적 검사를 시행한 결과, 청각장애 성인 남녀 모두 Shimmer가 대조군에 비해 통계적으로 유의하게 높은 것으로 나타났다(p<0.05). 그리고 청각장애 남성의 경우, 발화 시 기본주파수가 대조군에 비해 통계적으로 유의하게 높게 나타났으나(p<0.05), 다른 음향학적 변수인 기본주파수, 잡음조화비, Jitter 등은 대조군과의 비교에서 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 3, 4).

모음신출 특성을 확인한 결과, 남성의 경우 모음 /i/에서 제 2음형대 주파수가 대조군에 비해 통계적으로 유의하게 높은 것으로 나타났고, 여성의 경우는 모음/i/에서 제 1음형대 및 제 2음형대 모두 통계적으로 유의하게 높은 것으로 나타났다(p<0.05, Table 5, 6). 그러나, 나머지 모음/a/와 /u/

에서는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

또한 언어습득기 이전 청각장애 환자들의 비음도를 확인한 결과, 대조군과 비교 시 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 7, 8).

고 찰

성대 점막의 움직임을 직접 관찰하는 화상회선경술은 의학적(medical), 기능적(functional), 수술적 치료(surgical treatment)에 유용하도록 빠르고 정확한 진단에 대한 정보를 제공하여 준다.⁵⁾ 대표적인 장애인인 청각장애 환자의 경우, 음향학적 연구는 흔히 보고 되어왔으나, 화상회선경술 등

을 통한 구체적인 후두소견의 연구는 아직까지 거의 없었다.

Mahshie 등³⁾은 연성 후두경(fiberscope)을 통해 심도 청각장애 환자들이 유성음, 무성음을 산출하는 동안 후두소견을 관찰한 결과, 제한된 후두 움직임(laryngeal motor control)으로 인해 불규칙한 후두 운동 양상을 보인다고 보고하였다. 또한 Metz 등⁶⁾은 고속후두촬영기(High-speed laryngeal films)를 통해 심도 청각장애 환자의 후두소견을 확인한 결과, 규칙적인 성대의 움직임을 유지하기 위한 후두의 근육 조절(muscle control) 능력이 부족하여 발성 시 기식화된 소리(breathy), 목권소리(hoarsness)가 나타난다고 보고하였다. 또한 말을 산출하는 동안 후두구조의 부적절한 위치(positioning)가 나타난다고 보고하였다. 저자들의 연구에서도 인공와우 이식술을 시행받기 위해 내원 하였던 언어습득기 이전 청각장애 환자의 후두소견은 발성 시 불완전한 성문폐쇄로 인한 성문간격(glottic gap)이 주로 관찰되었다. 또한 양측성대 내외전 양상이 남녀 모두 비교적 대칭적인 움직임을 나타내었으나, 정상대조군에 비해 진폭이나 점막파동이 유의하게 감소된 양상을 보이고 있었으며, 모음 연장 발성 시에 불규칙한 성대 점막파형도 자주 관찰되었다.

본 연구 결과에서 가장 주목할만한 사실은, 상후두 근육의 긴장으로 인한 근긴장성 발성장애(muscle tension dysphonia) 소견이 관찰되었다는 점이다. 이러한 기능적 발성장애(functional voice disorder)는 후두의 신경학적 손상이나 구조적인 이상이 없이 음성문제를 보이는 일련의 증상을 말하며, 진단 시 주요한 특징은 상후두의 전후 압축상태와 가성대의 내측 압축상태로 알려진 바 있다.⁷⁾ 또한, Kofman 등⁸⁾은 이전 연구에서 상기 2가지 특성이 근긴장성 발성장애의 주요한 특징이라고 보고한 바 있다. Behrman 등⁷⁾은 기능적 발성장애 환자의 상후두의 전후 압축상태와 가성대의 내측 압축상태의 특징에 대해서 연구한 결과, 특히 상후두의 전후 압축상태가 통계적으로 유의한 차이가 있음을 보고하였다.

저자들의 연구에서도 대부분의 언어습득기 이전 청각장애 환자들에게서 대조군과 달리 상후두의 전후 압축과 가성대의 내측 압축 소견을 쉽게 관찰할 수 있었다. 이는 언어습득기 이전 청각장애 환자들의 경우, 발성 시 후두상부의 근긴장 장애로 인해 부적절한 후두의 움직임을 보이는 기능적 발성장애 소견을 보이는 것으로 사료된다.

한편, 기능적 발성장애의 경우 불규칙한 성대진동을 보이고,⁹⁾ 진폭이나 점막파동이 감소된 양상을 나타내며, 기본 주파수가 증가한다고 보고한 바 있다.¹⁰⁾ Leder 등의 선행 연구에 따르면, 청각장애 환자의 음향학적 특징을 연구한

결과, 기본주파수가 정상군에 비해 유의하게 높으며, 불필요하게 강도가 증가하고, 말속도가 유의하게 느리다고 보고하였다.⁹⁾

본 연구에서는 청각장애 환자들이 음성매개변수들 중 기본주파수, Jitter, 잡음조화비, 발화 시 기본주파수 등은 대조군과 유의한 차이를 보이지 않았지만, Shimmer가 대조군에 비해 통계적으로 유의하게 높은 것으로 나타났다. 또한 청각장애 환자의 모음 특성은 /a/, /i/, /u/ 모음 중 /i/모음의 제 2음형대에서 대조군에 비해 유의하게 낮은 주파수를 보였다. 이는 Shukla¹⁰⁾의 선행연구와 같은 결과로 청각장애 환자의 발화 시 음운공간(Phonological space)을 확인한 결과, 청각장애인의 모음공간이 감소되었고, 이는 /i/모음의 제 2음형대에서 뚜렷하게 나타났다고 보고하여 저자들의 연구 결과와 일치하였다.

그러나, 비음도 검사에서는 정상대조군과 비교해 본 결과, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으며, 이는 언어습득기 이전 청각장애 환자들이 발성 시 연인두 기능부전(velopharyngeal insufficiency) 등과 같은 일련의 공명 문제를 가지고 있지 않음을 시사하는 결과로 생각된다.

Boone 등¹¹⁾은 그의 저서에서 인공와우 이식술 이후에 음성 및 구어의 문제가 바로 해결되는 것이 아니라 새롭게 습득한 듣기 능력을 통해 잘못된 음성 산출 패턴을 바꿈으로써 음성이 향상될 수 있다고 지적하였다. 본 연구 결과를 종합해 볼 때, 언어습득기 이전 청각장애인들의 인공와우 이식술 이후에 후두소견을 통한 음성산출 패턴을 확인하여 청각장애로 인한 음성문제를 함께 개선시켜 주는 것이 필요할 것으로 사료된다.

결 론

언어습득기 이전의 청각장애 환자들의 경우 대부분 기능적 발성장애의 후두 소견을 나타내었다. 이는 심한 청력손실로 인한 청각적 피드백의 부족으로 후두의 부적절한 움직임을 나타내는 것으로 사료된다. 따라서 인공와우 이식술을 시행한 후 정상적인 성대접촉을 유도하는 발성훈련 등의 특별한 임상활동이 필요할 것으로 사료된다.

중심 단어 : 화상회선경술 · 언어습득기 이전 청각장애 · 기능적 발성장애.

REFERENCES

- 1) Evans MK, Deliyski DD. Acoustic voice analysis of prelingually deaf adults before and after cochlear implantation. *J Voice* 2007;21:669-82.
- 2) Poissant SF, Peters KA, Robb MP. Acoustic and perceptual appraisal of speech production in pediatric cochlear implant users. *Int J Pediatr*

- Otorhinolaryngol 2006;70:1195-203.
- 3) Mahshie JJ, Conture EG. Deaf speakers' laryngeal behavior. *J Speech Hear Res*. 1983;26:550-9.
 - 4) Bless DM, Hirano M, Feder RJ. Videostroboscopic evaluation of the larynx. *Ear Nose Throat J* 1987;66:289-96.
 - 5) Faure MA, Muller A. Stroboscopy. *J Voice* 1992;6:139-48.
 - 6) Metz DE, Whitehead RL, Whitehead BH. Mechanics of vocal fold vibration and laryngeal articulatory gestures produced by hearing impaired speakers. *J Speech Hear Res* 1984;27:62-9.
 - 7) Behrman A, Dahl LD, Abramson AL, Schutte HK. Anterior-Posterior and Medial Compression of the Supraglottis: Signs of Nonorganic Dysphonia or Normal Postures?. *J Voice* 2003;6:403-10.
 - 8) Koufman JA, Blalock PD. Functional voice disorders. *Otolaryngol Clin N Am* 1991;24:1059-73.
 - 9) Eysholdt U, Rosanowski F, Hoppe U. Vocal fold vibration irregularities caused by different types of laryngeal asymmetry. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2003;8:412-7.
 - 10) Rasp O, Lohscheller J. The pitch rise paradigm: a new task for real-time endoscopy of non-stationary phonation. *Folia Phoniatr Logo* 2006;3:175-85.
 - 11) Boone DR, McFarlane SC, Von Berg SL. *The Voice and Voice Therapy*. 7rd ed. MA: Pearson Education Inc.;2005. p.247-50.
 - 12) Awan SN, Morrow DL. Videostroboscopic characteristics of young adult female smokers vs. nonsmokers. *J Voice* 2007;21:211-23.