

성대 결절 환자의 성문 상부 움직임 및 성대 진동 양상에 관한 연구

나 희^a · 김성태^b · 심현섭^{c,§}

^a한림대학교 의과대학 강동성심병원 이비인후과 음성언어검사실, ^b울산대학교 의과대학 서울아산병원 이비인후과학교실, ^c이화여자대학교 언어병리학과

§ 교신저자

심현섭
이화여자대학교 언어병리학과 교수
서울특별시 서대문구 대현동 11-1
e-mail: simhs@ewha.ac.kr
tel.: 02-3277-3538

배경 및 목적: 본 연구에서는 화상회진경술(videostroboscopy)을 통해 양측성 성대 결절 환자들이 보이는 전반적인 성문 상부 움직임 및 성대 진동 양상 특성에 대해 살펴보고, 이러한 특성이 음성의 중증도에 따라 차이가 있는지 살펴보고자 하였다. **방법:** 양측성 성대 결절 환자 48명에게 화상회진경술을 시행하여 성문 상부 움직임 및 성대의 진동 양상을 4점 척도로 평가하였고, 음향학적 평가를 실시하여 주파수 변동율, 진폭 변동율, 소음 대 배음비 값을 구하였다. 또한, GRBAS 척도를 사용한 지각적인 평가를 실시하여 경도 집단과 중등도 집단으로 나누어 특성을 비교하였다. **결과:** 대부분의 피험자들이 성문상부에서 약한 정도의 전후 압축이 있는 것으로 나타났고, 성문 폐쇄도 불완전한 폐쇄 양상을 보였으며, 점막 파동도 정상보다 작은 움직임을 보이는 것으로 나타났다. 경도 및 중등도 집단 간의 유의미한 차이는 음향학 측정 항목인 주파수 변동율에서만 나타났다. **논의 및 결론:** 본 연구결과를 통해 대부분의 성대 결절 환자들이 음성 산출 시 약한 정도의 전후 압축을 보여 음성 산출 시 근긴장이 동반됨을 확인할 수 있었으며, 치료계획을 할 때 후두의 근긴장 감소를 포함한 포괄적 치료 접근을 해야 하는 임상적 시사점을 제시한다. 또한, 주파수 변동율이 성대결절의 중증도와 관련이 있으며 성대결절의 치료효과를 객관적으로 판별하는 데 중요한 음향학적 측정치로서 사용될 수 있음을 시사한다. 『언어청각장애연구』, 2010;15:444-456.

핵심어: 성대 결절, 성문 상부 움직임, 성대 진동, 근긴장발생장애

I. 서론

최근 음성에 대한 관심이 증가하면서 목소리 불편을 호소하며 관련 전문의를 찾는 사람들이 늘어나고 있으며, 음성 질환 중 성대 결절(vocal cord nodules)과 성대 용종(vocal polyp)이 높은 비율을 차지한다. 음성 장애에서 흔하게 나타나는 질환 중 하나인 성대 결절은 양성점막질환으로 막성성대(membranous vocal cord)의 중간부분에 대부분 양측성으로 생기며, 아동과 성인 여성에게 빈번하게 발생한다고 보고되고 있다(Herrington-Hall et al., 1988; Nagata et al., 1983).

성대 결절이 정상적인 음성 산출에 미치는 영향에 대해서는 생리학적 측면에서의 성대 진동 특성과 청지각적 특성, 음향학적 특성을 중심으로 연구되어 왔다. 예를 들면, 성대 결절은 발성 시 성대가 완전하게 폐쇄되지 못하고 모래시계 모양의 틈이 생겨 성문을 통과하는 공기 기류량을 증가시키고, 결절 부위를 중심으로 진폭과 점막파동을 감소시킨다. 반면, 대부분의 경우 대칭적이고 규칙적으로 진동하는 움직임을 보이게 된다(Roy et al., 2000; Wallis et al., 2004). 청지각적인 측면에서는 숨소리(breathy voice)와 쥐어짜는 음성(strained voice) (Holmberg et al., 2002)

* 이 논문은 제1저자의 석사학위논문(2010)을 요약한 것임.

특성을 주로 보인다(Holmberg et al., 2001). 치료 전 후 음질에 대해서도 비교한 결과, 치료 전에는 숨소리와 쥐어짜는 소리, 거친 소리를 주 특성으로 보였으나, 치료 후에는 이러한 항목들의 중증도 정도가 유의미하게 감소함을 보고하였다. 음향학적 특성에서는 치료 후 음향학적 측정 항목인 주파수 변동율(jitter percent)과 진폭 변동율(shimmer percent)에서 유의미한 감소가 나타남을 보고하였다(김성태 · 정옥란, 2004).

성대 결절이 생기는 주요한 원인으로는 음성 메커니즘의 만성적인 오용 및 남용 때문이며, 이러한 음성의 오·남용은 음성 산출 시 후두의 성문(glottis)과 성문 상부(supraglottis)에 과도한 근긴장을 유발할 수 있다(Colton & Casper, 1996). 이러한 성문 및 성문 상부의 근긴장과 관련해서 Koufman (1995)은 사실상 원인에 상관없이 모든 음성장애 환자들에게서 근긴장을 관찰할 수 있다고 보고하고 있다. 또한, Colton & Casper (1996)와 Rulnick & Heuer (1993)도 음성 남용 및 오용, 근긴장성 발성장애는 성대 결절, 성대 용종, 성대 낭종과 같은 양성 성대 질환의 발생과도 관련이 있을 것이라고 제시하고 있다.

성대 결절이 음성의 오·남용으로 발생하며, 이러한 음성의 오·남용이 성문 및 성문 상부의 근긴장을 유발한다는 사실에 비추어 보았을 때, 성대 결절 환자들도 이러한 근긴장 소견을 보일 수 있음을 추측할 수 있다. 하지만 이와 관련해서 성대 결절 환자들이 보이는 성문 상부의 근긴장에 대한 연구는 부족한 실정이다.

여기서 성문 상부란, 후두의 가장 윗부분으로 실제 발성이 이루어지는 진성대 바로 위에서부터 후두부를 열고 닫는 뚜껑 역할을 하는 후두개 끝부분까지를 말한다. 성문부는 진성대를 포함한 5~7mm 아랫부분을 말하는 것이고, 성문 하부는 성문부의 최하단에서 기관이 시작하는 부위까지를 가리킨다. 성문 상부 움직임이라는 용어에 대해서 Stager et al. (2000)은 성문 상부 움직임이란 진성대 바로 윗부분 구조의 움직임을 말하는 것이며, 성문 상부 움직임을 전후압축(Anterior-to-posterior supraglottic activity, A-P compression)과 가성대 압축(Medial supra-glottic activity, FVF compression) 두 가지로 유형으로 나눌 수 있음을 보고하였다. 선행 연구들의 보고에 따르면 전통적으로 성문 상부 움직임은 진성대가 완전하게 닫히지 못할 때 나타나는 보상 행동이거나(Belafki et al., 2002; D'Antonio et al., 1995; Smith et al.,

1995) 혹은 성대의 과도한 근긴장 사용과 관련이 있다고 간주되어 왔다(Koufman & Blalock, 1991; Morrison & Rammage, 1993). 이러한 성문 상부 움직임은 음성 산출에 영향을 주게 되며, 치료를 계획하는 데 있어서 반드시 고려되어야 하는 요소이다. 따라서 성대 결절 환자들이 어떠한 성문 상부 움직임을 보이는지에 대한 연구가 필요하다.

또한, 성대 결절로 진단이 내려져도 청지각적인 측면에서 보이는 음성의 중증도는 다를 수 있다. 하지만 선행연구들에서는 음성의 중증도에 따른 특성을 비교한 연구는 부족한 실정이고, 주로 어떠한 음성 특성을 보이는지에 대해서만 보고하고 있다(김성태 · 정옥란, 2004; Holmberg et al., 2001; 2002). 성대 결절 환자는 음성의 청지각적 평가인 'GRBAS척도(Fex, 1992)'에서 음성의 전반적인 장애 정도를 나타내는 G점수가 1점(mild) 혹은 2점(moderate)이 대부분이다. 가장 심한 정도를 나타내는 3점의 경우는 성대 결절 대상자는 거의 없거나 있다고 하더라도 다른 질환들과 동반된 경우가 대부분이다(Yu et al., 2001).

따라서 본 연구에서는 음성 산출 시 성대 결절 환자들이 보이는 성문 상부 움직임과 성대 진동 양상 특성에 대해 전반적으로 살펴보고자 하였고, 음성의 중증도를 'GRBAS척도'에서 음성의 전반적인 애성정도를 나타내는 G점수에 따라 경도 집단(G1)과 중증도 집단(G2)으로 분류하여 중증도에 따른 성문 상부 움직임과 성대 진동 양상, 음향학적 특성들을 비교하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

대상은 양측성 성대 결절로 진단 받은 48명의 성인 여성이다. 대부분 편측성으로 발생하는 성대 용종은 남성에게서 많이 나타나는 반면, 주로 양측성으로 나타나는 성대 결절은 여성에게서 빈번하게 발생한다는(Johns, 2003) 보고에 따라 최대한 동등한 조건에서 실험을 진행시키기 위해 양측성 성대 결절을 가진 성인 여성을 선정하였다. 또한, 성대 결절의 크기가 1mm 이상이고, 음성 장애 지속기간이 3개월 이상인 경우, 성대에 기타 부종이 있거나 인후두 역류증(laryngopharyngeal reflux: LPR), 호흡기 질환, 청력의 문제, 기타 신경학적·신체적인 문제를 동반하지 않는 경우

를 대상으로 선정하였다. 그리고 대상자들을 음성의 중증도에 따라 경도집단(G1)과 중등도 집단(G2)으로 나누어 연구를 진행하였다.

2. 연구 절차

가. 자료수집

2009년 4월~10월까지 서울아산병원 이비인후과에 내원하여 양측성 성대 결절로 진단 받은 여성 환자들을 대상으로 청지각적검사와 음성검사, 화상회선경술 검사를 실시한 결과를 수집하였고, 모든 검사는 방음시설이 되어 있는 동일한 조용한 장소에서 실시되었다. 청지각적인 검사는 마이크(SHURE SM48)를 입의 측면에서 10cm 떨어지게 위치한 후, 대상자들의 자연스러운 발화를 녹음하기 위해 본 검사실에서 음성 검사 시 사용하는 '산책' 문단(정옥란, 1994) 중 첫 2문장을 임의로 선정하여 편안한 음도와 강도로 읽도록 하고, 이를 CSL(computerized speech lab, 4300, Kay Elemetrics corp., Lincoln Park, NJ, USA)중 Visi-Pitch 프로그램을 통해 녹음하였다. 음향학적 검사도 마이크를 동일하게 위치시키고 임상현장에서 일반적으로 쓰이는 /아/ 모음 연장발성을 편안한 강도와 음도로 3번 반복하도록 한 뒤, 가장 안정적인 구간 2초를 분석하였고, CSL에 있는 MDVP (multi-dimensional voice program, Kay Elemetrics corp., Lincoln Park, NJ, USA)를 사용하였다. 화상회선경술(videostroboscopy, RLS 9100, Kay Elemetrics Corp., Lincoln Park, NJ, USA)검사는 편안한 강도와 음도 수준에서 /이/모음을 발성하도록 하였고, 이때의 모든 영상은 s-VHS 비디오 녹화기(Panasonic AG 7355, Panasonic Matsushita Electronic Industrial Co., Ltd., Tokyo, Japan)에 녹화하였다. /이/ 모음으로 검사하는 이유는 발성할 때 후두입구가 후두개와 혀뿌리(tongue base)의 수축으로부터 열리게 하여 후두를 잘 보이게 하기 때문이다(Yan, Damrose & Bless, 2007).

나. 청지각적 평가

녹음한 문장 자료를 반복해서 들으면서 GRBAS척도(Fex, 1992)를 통해 성대 결절 환자의 음성장애 정도를 평가하였다. 각 음성 특징들에 대해 정상인 경우를 '0', 약한 정도를 '1', 중간 정도를 '2', 심한 정도를 '3'점으로 평가하고, 최종적으로 가장 높은 점수를 얻

은 항목의 점수를 음성의 전반적인 중증도(Grade: G, 이하 G)에 적용하였다. 그리고 G1을 경도 집단, G2점을 중등도 집단으로 분류하였다.

다. 음향학적 검사

수집한 모음연장 발성 자료를 CSL의 MDVP를 통해 주파수 변동율, 진폭 변동율, 소음 대 배음비 수치를 구하여 정상역치와 비교하였다.

라. 화상회선경술 검사

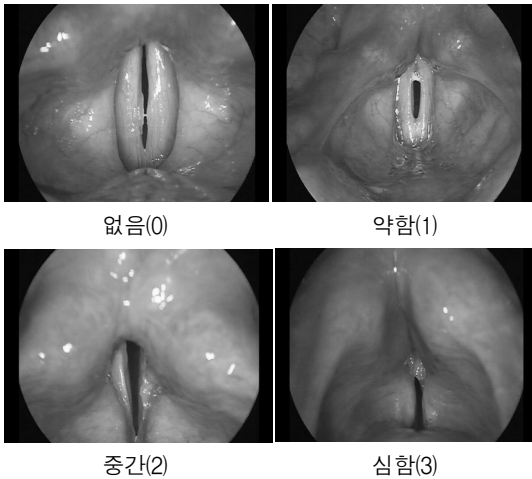
녹화된 영상을 반복해서 보면서 발성 시 후두 양상에 대해 총 7개의 항목을 평가하였다. 성문 상부 움직임과 관련된 항목인 가성대 압축과 전후 압축, 성대 진동 양상과 관련된 양측 성대의 대칭성과 규칙성, 성문 폐쇄, 진폭, 점막파동 항목에 대해서 4점 척도로 평가하였다(<표 - 1>)(박영학 · 최지영, 2008; Awan & Morrow, 2007; Ford, 1999; Hirano & Bless, 1993; Stemple et al., 1995).

<표 - 1> 화상회선경술 평가 항목

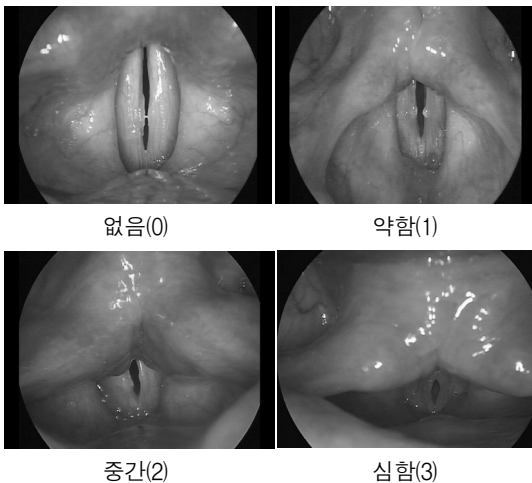
평가 항목	평정결과
가성대 압축	없음(0), 약함(1), 중간(2), 심함(3)
전후 압축	없음(0), 약함(1), 중간(2), 심함(3)
대칭성	완전(0), 약간 불완전(1), 중간 불완전(2), 심한 불완전(3)
규칙성	완전(0), 약간 불완전(1), 중간 불완전(2), 심한 불완전(3)
성문 폐쇄	완전(0), 약간 불완전(1), 중간 불완전(2), 심한 불완전(3)
진 폭	큼(0), 정상(1), 작음(2), 없음(3)
점막파동	큼(0), 정상(1), 작음(2), 없음(3)

성문 상부 움직임 항목에서 가성대 압축은 발성 시 가성대의 움직임 여부를 보는 항목으로 성대 진동 시, 양쪽 가성대가 성대 쪽으로 내전하지 않은 경우를 '없음', 성대 폭의 50% 이하로 내전한 경우는 '약함', 50~75% 내전한 경우를 '중간', 75% 이상 내전해서 성대를 거의 가린 경우를 '심함'으로 평가하였다. 전후 압축도 성대 진동 시 피열연골이 후두덮개끝 쪽으로 잡아 당겨지지 않고 성대돌기(vocal process)부분이 보이면서 발생되는 경우를 '없음', 피열연골이 후두 덮개끝 쪽으로 잡아당겨져 성대 길이의 50%이하를 덮

은 경우를 ‘약함’, 50~75% 낮은 경우를 ‘중간’, 75% 이상 떨어져 성대를 거의 가린 경우를 ‘심함’으로 평가하였다(<그림 - 1>, <그림 - 2>).



<그림 - 1> 가성대 압축 평가 기준



<그림 - 2> 전후 압축 평가 기준

성대 진동 양상 항목에서 대칭성은 양측 성대 진동 양상이 50%이하로 비대칭적인 경우를 ‘약간 불완전’, 50~75% 비대칭적인 경우를 ‘중간 불완전’, 75%이상 비대칭적인 경우를 ‘심한 불완전’으로 평가하였다. 규칙성은 양측 성대 진동이 규칙적인 경우를 ‘완전’, 가끔 불규칙적인 경우를 ‘약간 불완전’, 대부분 불규칙적인 경우를 ‘중간 불완전’, 항상 불규칙적인 경우를 ‘심한 불완전’으로 평가하였다. 여기서 ‘약간 불완전’과 ‘중간 불완전’의 판단 기준은 편안한 강도와 음도에서 /이/ 발성을 할 때, 50%를 기준으로 해서 성대 진동이

불규칙한 경우와 규칙적인 경우의 비율이 불규칙적인 경우가 50%이하인 경우를 약간 불완전으로, 불규칙적인 경우가 50%이상인 경우를 중간 불완전으로 평가하였다. 성문 폐쇄는 발생 시, 완전 폐쇄된 경우를 ‘완전’, 앞쪽 혹은 뒤쪽 틈이 생기는 경우를 ‘약간 불완전’, 모래시계 모양으로 앞 뒤 틈이 생기는 경우를 ‘중간 불완전’, 폐쇄가 되지 않는 경우를 ‘심한 불완전’으로 평가하였다. 성대 진폭과 점막 파동은 양측 성대를 각각 평가하였는데, 성대 폭의 약 1/2 정도의 진폭과 파동을 보이는 경우를 ‘정상’, 1/2 이상이면 ‘큼’, 1/2 이하면 ‘작음’, 파동이 없으면 ‘없음’으로 평가하였다.

마. 자료의 통계적 처리

성문 상부 움직임과 성대 진동 양상, 음향학적 특성에 대해 살펴보기 위해 기술통계를 실시하였고, 음성의 중증도(경도, 중등도)에 따른 성문 상부 움직임과 성대 진동 양상에 차이를 보이는지 알아보기 위해 SPSS 12.0 for windows 프로그램의 비모수 통계방법인 Mann-whitney U-test를 실시하였고, 음성의 중증도에 따라 음향학적 특성이 차이를 보이는지 알아보기 위하여 SPSS 12.0 for windows 프로그램의 독립표본 t-검증을 실시하였다.

바. 신뢰도

대상자의 20%의 자료를 무작위로 선택하여 청지각적 평가와 화상회선경술 검사에 대한 평가자간 신뢰도를 구하였다. 청지각적 평가에 대해 임상 경력 3년 이상인 음성언어치료사와의 신뢰도를 구한 결과, 93.3%로 나타났다. 화상회선경술 검사에 대해 10년 이상의 경력을 가진 음성언어치료사와 두경부 이비인후과 전문의와의 검사자간 신뢰도를 구한 결과, 95.6%로 나타났다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 음성 중증도에 따른 성문 상부 움직임 특성

가. 경도와 중등도 집단 간 성문 상부 움직임 차이 비교

성문 상부 움직임 항목들이 집단 간에 유의미한 차이를 보이는지 알아보기 위해 비모수 통계 검증 방법인

Mann-whitney U-test를 실시하였다. 이를 <표-2>에 제시하였다.

<표-2> 집단 간 성문 상부 움직임 항목에 대한 Mann-whitney U-test

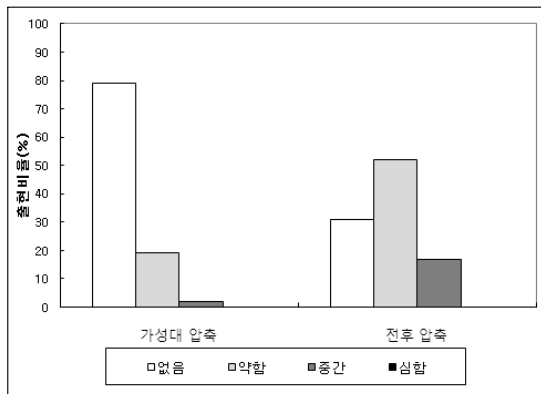
항목	집단 경도 집단(n=24)		집단 중등도 집단(n=24)		p
	평균 순위	평균 (표준편차)	평균 순위	평균 (표준편차)	
가성대 압축	24	0.21(0.51)	24	0.25(0.44)	.539
전후 압축	24	0.75(0.61)	24	0.96(0.75)	.329

집단 간 성문 상부 움직임 양상에 차이가 있는지 알아본 결과, 모든 항목에서 통계적으로 유의미한 차이는 없는 것으로 나타났다.

나. 성문 상부 움직임의 특성

전반적인 성문 상부 움직임 특성을 살펴보기 위해 화상회선경술을 통해 발성 시 성문 상부 움직임 양상을 평가하였다. <그림-3>은 전반적인 성문 상부 움직임의 평정결과별 출현율(%)이다.

가성대 압축에서 대부분의 피험자들이 가성대 압축을 보이지 않았고(79%), 약함은 19%, 중간은 1명에게서만 나타났다. 심한 경우는 나타나지 않았다. 전후 압축에서는 약함이 52%로 가장 빈번하게 나타났고, 나타나지 않는 경우가 31%, 중간 정도가 17%, 심함은 나타나지 않았다.



<그림-3> 성문 상부 움직임 항목의 평정결과별 출현비율(%)

2. 음성의 중증도에 따른 성대 진동 양상 특성

나. 경도와 중등도 집단 간 성대 진동 양상의 차이 비교

성대 진동 양상항목들이 집단 간에 유의미한 차이를 보이는지 알아보기 위해 비모수 통계 검증 방법인 Mann-whitney U-test를 실시하였다. 이를 <표-3>에 제시하였다.

<표-3> 집단 간 성대 진동 양상 측정 항목에 대한 Mann-whitney U-test

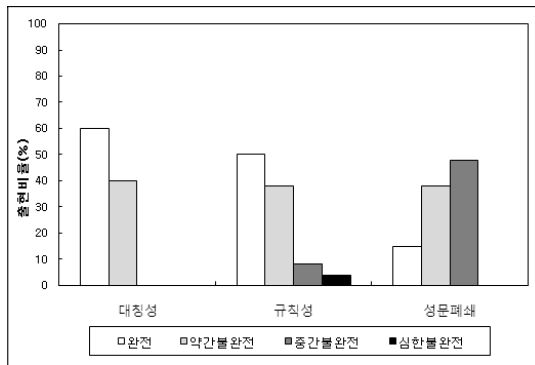
항목	집단 경도 집단(n=24)		집단 중등도 집단(n=24)		p
	평균 순위	평균 (표준편차)	평균 순위	평균 (표준편차)	
대칭성	24	0.38(0.50)	24	0.42(0.50)	.779
규칙성	24	0.63(0.65)	24	0.71(0.96)	.874
성문폐쇄	24	1.25(0.68)	24	1.42(0.78)	.310
진폭(오른쪽)	24	1.88(0.34)	24	1.83(0.38)	.272
진폭(왼쪽)	24	1.83(0.38)	24	1.88(0.34)	.686
파동(오른쪽)	24	1.92(0.28)	24	1.92(0.28)	1.000
파동(왼쪽)	24	1.88(0.34)	24	1.92(0.20)	.301

집단 간 성대 진동 양상에 차이가 있는지 알아본 결과, 모든 항목에서 통계적으로 유의미한 차이는 없는 것으로 나타났다.

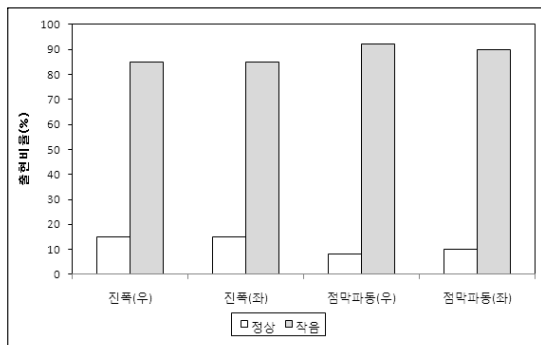
나. 성대 진동 양상 특성

<그림 4-1>이 제시하는 바와 같이, 전반적인 성대 진동 양상에 대해 평가한 결과, 피험자들의 60%가 완전한 대칭성을 보였고, 19%가 약간 불완전한 대칭성을 보였으며, 중간과 심한 정도의 불완전한 대칭성은 보이지 않았다. 규칙성의 경우, 대상자의 50%가 정상적인 성대 규칙성을 나타내었고, 가끔 불규칙한 경우(38%), 대부분 불규칙한 경우(8%), 항상 불규칙한 경우(4%)의 순서로 나타났다. 성문 폐쇄는 48%의 대상자들이 결절을 중심으로 앞, 뒤에 틈이 생겨 성문 폐쇄가 적절하게 이루어지지 않는 경우가 가장 빈번하게 나타났으며, 그 밖에 결절을 중심으로 앞쪽 혹은 뒤쪽만 틈이 있는 경우(38%), 정상적인 성문 폐쇄를 보이는 경우(15%)의 순서로 나타났다. 한편 <그림 4-2>가 제시하는 바와 같이, 성대의 진폭은 양측 성대 모두에서 성대 폭의 1/2 이하로 작게 진폭을 보이는

경우가 85%로 가장 빈번하였고, 나머지 15%의 대상자들은 정상적인 진폭을 보이는 것으로 나타나 양쪽 성대가 같은 진폭 정도를 보이는 것으로 나타났다. 진폭이 크거나 없는 경우는 없었다. 성대의 점막파동은 성대 폭의 1/2 이하로 작게 파동 치는 경우가 오른쪽 성대의 경우는 92%, 왼쪽은 90%로 가장 빈번하게 나타났다으며, 오른쪽 왼쪽 각각 8%, 10%만이 정상적인 점막 파동을 보이는 것으로 나타나 양쪽 성대가 거의 같은 점막 파동 정도를 보이는 것으로 나타났다.



<그림 4-1> 성대 진동 양상 항목의 평정결과별 출현비율(%): 대칭성, 규칙성, 성문폐쇄



<그림 4-2> 성대 진동 양상 항목의 평정결과별 출현비율(%): 진폭, 점막파동

3. 음성의 중증도에 따른 음향학적 특성 차이 비교

집단 간 음향학적 측정치 중 주파수 변동율, 진폭 변동율, 소음 대 배음비 항목의 평균치가 유의미한 차이를 나타내는지 알아보기 위해 독립표본 t-검정을 실시하였고, 결과는 <표 - 4>와 같다.

<표 - 4> 집단 간 음향학적 측정 항목에 대한 t-검정

항목	경도 집단 (n=24)	중등도 집단 (n=24)	t
	평균(표준편차)	평균(표준편차)	
주파수 변동율	1.49 (0.83)	2.09 (1.08)	-2.19*
진폭 변동율	3.45 (1.31)	3.95 (1.45)	-1.27
소음대 배음비	0.12 (0.02)	0.12 (0.03)	.048

*p < .05

경도와 중등도 집단 간에 음향학적 측정 항목의 평균이 유의미한 차이가 있는지 분석해본 결과, 주파수 변동율(t = -2.19, p < .05)에서만 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

IV. 논의 및 결론

본 연구는 성대 결절 환자들에게서 나타나는 성문 상부 움직임 및 성대 진동 양상 특성을 알아보기 위해 회상회진경술을 통해서 발생 시 가성대 압축, 전후 압축, 대칭성, 규칙성, 성문 폐쇄, 점막파동, 진폭 특성에 대해 살펴보았고, 이 항목들이 경도 및 중등도의 음성 중증도에 따라 차이를 보이는지에 대해서 알아보고자 하였다. 더불어 음성의 중증도에 따라 음향학적 특성에 차이가 있는지도 함께 살펴보았다.

첫째로, 경도 집단과 중등도 집단 간 성문 상부 움직임이 차이를 보이는가에 대해서 알아본 결과, 성문 상부 움직임인 가성대 압축과 전후 압축은 집단 간 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 대부분의 대상자들이 가성대 압축이 나타나지 않았고, 또한, 가성대 압축이 출현했다 하더라도 그 출현빈도가 경도, 중등도 집단 간에 큰 차이를 보이지 않았다. 전후 압축도 마찬가지로 출현 빈도가 두 집단 간에 차이를 보이지 않고 유사하게 나타났다. 이를 통해 음성의 중증도가 경도에서 중등도로 변하더라도 실제적인 성문 상부 움직임의 변화는 크지 않음을 알 수 있었다. 다시 말해, 경도 집단과 중등도 집단이 청지각적인 측면에서는 음질의 차이를 보이지만 이러한 차이가 성문 상부 움직임에는 반영되지 않음을 알 수 있었다.

성대 결절 환자들이 보이는 성문 상부 움직임의 전반적인 특성에 대해서도 살펴보았는데, 성문 상부 움직임에서 가성대 압축은 대부분의 성대 결절 환자들

에게서 나타나지 않은 반면, 전후 압축은 대상자들의 2/3 이상에게서 나타났다. 성문 상부 움직임은 성대가 불완전하게 폐쇄되거나 과도한 근긴장을 동반할 때 나타나는 보상행동으로 간주될 수 있다고 보고 되었다(Smith et al., 1995). 이를 통해 성대 결절 환자들도 약한 정도이지만 발성 시 보상행동을 빈번하게 보임을 알 수 있었다. 가성대 압축의 경우, 선행 연구들에서 모음만 연장 발성할 경우보다 성문 파열음 등의 음소가 포함된 말소리를 산출했을 때 더 빈번하게 나타나 조음적인 측면과 더 관련이 있는 것으로 보고하였다(Stager et al., 2000; 2001). 본 연구의 실험 과제 역시 모음 연장 발성이었기 때문에 이것이 가성대 압축 상태에 영향을 미치지 않았던 것으로 추측할 수 있다. 하지만 이는 화상회선경술 검사 장비 특성상 모음 이외의 발화 산출에 어려움이 있었기 때문에 모음 연장 발성으로 인해 가성대 압축이 나타나지 않았다고 확대 해석하기에는 무리가 있는 것으로 보인다. 전후 압축 움직임은 발성이 시작할 때 움직여서 말하는 동안 그 상태가 유지되다가 발성이 끝나면 다시 제자리로 돌아가는 정적 활동을 가장 잘 반영하는 움직임이다. 이러한 정적 활동인 전후 압축 움직임이 음성 산출 시 과도한 근긴장의 출현과 관련이 있다는 선행연구(Stager et al., 2003)의 보고를 통해 성대 결절 환자도 음성 산출 시 성문 상부의 근긴장을 보임을 확인할 수 있었다. 또한, Stager et al. (2001)의 연구에서도 정상군보다 성대 결절 그룹에서 전후 압축이 유의미하게 높은 빈도로 나타남을 보고해 전후 압축 움직임이 음성 장애의 진단 도구로도 사용될 수 있음을 보고하였다. 이러한 결과는 성대 결절 환자를 치료할 때 후두의 근긴장 감소에 대한 부분도 고려되어야 함을 말해주는 것이다.

둘째로, 경도 및 중등도 집단 간 성대 진동 양상에 대해 알아본 결과, 통계적으로 유의미한 차이는 나타나지 않았다. 각 항목의 평균이 경도와 중등도 집단 모두에서 비슷한 값을 보였는데, 이를 통해 경도와 중등도는 청지각적인 측면에서 분명한 차이를 나타내지만, 실제적인 성대 진동 움직임 변화에는 차이를 보이지 않음을 알 수 있었다. 실제로 성대 진동 양상 항목 별로 살펴봤을 때, 본 연구의 대상자들은 성대의 규칙성과 대칭성이 어느 정도 보존이 되었고, 진폭과 점막 파동의 경우도 '작음'에서만 81~92%의 압도적인 출현율을 보고해 성대 진동에 있어서 비슷한 양상을 보임을 알 수 있었다. 그리고 경도와 중등도 집단의 각

항목별 출현율을 비교해 보아도 그 차이가 매우 경미한 수준이었다. 이러한 결과를 통해 경도와 중등도 집단의 음질 차이가 청지각적인 측면에서는 인식이 되더라도 성대 진동 양상에는 반영이 되지 않음을 알 수 있었다. Scalassara et al. (2009)은 인간의 음성은 성도의 공명, 성문하압과 성문상부의 압력, 성대 조직의 생물학적 특성 그리고 성대 진동 등 다양한 기전의 결합 작용에 의해 산출된다고 보고하였다. 이를 통해 성대 진동 양상이나 위에 언급한 성문 상부 움직임만이 아니라 다양한 요소들이 음성 산출에 관여해 음질의 차이를 만든다는 것을 다시 확인할 수 있었다.

나아가 성대 결절 환자들이 보이는 성대 진동 양상의 전반적인 특성에 대해 살펴보았는데, 대칭성과 규칙성 항목은 대부분의 경우 대칭적이고 규칙적인 움직임을 보였고, 성문 폐쇄는 불완전하여 모래시계 모양 혹은 앞쪽이나 뒤쪽에 틈이 생기는 경우가 빈번하게 나타났으며, 성대의 진폭과 점막파동도 대부분의 경우 작은 것으로 나타났다. 이를 통해 양측성 성대 결절은 양쪽 성대의 비슷한 위치에 비교적 작은 크기로 생기기 때문에 성대 진동의 대칭성이나 규칙성에는 큰 영향을 주지 않았던 것으로 생각된다. 반면, 결절로 인해 그 주변의 진폭과 점막파동은 작게 나타난 것을 확인할 수 있었다. 성대 결절과 같은 양성성대질환 중 성대 용종과 성대 낭종의 경우, 주로 편측성으로 생기고 크기 자체도 결절보다 크고 또 다양하다. 선행 연구의 보고에 따르면, 이 음성 질환 그룹들과 양측성 성대 결절 그룹의 성대 진동 양상을 비교한 결과, 성대 용종과 낭종 그룹이 결절 그룹에 비해 더 불규칙하고 비대칭적인 움직임을 보이는 것으로 나타났다(Rosen, Lombard & Murry, 2000). Colton et al. (1995)의 연구에서도 성대 결절 환자의 성대 진동 양상과 관련하여 대칭성과 규칙성 모두 정상적인 움직임을 보고하였고, 성문 폐쇄는 뒤쪽 혹은 모래시계 모양의 성문 틈이 생기는 경우가 대부분인 것으로 보고하였으며, 성대 진폭 및 점막 파동도 감소됨을 보고하였다. 이러한 선행 연구와 비교해 보았을 때 본 연구의 성대 결절 대상자들도 이와 비슷한 성대 진동 양상을 보임을 알 수 있었다.

마지막으로 음향학적 특성은 경도 집단과 중등도 집단 간에 주파수 변동을 항목에서만 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이를 통해 경도와 중등도 집단을 구분하는데 주파수 변동율이 중요한 영향을 미치는 변수임을 입증하였다. Bonilha & Deliyiski (2008)

의 연구는 음향학적 항목 중 주파수 변동율과 진폭 변동율이 성대 진동의 불규칙적인 움직임과 관련이 있다고 보고하였다(Franca & Simpson, 2005). 특히 주파수 변동율의 경우 진동 주기의 불규칙성과 관련이 있다고 하였다. 본 연구에서 경도 집단과 중등도 집단은 성대 진동의 규칙성 항목에서 비슷한 평균치를 보인 하였으나, 중등도 집단에서만 ‘심한 불완전(3)’ 평정 결과가 나타났다. 이러한 성대의 진동 양상이 집단 간 주파수 변동율의 유의미한 차이를 나타내지 않았나 추측할 수 있다. 반면, 진폭 변동율의 경우 성대 진동에서 진폭의 규칙성과 관련지을 수 있음이 보고되었다(Franca & Simpson, 2005). 대상자들은 경도, 중등도 집단 모두에서 작지만 양측 성대의 진폭이 다르지 않고 대부분 규칙적인 진폭을 보이며 진동했기 때문에 진폭 변동율에서는 유의미한 차이가 나타나지 않았던 것으로 추측할 수 있다. Bhuta et al. (2004)은 거친 음성(rough voice)은 음향학적 항목 중 소음성 관련 항목인 소음 대 배음 비 항목과 상관이 있다고 보고하였다. 본 연구의 대상자들은 거친 음성 산출과 관련이 있는 성대의 규칙성에서(Wendler, 1992) 완전한 규칙성을 보이는 경우가 가장 빈번하였고, 그 다음으로 약한 정도의 불규칙을 보이는 경우가 대부분이었다. 때문에 소음 대 배음 비 항목이 영향을 받지 않았던 것으로 추측할 수 있다.

본 연구는 양측성 성대 결절 환자가 보이는 성문 상부 움직임 및 성대 진동 양상의 전반적인 특성에 대해 알아보고, 음성의 중증도 중 경도와 중등도에 따라 성문 상부 움직임, 성대 진동 양상, 음향학적 특성들이 어떤 차이를 보이는지 밝히는데 목적을 두었다. 본 연구결과의 시사점을 살펴보면, 첫째 음성 산출 시 성대 결절 환자들은 성문 상부에서 대부분 약한 정도의 전후 압축 움직임이 관찰되었다. 따라서 음성치료를 계획할 때 발성 시 후두의 근긴장 감소를 포함하는 좀더 포괄적인 치료적 접근이 요구된다. 둘째 주파수 변동율이 성대결절의 중증도와 관련이 있는 것으로 밝혀져 이러한 연구결과는 성대결절의 치료효과를 객관적으로 판별하는 데 중요한 음향학적 측정치로서 사용될 수 있음을 시사한다.

참 고 문 헌

김성태 · 정옥란(2004). 다중음성치료기법(SK-MVTT)이 성대결절 환자의 음성개선에 미치는 효과: 액센트

- 기법과의 비교 연구. 『음성과학』, 11(4), 101-120.
- 박영학 · 최지영(2008). 후두 스트로보스코피. 『대한음성언어의학회지』, 19(2), 96-100.
- 정옥란(1994). 『대구 실어증 진단 검사』. 대구: 한국언어치료학회.
- Awan, S. N., & Morrow, D. L. (2007). Videostroboscopic characteristic of young adult female smokers vs. nonsmokers. *Journal of Voice*, 21(2), 211-223.
- Bhuta, T., Patrick, L., & Garnett, J. D. (2004). Perceptual evaluation of voice quality and its correlation with acoustic measurements. *Journal of Voice*, 18(3), 299-304.
- Belafsky, P. C., Postma, G. N., Reulba, T. R., Holland, B. W., & Koufman, J. A. (2002). Muscle tension dysphonia as a sign of underlying glottal insufficiency. *Otolaryngology Head and Neck Surgery*, 127, 448-451.
- Bonilha, H. S., & Deliyski, D. D. (2008). Period and glottal width irregularities in vocally normal speakers. *Journal of Voice*, 22(6), 699-709.
- Colton, R. H., Woo, P., Brewer, D. W., Griffin, B., & Casper, J. (1995). Stroboscopic signs associated with benign lesions of the vocal folds. *Journal of Voice*, 9(3), 312-325.
- Colton, R. H., & Casper, J. K. (1996). *Understanding voice problem: A physiological perspective for diagnosis and treatment*. Baltimore, MD: Williams & Wilkins.
- D'Antonio L. L., Wigley, T. L., & Zimmerman, G. J. (1995). Quantitative measures of laryngeal function following teflon injection or thyroplasty type I. *Laryngoscope*, 105, 256-262.
- Fex, S., (1992). Perceptual evaluation. *Journal of Voice*, 6(2), 155-158.
- Franca, M., & Simpson, K. (2005). Hydration effects on professional voice. *Proceedings of the American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) annual convention*. San Diego, CA.
- Ford, C. N. (1999). Assessing dysphonia: The role of videostroboscopy. *Laryngoscopy*, 109(8), 1354-1355.
- Herrington-Hall, B. L., Lee, L., Stemple, J. C., Neimi, K. R., & NcHone, M. M. (1988). Description of laryngeal pathology by age, sex, and occupation in a treatment seeking sample. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 53, 57-64.
- Hirano, M., & Bless, D. (1993). *Videostroboscopic examination of the larynx*. San Diego, CA: Singular publishing group.
- Holmberg, E. B., Hillman, R. E., Hammarberg, B., & Doyle, P. (2001). Efficacy of a behaviorally based voice therapy protocol for vocal nodules. *Journal of Voice*, 15(3), 395-412.
- Holmberg, E. B., Doyle, P., Perkell, J. S., Hammarberg, B.,

- & Hillman, R. E. (2002). Aerodynamic and acoustic voice measurement of patient with vocal nodules: Variation in baselines and changes across voice therapy. *Journal of Voice*, 17(3), 269-282.
- Johns, M. M. (2003). Update on the etiology, diagnosis and treatment of vocal fold nodules, polyps and cysts. *Current Opinion in Otolaryngology and Head and Neck Surgery*, 11(6), 456-461.
- Kay Elemetrics Corp. (1993). *Operations manual "Multi-Dimensional Voice Program (MDVP)" Model 4305*. Lincoln Park, New York: Author.
- Koufman, J. A., & Blalock, P. D. (1991). Functional voice disorders. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 4, 1059-1073.
- Koufman, J. A. (1995). Evaluation of laryngeal biomechanics by fiberoptic laryngoscopy. In J. S. Rubin, R. T. Sataloff & G. S. Korovin (Eds.), *Diagnosis and treatment of voice disorders* (3rd ed.) (pp. 98-101). New York: Igaku-Shoin.
- Morrison, M. D., & Rammage, L. A. (1993). Muscle misuse voice disorders: Description and classification. *Acta Oto-Laryngologica (Stockholm)*, 113, 428-434.
- Nagata, K., Kurita, S., Yasumoto, S., Maeda, T., Kawasaki, H., & Hiroan, M. (1983). Vocal fold polyps and nodules: A 10 years review of 1156 patient. *Auris Nasus Larynx*, 10, S27-S35.
- Roy, N., Bless, D. M., & Heisy, D. (2000). Personality and voice disorder: A multitrait-multidisorders analysis. *Journal of Voice*, 14(4), 521-548.
- Scalassara, P. R., Dajer, M. E., Maciel, C. D., Guido, R. C., & Pereira, J. C. (2009). Relative entropy measures applied to healthy and pathological voice characterization. *Applied Mathematics and Computation*, 207, 95-108.
- Rosen, C. A., Lomard, L. E., & Murry, T. (2000). Acoustic, aerodynamic, and videostroboscopic features of bilateral vocal fold lesions. *The Annals of Otolaryngology and Rhinology*, 109(9), 823-828.
- Rulnick, R. K., & Heuer, R. J. (1993). Voice therapy. In W. J. Gould, R. T. Sataloff, & J. R. Spiegel (Eds.). *Voice surgery*. St. Louis, Mo: Mosby.
- Smith, M., Ramig, L., Dromey, C., Perez, K., & Samandari, R. (1995). Intensive voice treatment in Parkinson Disease: Laryngostroboscopic findings. *Journal of Voice*, 9(4), 453-459.
- Stager, S. V., Rebecca, N., Susan, M., Joan, R. R., & Bielamowicz, S. A. (2003). Incidence of supraglottic activity in males and females: A preliminary report. *Journal of Voice*, 17(3), 395-402.
- Stager, S. V., Bielamowicz, S. A., Regnell, J. R., Gupa, A., & Barkmeier, J. M. (2000). Supraglottic activity: Evidence of vocal hyperfunction of laryngeal articulation? *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 43(1), 229-238.
- Stager, S. V., Bielamowicz, S., Gupa, A., Marullo, S., Regnell, J. R., & Barkmeier, J. (2001). Quantification of static and dynamic supraglottic activity. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 44, 1245-1256.
- Wendler, J. (1992). Stroboscopy. *Journal of Voice*, 6(2), 149-154.
- Wallis, L., Jackson-Menaldi, C., Holland, W., & Giraldo, A. (2004). Vocal fold nodule vs. vocal fold polyp: Answer from surgical pathologist and voice pathologist point of view. *Journal of Voice*, 18(1), 125-129.
- Yu, P., Ouaknine, M., Revis J., & Giovanni, A. (2001). Objective voice analysis for dysphonic patients: A multiparametric protocol including acoustic and aerodynamic measurements. *Journal of Voice*, 15(4), 529-542.
- Stemple, J. C., Glaze, L. E., & Gerdeman, B. K. (1995). *Clinical voice pathology: Theory and management* (2nd ed.). San Diego, CA: Singular Publishing Groups, Inc.
- Yan, Y., Damrose, E., & Bless, D. M. (2007). Functional analysis of voice analysis using simultaneous high-speed imaging and acoustic recordings. *Journal of Voice*, 21(5), 604-616.

〈부록 -1〉 산책 문단

산 책

높은 산에 올라가 맑은 공기를 마시며 소리를 지르면 가슴이 활짝 열리는 듯하다. 바닷가에 나가 조개를 주으며 넓게 펼쳐있는 바다를 바라보면 내 마음 역시 넓어지는 것 같다. 가로수 길게 뻗어 있는 곧은길을 따라 걸어가면서 마치 짙게 뻗어 있는 나무들처럼, 그리고 반듯하게 놓여 있는 길처럼 바른 마음으로 자연을 벗하며 살아야겠다는 생각을 한다. 아이들이 뛰어 노는 놀이터에 가면 우는 아이, 웃는 아이, 그네 타는 아이, 도망 다니는 아이, 술래잡기하는 아이, 미끄럼 타는 아이, 다친 아이, 소리 지르는 아이, 땅에 주저앉은 아이, 발을 동동 구르는 아이, 신발이 벗겨진 아이, 칼랄랄라 노래 부르는 아이, 천차만별이다. 문득 아파트 놀이터가 너무 비좁다는 생각을 했다. 시장에 가면 많은 구경거리가 있다. 신발장사 아저씨, 채소 파는 아주머니, 준비하게 늘어선 옷집, 구석구석에 차려진 간이식당, 오디오나 비디오를 취급하는 업소, 뽁뽁하게 물건이 들어서 있는 커다란 가구점, 노상에 차려 놓은 여러 약세사리점. 복잡한 시장길 옆으로 수많은 차들이 뽁뽁 지나다니며 온갖 난폭 운전을 일삼기 때문에 아슬아슬한 심정을 통 가늘 길이 없을 때도 있다.

ABSTRACT

Supraglottic Activity and Vocal Cord Vibration in Patients with Vocal Fold Nodules

Hee Na^a · Seong-Tae Kim^b · Hyun-Sub Sim^{c,§}

^a Department of Otolaryngology, Gangdong S Medical Center, University of Hallym College of Medicine, Seoul, Korea

^b Department of Otolaryngology, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

^c Department of Communication Disorders, Ewha Womans University, Seoul, Korea

Background & Objectives: The purpose of the present study was to examine supraglottic activity, vocal cord vibration and acoustic parameter characteristics of vocal cord nodules and to determine how the supraglottic activity, vocal cord vibration and acoustic parameters features in vocal fold nodules differ according to perceptual voice severity. **Methods:** A total of 48 patients with vocal fold nodules participated in the present study. Videostroboscopy, MDVP and GRBAS scale analyses were performed on all patients. In the videostroboscopy test, seven measurements were assessed using a four-point scale: (1) false vocal folds compression (FVF compression), (2) anterior to posterior compression (A-P compression), (3) glottal closure, (4) amplitude, (5) mucosal wave, (6) symmetry, and (7) regularity. Additionally, in the MDVP test, three parameters were measured: (1) jitter, (2) shimmer, and (3) NHR. Perceptual voice severity was evaluated with the use of the GRBAS scale. **Results:** A majority of the subjects had weak A-P compression however, the FVF compression was almost normal. The glottal closure showed anterior or posterior chink or hour-glass configuration chink. A majority of the subjects had a small amplitude mucosal wave, and the symmetry and regularity were normal level. Second, no parameters of the supraglottic activity or vocal cord vibration showed significant differences depending on perceptual voice severity. On the other hand, only the jitter parameter of the acoustic analysis showed as significant difference with regard to perceptual voice severity. Among the parameters being examined, the jitter and shimmer parameters deviated from the normal values. **Discussion & Conclusion:** The results from the present study indicated that patients with vocal fold nodules had slightly excessive levels of muscle tension during voice production. Therefore, the authors recommend including muscle tension reduction when treating patients with vocal fold nodules. (*Korean Journal of Communication Disorders* 2010;15;444-456)

Key Words: vocal fold nodules, supraglottic activity, vocal cord vibration, acoustic parameter characteristics, muscle tension dysphonia

[§] Correspondence to

Prof. Hyun-Sub Sim, PhD,
Department of
Communication Disorders,
Ewha Womans University,
11-1 Daehyun-dong,
Seodaemun-gu, Seoul, Korea
e-mail: simhs@ewha.ac.kr
tel.: + 82 2 3277 3538

REFERENCES

- Awan, S. N., & Morrow, D. L. (2007). Videostroboscopic characteristic of young adult female smokers vs. nonsmokers. *Journal of Voice*, 21(2), 211-223.
- Belafsky, P. C., Postma, G. N., Reulba, T. R., Holland, B. W., & Koufman, J. A. (2002). Muscle tension dysphonia as a sign of underlying glottal insufficiency. *Otolaryngology Head and Neck Surgery*, 127, 448-451.
- Bhuta, T., Patrick, L., & Garnett, J. D. (2004). Perceptual evaluation of voice quality and its correlation with acoustic measurements. *Journal of Voice*, 18(3), 299-304.
- Bonilha, H. S., & Deliyski, D. D. (2008). Period and glottal width irregularities in vocally normal speakers.

* This paper was summarized from the master' thesis of the first author (2010).

■ Received, July 19, 2010 ■ Final revision received, August 25, 2010 ■ Accepted, September 1, 2010.

© 2010 The Korean Academy of Speech-Language Pathology and Audiology <http://www.kasa1986.or.kr>

- Journal of Voice*, 22(6), 699-709.
- Colton, R. H., & Casper, J. K. (1996). *Understanding voice problem: A physiological perspective for diagnosis and treatment*. Baltimore, MD: Williams & Wilkins.
- Colton, R. H., Woo, P., Brewer, D. W., Griffin, B., & Casper, J. (1995). Stroboscopic signs associated with benign lesions of the vocal folds. *Journal of Voice*, 9(3), 312-325.
- D'Antonio L. L., Wigley, T. L., & Zimmerman, G. J. (1995). Quantitative measures of laryngeal function following teflon injection or thyroplasty type I. *Laryngoscope*, 105, 256-262.
- Fex, S., (1992). Perceptual evaluation. *Journal of Voice*, 6(2), 155-158.
- Ford, C. N. (1999). Assessing dysphonia: The role of videostroboscopy. *Laryngoscopy*, 109(8), 1354-1355.
- Franca, M., & Simpson, K. (2005). Hydration effects on professional voice. *Proceedings of the American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) annual convention*. San Diego, CA.
- Herrington-Hall, B. L., Lee, L., Stemple, J. C., Neimi, K. R., & NcHone, M. M. (1988). Description of laryngeal pathology by age, sex, and occupation in a treatment seeking sample. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 53, 57-64.
- Hirano, M., & Bless, D. (1993). *Videostroboscopic examination of the larynx*. San Diego, CA: Singular publishing group.
- Holmberg, E. B., Doyle, P., Perkell, J. S., Hammarberg, B., & Hillman, R. E. (2002). Aerodynamic and acoustic voice measurement of patient with vocal nodules: Variation in baselines and changes across voice therapy. *Journal of Voice*, 17(3), 269-282.
- Holmberg, E. B., Hillman, R. E., Hammarberg, B., & Doyle, P. (2001). Efficacy of a behaviorally based voice therapy protocol for vocal nodules. *Journal of Voice*, 15(3), 395-412.
- Jeong, O. R. (1994). *Daegu Diagnostic Aphasia Examination*. Daegu: Korean Speech-Language & Hearing Association.
- Johns, M. M. (2003). Update on the etiology, diagnosis and treatment of vocal fold nodules, polyps and cysts. *Current Opinion in Otolaryngology and Head and Neck Surgery*, 11(6), 456-461.
- Kay Elemetrics Corp. (1993). *Operations manual "Multi-Dimensional Voice Program (MDVP)" Model 4305*. Lincoln Park, New York: Author.
- Kim, S. T., & Jeong, O. R. (2004). The effects of SK-MVTT on voice improvement in vocal nodules patients: Comparison with accent method. *Korean Journal of Speech Sciences*, 11(4), 101-120.
- Koufman, J. A. (1995). Evaluation of laryngeal biomechanics by fiberoptic laryngoscopy. In J. S. Rubin, R. T. Sataloff & G. S. Korovin (Eds.), *Diagnosis and treatment of voice disorders* (3rd ed.) (pp. 98-101). New York: Igaku-Shoin.
- Koufman, J. A., & Blalock, P. D. (1991). Functional voice disorders. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 4, 1059-1073.
- Morrison, M. D., & Rammage, L. A. (1993). Muscle misuse voice disorders: Description and classification. *Acta Oto-Laryngologica (Stockholm)*, 113, 428-434.
- Nagata, K., Kurita, S., Yasumoto, S., Maeda, T., Kawasaki, H., & Hiroan, M. (1983). Vocal fold polyps and nodules: A 10 years review of 1156 patient. *Auris Nasus Larynx*, 10, S27-S35.
- Park, Y. H., & Choi, J. Y. (2008). Laryngeal stroboscopy. *The Journal of the Korean Society of Logopedics and Phoniatrics*, 19(2), 96-100.
- Rosen, C. A., Lomard, L. E., & Murry, T. (2000). Acoustic, aerodynamic, and videostroboscopic features of bilateral vocal fold lesions. *The Annals of Otolaryngology and Rhinology*, 109(9), 823-828.
- Roy, N., Bless, D. M., & Heisy, D. (2000). Personality and voice disorder: A multitrait-multidisorders analysis. *Journal of Voice*, 14(4), 521-548.
- Rulnick, R. K., & Heuer, R. J. (1993). Voice therapy. In W. J. Gould, R. T. Sataloff, & J. R. Spiegel (Eds.). *Voice surgery*. St. Louis, Mo: Mosby.
- Scalassara, P. R., Dajer, M. E., Maciel, C. D., Guido, R. C., & Pereira, J. C. (2009). Relative entropy measures applied to healthy and pathological voice characterization. *Applied Mathematics and Computation*, 207, 95-108.
- Smith, M., Ramig, L., Dromey, C., Perez, K., & Samandari, R. (1995). Intensive voice treatment in Parkinson Disease: Laryngostroboscopic findings. *Journal of Voice*, 9(4), 453-459.
- Stager, S. V., Bielamowicz, S. A., Regnell, J. R., Gupa, A., & Barkmeier, J. M. (2000). Supraglottic activity: Evidence of vocal hyperfunction of laryngeal articulation? *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 43(1), 229-238.
- Stager, S. V., Bielamowicz, S., Gupa, A., Marullo, S., Regnell, J. R., & Barkmeier, J. (2001). Quantification of static and dynamic supraglottic activity. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 44, 1245-1256.
- Stager, S. V., Rebecca, N., Susan, M., Joan, R. R., & Bielamowicz, S. A. (2003). Incidence of supraglottic activity in males and females: A preliminary report. *Journal of Voice*, 17(3), 395-402.
- Stemple, J. C., Glaze, L. E., & Gerdeman, B. K. (1995). *Clinical voice pathology: Theory and management (2nd ed.)*. San Diego, CA: Singular Publishing Groups, Inc.

- Wallis, L., Jackson-Menaldi, C., Holland, W., & Giraldo, A. (2004). Vocal fold nodule vs. vocal fold polyp: Answer from surgical pathologist and voice pathologist point of view. *Journal of Voice*, 18(1), 125-129.
- Wendler, J. (1992). Stroboscopy. *Journal of Voice*, 6(2), 149-154.
- Yan, Y., Damrose, E., & Bless, D. M. (2007). Functional analysis of voice analysis using simultaneous high-speed imaging and acoustic recordings. *Journal of Voice*, 21(5), 604-616.
- Yu, P., Ouaknine, M., Revis J., & Giovanni, A. (2001). Objective voice analysis for dysphonic patients: A multiparametric protocol including acoustic and aerodynamic measurements. *Journal of Voice*, 15(4), 529-542.