

구개편도와 아데노이드 비대 아동의 음성 특성

The Voice Characteristics of Children with Palatine Tonsil and Adenoid Hypertrophy

송 윤 경*
(Yun-Kyung Song*)

*강북삼성병원 이비인후과 음성클리닉

(접수일자: 2009년 10월 7일; 수정일자: 2009년 10월 30일; 채택일자: 2009년 11월 17일)

본 연구는 구개편도와 아데노이드 비대가 있는 아동이 구호흡을 하게 되면 만성적인 성대 건조를 유발하게 되고, 이러한 조건이 음질을 저하시킬 수 있을 것이라는 가설을 검증하기 위하여, 만 5세-8세의 정상 아동 68명과 구개편도와 아데노이드 비대 아동 50명을 대상으로 MDVP 음성분석을 시행하였다. 연구 결과 정상 아동에 비하여 구개편도와 아데노이드 비대 아동은 Jitt, RAP, PPQ, Shim, APQ 파라미터에서 모두 통계적으로 유의미하게 높은 수치를 나타내어 낮은 음질을 보이고 있음을 알 수 있었다. 따라서 언어치료사나 이비인후과 전문의 등은 구개편도와 아데노이드 비대 아동의 음성문제 가능성을 인식하고, 이들의 음성위생법 교육에 관심을 가져야 할 것으로 여겨진다.

핵심용어: 구개편도 비대, 아데노이드 비대, 구호흡, 성대 건조, 음질

투고분야: 말소리 생성 및 인지 분야 (12.4)

This study evaluated the voice of 68 normal children and 50 children with palatine tonsil and adenoid hypertrophy with MDVP to examine the hypothesis that their mouth breathing makes the vocal folds dry and this condition contributes to lower the level of voice quality. The results showed that children with palatine tonsil and adenoid hypertrophy had statistically significant elevations in Jitt, RAP, PPQ, Shim and APQ parameters, and had the lower level of voice quality. Therefore, the children with palatine tonsil and adenoid hypertrophy need vocal hygiene education.

Keywords: Palatine Tonsil Hypertrophy, Adenoid Hypertrophy, Mouth Breathing, Vocal Folds Dryness, Voice Quality

ASK subject classification: Speech Production and Perception (12.4)

I. 서론

아동의 만성적인 구개편도와 아데노이드 비대는 상기도 폐쇄의 가장 흔한 원인이며, 구호흡 (mouth breathing), 코골이, 수면무호흡 등을 유발할 수 있다. 이와 관련된 음성증상으로는 흔히 과소비음 (hyponasal speech) 또는 드물게 과다비음 (hypernasal speech)이 나타날 수 있다 [1]. 상기도 폐쇄에 의한 구호흡은 아동의 악안면 성장에 영향을 줄 뿐 아니라, 성대 (vocal folds)와 성도 (vocal tract)의 건조를 유발하게 된다. 일반적으로 흡기되는 공기는 비강을 지나면서 75~95 % 정도의 상대

습도로 가습되지만, 구호흡이 지속적으로 유지될 경우 성도가 건조되어 구강과 인후부에서 불편감을 느끼고 구순염이 유발될 수도 있다 [2]. 또한 건조해진 성대는 성대 진동의 개시에 더 높은 성문하압력 (subglottal pressure) 을 요구하게 되며, 양측 성대 접촉면의 마찰력이 높아지는 현상을 유도한다 [3]. 이러한 생리학적 현상의 지속은 일시적인 성대 부종뿐 아니라, 아동 음성장애에서 높은 비율을 차지하고 있는 성대 결절이나 성대 비대의 원인이 될 수 있을 것이며, 그로 인하여 쉰 목소리를 산출하게 만들 것으로 여겨진다.

음성을 평가할 수 있는 방법으로는 주관적인 검사와 객관적인 검사가 있다. 주관적인 검사로 흔히 사용되는 것은 일본 음성 언어 의학회에서 제시한 GREAS 평정법이 있다 [4]. 이 방법은 비교적 사용이 간편하고 평가자내의 신뢰도가 높아 효율적으로 사용할 수 있어 널리 이용

책임저자: 송 윤 경 (voicesyk@hanmail.net)
110-746 서울특별시 종로구 평동 108번지 강북삼성병원 이비인후과 음성클리닉
(전화: 02-2001-2271; 팩스: 02-2001-2273)

되고 있지만, 객관화하기 어려운 단점이 있다 [5]. 따라서 음성의 다양한 특성을 정량화하여 제시하고자 하는 노력이 진행되었으며, 그 결과 컴퓨터 음성 분석을 통하여 해부학적 구조와 생리학적인 특성을 담아내는 음성의 음향학적인 특성을 파악할 수 있게 되었다 [6]. 음성의 음향학적 분석은 성대의 부피나 길이, 긴장도 등에 따라 달라지는 성대의 진동으로 만들어진 음파를 대상으로 이루어지며, 대표적으로 Computerized Speech Lab (CSL, KayPENTAX, Lincoln Park, NJ, USA)이 사용되고 있다.

음향학적 분석을 통한 결과로 제시되는 여러 파라미터들은 다양한 연구들을 통하여 청지각적으로 판단되는 음성의 문제와 높은 상관관계를 보이는 것으로 보고되었으며 ([7-9]), 특히 [10], [11] 그리고 [12]는 Multidimensional Voice Program (MDVP, KayPENTAX, Lincoln Park, NJ, USA)을 사용하여 정상 아동 음성을 대상으로 각 파라미터별 정상치를 구하고, 성대 결절이 있는 아동의 것과 비교하여 봄으로써 성대 결절에 유의미한 파라미터를 제시하기도 하였다.

그러나 이와 같은 음향학적 분석을 통한 음성의 객관적 평가가 용이하고, 구개편도와 아테노이드 비대 아동의 경우 음성장애가 발생하기 쉬운 조건이 형성되어 있다는 점을 유추할 수 있음에도 불구하고, 이들의 음질에 대한 연구는 매우 드물다. 구개편도와 아테노이드 비대 아동에 대한 선행연구들은 수술 전, 후 성도의 모양과 크기 변화로 인하여 나타날 수 있는 비성도 변화 ([13], [14]), 또는 모음의 포먼트 변화 ([15], [16])에 집중되어 있다. [17]은 5세~14세의 구개편도와 아테노이드 비대 아동 40명을 대상으로 절제 수술 전, 후 비성도와 음진의 변화를 비교하는 연구를 시행하였다. 다른 선행 연구들과 달리 이들의 음질에 대한 분석을 실시하고, 수술 한 달 후에 비성도 뿐 아니라 음질에 있어서도 개선을 보인 것을 제시한 점에 있어서 의의가 있으나, 이 집단의 낮은 음질의 원인에 대한 다른 고찰이 없이 수술 전, 후 성도의 구조적 변화에 의한 음질의 변화로만 해석한 아쉬움이 있다.

따라서 저자는 만성적인 구개편도와 아테노이드 비대가 있는 아동이 지속적인 구호흡을 하게 되면서 발생된

성대의 진조함이 쉼 목소리와 같은 음성 증상을 유발할 수 있을 것이라는 가설 하에, 이들의 음질을 구개편도 및 아테노이드 비대가 없는 정상 아동의 경우와 비교하여 보기로 하였다.

II. 연구 방법

2.1. 연구 대상

보통 구개편도와 아테노이드는 1세부터 4세까지 면역 작용이 증가하면서 점차 커지고, 사춘기까지 비대가 진행될 수 있으며, 그 이후에는 서서히 퇴화되기 시작한다. [18]의 연구에 의하면 초등학교 저학년까지의 구개편도 비대 환자에서는 상기도 폐쇄로 인한 코골이가 주 증상이며, 고학년으로 갈수록 구개편도의 감염이 주 증상으로 확인되었다. 따라서 본 연구는 상기도 폐쇄로 인한 구호흡 증상이 현저한 만 5세 이상부터 초등학교 저학년에 해당하는 만 8세까지의 아동을 실험군의 대상으로 하였다.

구개편도의 크기는 Brodsky의 분류에 따라 구개편도가 구인두의 25% 이내를 차지하는 경우를 1도, 25% 이상 50% 이내인 경우를 2도, 50% 이상 75% 이내인 경우는 3도, 그리고 75% 이상을 차지하는 경우를 4도로 분류하였다 [1]. 이비인후과 전문의에 의하여 그 크기가 현저하게 커져 확실한 상기도 폐쇄 유발이 가능할 것으로 판단되는 3도 이상의 구개편도 비대를 보이고, 두개측면 방사선 촬영 상 현저한 아테노이드 비대를 동반한 것으로 확인되었으며, 보호자에 의하여 청력 및 인지, 정서 상태가 정상이고, 평소 코골이와 구호흡이 일상화된 것으로 보고된 아동 50명을 실험 대상으로 하였다.

통제군에 해당하는 아동은 실험군과 같은 연령대이고, 구개편도의 비대가 1도 이하이며, 보호자에 의하여 편도 및 아테노이드 절제술의 경력이 없고, 청력 및 인지, 정서 상태가 정상인 것으로 보고된 아동 68명이었으며, 본 연구의 실험군 및 통제군에 해당하는 아동의 정보는 표 1과 같다.

표 1. 실험군 및 통제군의 성별 및 연령

Table 1. Sex and age informations in experimental and control groups.

	전체 대상자 수	성별		연령	
		남	여	평균 (개월)	표준편차
실험군	50	28	22	79.1	12.4
통제군	68	40	28	77.2	8.2

2.2. 자료 수집 및 분석

본 연구에서는 MDVP를 사용하여 대상자들의 음성을 분석하였다. 컴퓨터 기반 음성 분석은 비침습적 방법으로 아동의 음성을 평가할 수 있다는 점과, 그 결과가 음성 장애의 정도를 비교적 잘 반영한다는 점에서 의미가 있다 [12]. [19]는 강도 섭동 (amplitude perturbation) 인 Shimmer Percent (Shim)와 음도 섭동 (pitch perturbation) 인 Jitter Percent (Jitt)가 거친 음성 (rough voice)과 관계있다고 보고하였으며, [12]는 MDVP의 여러 가지 파라미터들 중에서 음도 관련 섭동 파라미터인 Absolute Jitter (Jita), Jitt, Relative Average Perturbation (RAP), Pitch Period Perturbation Quotient (PPQ), Smoothed PPQ (sPPQ), Fundamental Frequency Variation (vFO) 이 정상 아동과 성대 결절 아동을 변별해내는 데에 유의미한 것으로 보고하였다. 또한 [20]은 정상 음성에서 나

타나는 음성의 떨림에 대한 영향을 최소화하기 위한 파라미터로 RAP, PPQ, Amplitude Perturbation Quotient (APQ)를 제시하였다. 따라서 본 연구에서는 선행 연구들에서 제시한 유의미한 파라미터들 중에서 서로 중복되거나, 상호 보완적인 측면을 고려하여 음도 섭동에 관련된 파라미터인 Jitt, RAP, PPQ, 강도 섭동에 관련된 파라미터인 Shim, APQ를 선택하여 분석, 비교하기로 하였다. 각 파라미터에 관련된 정의와 수식은 표 2와 같다. 이 파라미터들의 수치가 높으면 청지각적으로 쓴 목소리를 내는 것으로 판단될 뿐 아니라 [19], 성대결절과 같은 병변이 있을 가능성이 높다 ([10], [12], [20]).

실험군과 통제군 모두 상기도 감염이 없는 상태에서 음성 자료를 수집하였으며, 모음 '아'를 3초 이상 안정적으로 연장 발성하게 하여 모두 3회씩 수집하고 평균값으로 통계 분석하였다. 또한 검사자내 신뢰도를 구하기 위

표 2. 파라미터의 정의 및 수식
Table 2. Definitions and numerical formulas of parameters*.

음성 파라미터(단위)	정의	수식
Jitt(%)	pitch period와 period간 음도 변이의 규칙성, 불규칙성을 상대적으로 평가하는 파라미터이다.	$\frac{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} T_0^{(i)} - T_0^{(i+1)} }{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N T_0^{(i)}}$ <p>To(i), i=1,2...N - 추출한 peak-to-peak data N = PER - 추출한 pitch period의 수</p>
RAP(%)	pitch period 3개 길이 내에서의 음도 변이 정도에 대하여 상대적으로 평가하는 파라미터이다. Jitt가 '매우 짧은' 기간 동안의 음도 변이 정도를 파악한다면, RAP은 '짧은' 기간 동안의 음도 변이의 정도를 파악하는 것으로, period를 증가시키면 오류를 좀 더 줄일 수 있다	$\frac{\frac{1}{N-2} \sum_{i=2}^{N-1} T_0^{(i-1)} + T_0^{(i)} + T_0^{(i+1)} - 3T_0^{(i)} }{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N T_0^{(i)}}$ <p>To(i), i=1,2...N - 추출한 pitch period data N = PER - 추출한 pitch periods의 수</p>
PPQ(%)	pitch period 5개 길이 내에서의 음도 변이 정도에 대하여 상대적으로 평가하는 파라미터이다.	$\frac{\frac{1}{N-4} \sum_{i=1}^{N-4} \frac{1}{5} \sum_{r=0}^4 T_0^{(i+r)} - T_0^{(i+2)} }{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N T_0^{(i)}}$ <p>To(i), i=1,2...N - 추출한 pitch period data N = PER - 추출한 pitch periods의 수</p>
Shim(%)	pitch period와 period간 음성 강도 변이의 규칙성, 불규칙성을 상대적으로 평가하는 변인이다.	$\frac{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} A^{(i)} - A^{(i+1)} }{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N A^{(i)}}$ <p>A(i), i=1,2...N - 추출한 peak-to-peak amplitude data N - 추출한 임펄스의 수</p>
APQ(%)	pitch period 11개 길이 내에서의 음성 강도 변이의 정도에 대하여 상대적으로 평가하는 변인이다. 대체로 breathy voice나 hoarse voice의 경우 그 수치가 증가하며, 이는 성대의 주기적 진동이 어렵다는 것을 의미한다.	$\frac{\frac{1}{N-10} \sum_{i=1}^{N-10} \frac{1}{11} \sum_{j=0}^{10} A^{(i+j)} - A^{(i+5)} }{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N A^{(i)}}$ <p>A(i), i=1,2...N - 추출한 peak-to-peak data N - 추출한 임펄스의 수</p>

* Multidimensional voice program의 manual 참조 (KayPENTAX, Lincoln Park, NJ, USA)

하여 측정과 재측정 결과의 수치로 피어슨 상관계수를 구하였다. 그 결과 r 값은 0.886에서 0.908 사이에 분포하여 높은 측정치 신뢰도를 보였다. 전체 자료의 분석은 PASW Statistics 17.0 (spss Inc., Chicago, IL, USA)의 independent t -test를 사용하였고, 통계학적 의의는 p 값이 0.05 이하일 경우로 정의하였다.

III. 결과

분석 결과 Jitt, RAP, PPQ, Shim, APQ 모두에서 실험군이 통계적으로 유의미한 차이를 보이며 통제군보다 높은 수치를 보였다. 따라서 구개편도와 아데노이드 비대 아동은 그렇지 않은 아동에 비하여 유의미하게 낮은 음질을 나타내는 것을 알 수 있었다. 각 파라미터에 대한 실험군과 통제군의 수치를 비교한 결과는 표 3에 제시되어 있다.

IV. 논의 및 제언

본 연구는 반성적인 구개편도와 아데노이드 비대가 있는 아동이 구호흡을 하게 되면서 나타나는 성대의 지속적인 건조함이 이들의 음질을 저하시킬 수 있을 것이라는 가설 하에 모음 '아'를 발생시켜 그 음질의 특성을 정상 아동과 비교하여 보았다. 그 결과 비교하여 본 Jitt, RAP, PPQ, Shim, APQ 5가지의 파라미터 모두에서 실험군이 통제군보다 유의미하게 높은 수치를 보였다. 이는 실험

군의 성대 진동이 통제군의 경우와 유의미한 차이를 나타내며 더 불규칙적이라는 것을 말해주므로 이들의 음질이 더 낮은 것을 알 수 있다.

[21]은 7세와 10세의 우리나라 아동 80명을 대상으로 MDVP를 사용하여 음성을 분석하고 아동의 정상 음성 수치를 제시하였다. 본 연구의 결과가 이 연구에서 제시한 7세 아동의 정상 수치와 비교하여보면, 공통적인 파라미터인 Jitt와 Shim 모두에서 실험군에 해당하는 아동의 음성이 이들의 평균을 넘어서는 것을 알 수 있다 (7세의 정상음성 Jitt = 1.01 ± 0.54 , Shim = 4.23 ± 1.74). 또한 [10]에서 제시한 MDVP 파라미터의 역치를 구하는 공식 (Mean + $1.96 \times SD$)에 [21]의 7세 아동 40명의 평균과 표준편차 수치를 대입하여 역치를 구해 비교해본 결과 표 4와 같은 결과를 얻을 수 있었다.

[21]의 정상음성 측정값에서 산출한 파라미터별 역치를 본 연구 대상자들에게 적용시키는 것은 연령의 정확한 일치여부 이루어지지 않은 한계는 있으나, 흥미로운 점을 살펴볼 수 있다. 실험군은 통제군에 비하여 Jitt와 Shim의 역치를 벗어나는 대상자의 수가 더 많았으며, 특히 성대 결절이 있을 경우 수치가 높아지는 파라미터들 중의 하나인 것으로 보고된 Jitt에서 실험군과 통제군 각각 50명 중 11명, 68명 중 5명이 역치를 넘어서는 것으로 나타났다. 역치를 넘어선 대상자들은 성대 결절이 있을 가능성이 높으며, 각 군에서 차지하는 비율은 22%와 7.4%로 구개편도와 아데노이드 비대 아동군이 약 3배에 해당하였다.

국내에서는 아동 음성장애의 유병률을 보고한 연구가 없기 때문에 해외 선행연구들이 제시하는 자료를 살펴보

표 3. 실험군과 통제군의 음성 파라미터 수치 비교
Table 3. Comparisons of the results of voice parameters in experimental and control groups.

음성 파라미터 (단위)	실험군		통제군		t
	평균	표준편차	평균(%)	표준편차	
Jitt(%)	1.55	1.22	0.85	0.66	3.681*
RAP(%)	0.95	0.79	0.51	0.40	3.581*
PPQ(%)	0.88	0.59	0.50	0.39	3.919*
Shim(%)	5.04	2.91	3.59	1.35	3.269*
APQ(%)	3.38	1.69	2.59	0.85	3.030*

표 4. 파라미터별 역치와 집단별 대상자 수
Table 4. Thresholds of parameters and number of each group.

음성 파라미터	역치 (Mean + $1.96 \times SD$)	실험군 (n = 50)	통제군 (n = 68)
Jitt	≤ 2.07	39	63
	> 2.07	11	5
Shim	≤ 7.64	45	66
	> 7.64	5	2

면, [22]의 경우 약 6%, [23]의 경우 약 3.9%였다. 본 연구의 통제군에서 Jitt의 역치를 넘어선 아동은 7.4%로 [22]의 경우에 가까웠으며, 실험군에서 Jitt의 역치를 넘어선 아동은 22%로 선행 연구들에서 제시하는 유병률보다 높은 비율임을 알 수 있었다. 이는 구개편도와 아데노이드 비대 아동들이 일반적인 경우보다 음성장애를 가지게 될 가능성이 높은 것을 예측하게 해준다.

음성의 남용과 오용이 혼할 수 있는 아동의 특성상 두 집단에서 발견되는 이러한 사례의 특성이 놀라운 결과는 아니라고 여겨진다. 또한 아동의 음성 문제는 대부분 발성과 관련된 행동적 특성이 주된 원인인 것으로 지적되어 왔다. 그러나 이러한 행동적 특성 외에도 만성적인 상기도 문제, 호르몬 분비 이상, 성격적 특성 등이 음성 문제의 발생에 기여하는 것을 고려해야 할 것이다 [3]. 만성적 구개편도와 아데노이드 비대가 있는 아동은 상기도 폐쇄로 인하여 구호흡을 하게 되는데, 이 때문에 성대가 건조해지게 된다. 건조해진 점막 조직은 충격과 감염에 취약해지게 되므로, 발성 시 성대 점막에 물리적인 충격을 더 받을 수 있게 만들어주며, 이로 인하여 성대 결절이나 성대 비대가 생기기 쉬운 조건을 형성해준다. 음성의 남용, 오용 정도가 비슷한 수준에서 이와 같은 상황적 조건이 형성된다면 보다 더 쉽고 빠르게 성대 결절이나 성대 비대가 생길 수 있을 것이다.

[24]에 의하면 아동의 음성 문제는 사회-정서적 측면과 신체 기능적 측면에서 장애를 경험하게 만든다. 그러나 음성 장애를 가진 아동 중에서 다수는 특별한 음성 치료를 받지 않고 단순히 음성위생법만 잘 지키도록 하여도 많은 개선이 가능하다는 보고가 있다 [25]. 음성위생법은 성대의 습윤을 유지하고, 자극을 받지 않도록 하는 내용들로 이루어져 있는데, 가습기와 마스크의 사용, 수분 섭취 증가, 발성 습관의 개선 등이 그것이다 [26].

만성적인 구개편도와 아데노이드 비대 아동은 상기도 폐쇄로 인한 구호흡으로 건조한 성대 상태를 유지하기 때문에 충격과 감염에 취약한 건조한 성대를 가지게 되므로 음성의 남용, 오용과 같은 행동적 특성과는 별개로 아동 음성 문제 발생의 고위험군에 해당 될 수 있을 것이며, 연구 결과 정상 아동보다 유의미하게 낮은 음질의 목소리를 내는 것으로 파악되었다. 따라서 다양한 영역에서 활동하고 있는 언어치료사, 이비인후과 전문의 등은 이 대상들의 음성에 주목해야 한다는 점을 인식하는 것이 필요해 보인다. 또한 구개편도와 아데노이드 비대 아동에게 질환에 대한 상황적 특성을 알려주고, 음성위생법을 교육한다면 이들의 음성 문제 예방과 치료에 도움을 줄 수

있을 것으로 생각된다.

본 연구는 후두내시경을 통한 시각적 진단과정 없이 음성의 컴퓨터 분석으로만 실험군과 통제군을 비교하였다. 실험군의 경우 편도와 아데노이드 비대로 수술받기 위하여 입원한 상태에서 음성자료를 수집하였으므로 상기도 감염과 같은 문제가 배제된 상태였으며, 통제군의 경우도 감기에 걸려있지 않은 건강한 신체 상태에서 음성 자료를 수집하였지만 두 군 모두 일시적인 알레르기 증상이나, 검사 직전 며칠 간의 음성 남용, 오용으로 인해 있을 수 있는 일시적인 성대 부종과 관련된 음질 변화의 가능성을 통제하지는 못하였다. 따라서 후속 연구는 후두 내시경과 같은 시각적인 진단과정을 거쳐 만성적인 구개편도와 아데노이드 비대가 있는 아동의 성대 상태 및 음성 특성을 파악해보는 것이 필요할 것으로 여겨진다.

참고 문헌

1. 이강대, *이비인후과학 - II 두경부외과학*, (주)일조각, 서울, 2009.
2. 장용주, *이비인후과학 - I 기초, 이과*, (주)일조각, 서울, 2009.
3. D. R. Boone, S. C. McFarlane, and S. L. Von Berg, *The Voice and Voice Therapy*, Allyn and Bacon, Boston, 2005.
4. M. S. De Bodt, F. L. Wuyts, P. H. Van de Heyning, and C. Croux, "Test-retest study of the GRBAS scale: influence of experience and professional background on perceptual rating of voice quality," *J. Voice*, vol. 11, no. 1, pp. 74-80, 1997.
5. M. Kane and C. J. Wellen, "Acoustical measurement and clinical judgement of vocal quality in children with vocal nodules," *Folia Phoniatr.*, vol. 37, no. 2, pp. 53-57, 1985.
6. P. H. Dejonckere, "Perceptual and laboratory assessment of dysphonia," *Otolaryngol. Clin. North Am.*, vol. 33, no. 4, pp. 731-750, 2000.
7. F. L. Wuyts, M. S. De Bodt, G. Molenberghs, M. Remacle, L. Heylen, B. Millel, K. Van Lierde, J. Raes, and P. H. Van de Heyning, "The dysphonia severity index: an objective measure of voice quality based on a multiparameter approach," *J. Speech Lang. Hear. Res.*, vol. 43, no. 3, pp. 796-809, 2000.
8. 표화영, 최성희, 임성은, 심현섭, 최홍식, 김광문, "성대폴립 환자를 대상으로 한 GRBAS 척도와 MDVP 측정치 간의 상관관계 연구," *대한음성언어의학회지*, 10권, 154-163쪽, 1999.
9. V. Wolfe, J. Fitch, and R. Cornell, "Acoustic prediction of severity in commonly occurring voice problems," *J. Speech Hear. Res.*, vol. 38, no. 2, pp. 273-279, 1995.
10. P. Campisi, T. L. Tewfik, J. J. Manoukian, M. D. Schloss, E. Pelland-Blais, and N. Sadeghi, "Computer-assisted voice analysis: Establishing a pediatric database," *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.*, vol. 128, pp. 156-160, 2002.
11. J. P. Souaid, T. L. Tewfik, and E. Pelland-Blais, "Use of the computerized speech lab in pediatric dysphonia: a preliminary study," *J. Otolaryngol.*, vol. 27, no. 5, pp. 301-306, 1998.

12. P. Campisi, T. L. Tewfik, E. Pelland-Blais, M. Husein, and N. Sadeghi, "Multidimensional voice program analysis in children with vocal cord nodules," *J. Otolaryngol.*, vol. 29, no. 5, pp. 302-308, 2000.
13. 남순열, 서석범, 장영, "편도 및 아데노이드적출술이 비음도에 미치는 영향," *대한이비인후과학회지*, 42권, 354-357쪽, 1999.
14. 김익태, 송상윤, 장기현, 전진형, 김형중, "소아에서 편도 및 아데노이드 적출술 후 비음도의 변화," *대한이비인후과학회지*, 43권, 615-619쪽, 2000.
15. H. G. Ilk, O. Eroglu, B. Satar, and Y. Ozkaptan, "Effects of tonsillectomy on speech spectrum," *J. Voice*, vol. 16, no. 4, pp. 580-586, 2002.
16. Y. Hori, Y. Koike, G. Ohyama, S. Y. Otsu, and K. Abe, "Effects of tonsillectomy on articulation," *Acta Otolaryngol. Suppl.*, vol. 523, pp. 248-251, 1996.
17. R. Mora, B. Crippa, M. Dellepiane, and B. Jankowska, "Effects of adenotonsillectomy on speech spectrum in children," *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.*, vol. 71, pp. 1299-1304, 2007.
18. 채성원, 최건, 황규성, 이동진, 최중식, 황순재, "초등학교 학생에서 구개편도 비대의 빈도와 임상증상에 대한 고찰," *대한이비인후과학회지*, 43권, 1342-1345쪽, 2000.
19. R. W. Wendahl, "Laryngeal analogue synthesis of jitter and shimmer auditory parameters of harshness," *Folia Phoniatr.*, vol. 18, no. 2, pp. 98-108, 1966.
20. Y. Koike, H. Takahashi, and T. C. Calcaterra, "Acoustic measures for detecting laryngeal pathology," *Acta Otolaryngol.*, vol. 84, no. 1-2, pp. 105-117, 1977.
21. 하현영, "상대결절 아동음성의 음향학적 평가를 위한 정상음성 기준치 연구," 연세대학교 대학원 석사논문, 2006.
22. A. E. Aronson, *Clinical Voice Disorders*, Thieme, New York, 1990.
23. M. C. Duff, A. Proctor, and F. Yairi, "Prevalence of voice disorders in African American and European American pre-schoolers," *J. Voice* vol. 18, no. 3, pp. 348-353, 2004.
24. A. L. Merati, K. Keppel, N. M. Braun, J. H. Blumin and J. E. Kerschner, "Pediatric voice-related quality of life: findings in healthy children and in common laryngeal disorders," *Ann. Otol. Rhino. Laryngol.*, vol. 117, no. 4, pp. 259-262, 2008.
25. R. A. Faust, "Childhood voice disorders: ambulatory evaluation and operative diagnosis," *Clin. Pediatr.*, vol. 42, no. 1, pp. 1-9, 2003.
26. 윤영선, 김상우, 백정환, 정한신, 손영익, "상대 폴립 환자에서 음성위생교육의 효과," *대한이비인후과학회지*, 49권, 728-732쪽, 2006.

저자 약력

• 송윤경 (Yun-Kyung Song)

1993년: 연세대학교 간호학과 (간호학사)
 2001년: 연세대학교 언어병리학 협동과정 (언어병리학 석사)
 2008년: 이화여자대학교 언어병리학 협동과정 (언어병리학 박사)
 1998년~현재: 강북삼성병원 이비인후과 음성클리닉 언어치류사
 ※ 주관심 분야: 말소리 생성 및 인지 분야