

성대마비와 성대구증의  
호흡, 성문면적과형 및 발성 특성 비교

연세대학교 대학원  
언어병리학 협동과정  
최재남

성대마비와 성대구증의  
호흡, 성문면적과형 및 발성 특성 비교

지도 최 홍 식 교수

이 논문을 박사 학위논문으로 제출함

2006년 12월 일

연세대학교 대학원  
언어병리학 협동과정  
최 재 남

# 최재남의 박사 학위논문을 인준함

심사위원 \_\_\_\_\_ 인

연세대학교 대학원

2006년 12월 일

## 감사의 글

어렸을 때부터 누군가가 꿈을 물으면, “공부하는 사람이 되고 싶다”고 대답하곤 했었습니다. ‘공부’가 무엇인지도, 어떻게 해야하는 것인지도 몰랐을 때부터 말입니다. 제가 지금도 그 꿈을 꾸는 사람으로 존재한다는 것은 매우 행복하고 신바람 나는 일입니다. 지금은 ‘학생’으로 되돌아가기 어렵다는 것이 아쉽기도 하고, 두렵기도 하며, 책임감이 느껴지기도 하고, 그 시절들이 그리워집니다.

이제 대학교 때부터 지금까지 20년이란 짧다고 하기엔 너무도 긴 시간 동안 제 배움의 고향인 ‘연세’에서 학문의 나이트를 하나 더 남기려고 합니다. 오늘이 순간까지 참으로 감사한 분들이 많습니다. 견뎌야 할 어려움들을 미리 모두 아시고 제게 오신 하나님. 고난을 만나게 될 때마다 지혜를 주시고 의인들을 보내 주셔서 저를 안내해주신 것을 잘 알고 있습니다. 먼저, 석사 때부터 논문을 지도해주시고 음성언어의학연구소에서 많은 배움의 기회와 훌륭한 인연들을 만날 수 있도록 인자하게 배려해주시고, 신선한 비전들을 갖고 계신 큰 스승님이신 최홍식 교수님께 감사드립니다. 따뜻한 선배님과 같이 노심초사하시면서 챙겨주시고, 상담해주시고, 좋은 일이 있을 때면 기뻐해주시고, 언어병리학의 큰 나무에 대해서 가르침을 주시고 계신 김향희 교수님께 감사드립니다. 아주 섬세하신 시각으로 꼼꼼하게 논문을 읽어주시고, 고견을 주셨던 빨간펜 교수님이신 신지철 교수님께 감사드립니다. 역시, 석사 때부터 논문을 지도해주시고 혜안을 주셨던 김영호 교수님께 감사드립니다. 그리고 10년이란 긴 시간 동안 연구방법에 대하여 가르침을 주고 계시고, 논문을 쓰는 동안 어려울 때나 기쁠 때 함께 해주시고, 항상 용기주시고 따뜻하게 배려해주셨고, 멋지고 인기만점이며 존경하지 않을 수 없는 남정모 교수님께 감사드립니다. 바쁘신 시간을 쪼개어 가르침 주셨던 심현섭 교수님께도 감사드립니다.

그리고 이 논문의 초석을 다질 때부터 지금까지 조언해주시고, 미국에서 귀한 자료들을 보내주시고, 해석이 어려울 때마다 가르침을 주셨던 아버지와 같으신 그리운 김병욱 교수님. 바쁜 시간을 쪼개어 실제 자료수집할 때 후두스트로보스코피

를 실시해주시고 늘 웃는 얼굴로 격려해주신 너무도 고마우신 김민호 연구장사님. 폐활량계를 사용할 수 있도록 배려해주신 의공학과 김덕원 교수님과 이승훈 선생님. 함께 논문을 준비하면서 실험을 할 때부터 결과 해석까지 기술적으로 어려운 부분들을 척척 해결해주신 마술사와 같은 의공학교실의 멋진 장승진 선생님. 늘 큰언니 같이 푸근하셨던 임성은 선생님과 표화영 선생님. 자료수집 때 조언해주시고 영문교정을 도와주신 고마운 김재욱 선생님. 관심 보여주었던 같은 연구소 동료이자 친구인 최성희. 파이팅을 외쳐주신 백재연 선생님...연구원 선생님들께 감사드립니다. 무엇보다도 실험에 대상자들이 되어주신 환자분들과 병원 가족분들께 진심으로 감사드립니다.

또한 언어병리학에 입문해서부터 함께했고, 그 수많은 일들과 우리들의 이야기들을 간직하게 했고 논문을 교정해준 성수진과 박혜원. 연구계획서부터 논문이 완성될 때까지 조언해주고 교정해준 너무도 고맙고 신뢰로운 김은연...이 친구들 덕분에 넉넉하고, 즐겁고, 든든하고, 그리고 행복합니다. 이런 예쁘고 귀한 친구들을 만날 수 있었던 것은 저의 큰 행운이었습니다. 격려해주었던 고마운 박지은 선생님, 이해란, 이현정, 과선후배님들과 저를 아끼고 기도해주신 모든 知人들께도 감사드립니다.

마지막으로, 저를 늘 사랑과 헌신으로 키워주시고 민재와 민욱이를 예쁘고 건강하게 길러주신 이 세상 그 누구보다도 더 위대하신 나의 어머니와 아버지. 엄마같은 하나 뿐인 언니 그리고 가족들. 늘 인자하게 배려해주시고 물심양면으로 도와주신 시부모님. 대학부터 지금까지 한결같이 신실한 친구처럼 함께 했고, 꿈을 이룰 수 있도록 자유를 주었고, 내게 과분한 너무도 고마운 내 남편. 그리고 생후 11개월부터 엄마로서 사랑을 충분히 주지 못해 마음이 많이 아팠지만, 바쁜 엄마에게 오히려 든든한 힘이 되어주는 사랑스럽고 대견한 장남 민재. 하루에도 몇 번씩 크게 웃을 수 있게 해주는 고맙고도 소중한 민욱...

이 많은 귀한 분들을 제게 보내주신 분께 머리숙여 감사드립니다.

저자 씀

# 차 례

국문 요약 .....	1
<b>I. 서 론 .....</b>	<b>3</b>
1. 발성의 과정 및 음성장애 .....	3
2. 성대마비와 성대구증의 음성 평가 방법 .....	7
가. 호흡 및 공기역학적 평가 .....	7
(1) 평가 방법 .....	7
(2) 호흡 및 공기 역학적 검사 용어 정의 .....	10
나. 성문면적과형의 정량적 분석 .....	12
(1) 평가 방법 .....	12
(2) 성문면적과형 검사의 용어 정의 .....	14
다. 발성 특성 평가 .....	15
(1) 평가 방법 .....	15
(2) 발성 특성 평가 변수의 용어 정의 .....	16
라. 음질에 대한 청지각적 평가 .....	18
(1) 평가 방법 .....	18
(2) 청지각적 평가 변수 용어 정의 .....	19
3. 선행연구에서 사용된 음성 평가 방법의 제한점 .....	20
4. 연구 문제 .....	22
<b>II. 대상 및 방법 .....</b>	<b>24</b>
1. 연구 대상 .....	24
가. 정상군 .....	24
나. 환자군 .....	25
2. 연구 변수 .....	26
가. 호흡 기능 및 공기역학적 검사 .....	26
(1) 폐활량 .....	26

(2) Maximum Phonation Time .....	28
(3) 공기역학적 검사 .....	29
나. 성문면적과형의 정량적 분석 .....	30
다. 발성 특성 평가 .....	31
(1) 후두스트로보스코피 평가 .....	31
(2) 음향학적 검사 및 전기성문과형검사 .....	31
(3) 청지각적 평가 .....	33
3. 통계 분석 .....	34
<b>Ⅲ. 연구 결과</b> .....	<b>35</b>
1. 피험자의 특성 .....	35
2. 호흡 기능 공기역학적 특성 .....	37
가. 노력성 폐활량 .....	37
나. 1초간 노력성 폐활량 .....	37
다. 1초간 노력성 폐활량의 폐활량에 대한 비 .....	37
라. 음압 .....	38
마. 평균호기류율 .....	38
바. 성문하압 .....	39
사. 발성지수 .....	39
아. 발성효율 .....	39
자. 호흡 기능에 대한 집단 간 동시적 평가 .....	41
차. 공기역학적 기능에 대한 집단 간 동시적 평가 .....	42
3. 음향학적 특성 .....	43
가. 모음 발성 .....	43
나. 음향학적 특성에 대한 집단 간 동시적 평가 .....	48
다. 연속 발화-문단 읽기 .....	50
라. 성문접촉율 및 음향학적 특성에 대한 집단 간 동시적 평가 .....	53
4. 성문면적과형 .....	54
가. 최대 성문면적 .....	54
나. 최소 성문면적 .....	54

다. 전반적 성문개폐 속도 .....	55
라. 전반적 성문폐쇄 속도 .....	55
마. 성문접촉속도율 .....	55
바. 성문면적에 대한 집단 간 동시적 평가 .....	57
5. 청지각적 평가 .....	58
6. 후두스트로보스코피에 대한 주관적인 평가 .....	61
7. 성문면적·호흡·발성 특성에 대한 동시적 평가 .....	62
<b>IV. 고찰</b> .....	64
1. 호흡 기능 및 Maximum Phonation Time .....	67
2. 공기역학적 특성 .....	72
3. 모음 연장 과제에서 음향학적 특성 .....	75
4. 문단 읽기 과제에서 성문접촉률 및 음향학적 특성 .....	77
5. 성문면적과형의 차이 .....	79
6. 청지각적 평가의 차이 .....	82
7. 후두스트로보스코피 결과에 대한 주관적인 평가 .....	84
8. 본 연구의 제한점 .....	85
<b>V. 결론</b> .....	86
참고 문헌 .....	88
부    록 .....	95
Abstract .....	101

## 그림 차례

그림 1. 왼쪽 성대마비의 일례 .....	5
그림 2. 성대구증의 일례 .....	6
그림 3. 호흡 기능 곡선의 일례 .....	8
그림 4. Kay Imaging Process System을 이용한 성문면적과형 분석의 일례 .....	13
그림 5. microQuark <sup>®</sup> (Italy Cosmed)의 모습 .....	26
그림 6. microQuark <sup>®</sup> (Italy Cosmed)로 측정된 노력성 폐활량 결과의 일례 .....	27
그림 7. Phonatory function analyzer를 이용한 공기역학적 검사 모습 .....	29
그림 8. Glottal gap area와 성대길이 측정 .....	30
그림 9. Lx Speech Studio(Laryngograph Ltd, UK)의 모습 .....	32
그림 10. 호흡 기능에 대한 집단 간 동시적 평가 .....	41
그림 11. 공기역학적 기능에 대한 집단 간 동시적 평가 .....	42
그림 12. 음향학적 기능에 대한 집단 간 동시적 평가 .....	48
그림 13. 성문접촉율 및 음향학적 특성에 대한 집단 간 동시적 평가 .....	53
그림 14. 성문면적에 대한 집단 간 동시적 평가 .....	57
그림 15. 성문면적·호흡·발성에 대한 집단 간 동시적 평가 .....	63

## 표 차 례

표 1. 피험자의 연령별, 성별 일반적 특성 .....	36
표 2. 집단 간 호흡 기능 검사 및 공기역학적 기능 검사에 대한 측정치 비교 ....	40
표 3. /아/모음 연장발성 시 집단 간 Maximum Phonation Time과 음향학적 측정치 비교 .....	47
표 4. /아/모음 연장발성 시 집단 간 기본주파수 및 음도범위 비교 .....	49
표 5. 문단 읽기 시 집단 간 성문접촉율 및 음향학적 측정치 비교 .....	52
표 6. 집단 간 성문면적 측정치 비교 .....	56
표 7. 집단 간 GRBAS 평정 비교 .....	59
표 8. 음향학적 변수와 청지각적 변수와의 상관관계 .....	60
표 9. 집단 간 후두스트로보스코피에 대한 주관적인 평가 .....	61
부표 1. Stroboscopy and voice evaluation .....	95
부표 2. 성별과 연령을 통제한 경우 집단에 따른 호흡 기능 및 공기역학적 측정치에 대한 회귀분석 결과(기준집단=정상군) .....	96
부표 3. 성별과 연령을 통제한 경우 집단에 따른 호흡 기능 및 Maximum Phonation Time과 음향학적 측정치에 대한 회귀분석 결과 (기준집단=정상군) .....	97
부표 4. 문단 읽기 시 성별과 연령을 통제한 경우 집단에 따른 성문접촉율 및 음향학적 특성에 대한 회귀분석 결과(기준집단=정상군) .....	98
부표 5. 문단 읽기 시 성별과 연령을 통제한 경우 집단에 따른 성문면적에 대한 회귀분석 결과(기준집단=정상군) .....	99
부표 6. 성문면적·호흡·발성 변수 측정치의 정상군 평균에 대한 상대크기에 대한 회귀분석결과(기준집단=정상군) .....	100

## 국문 요약

### 성대마비와 성대구증의 호흡, 성문면적과형 및 발성 특성 비교

성문폐쇄부전의 대표적 질환으로서 성대마비와 성대구증은 그 발생 원인이 다름에도 불구하고 음성피로, 쉼 목소리, 약한 목소리 등이 공통적으로 나타난다. 두 질환의 호흡 기능 및 발성 특성들이 어떻게 다른 지를 알아보기 위해서 호흡 기능, 성문면적과형, 그리고 발성 특성에 대하여 탐색하고 질환 간 차이와 이들 변수들 간의 관련성을 알아보는 것이 필요하다. 이에 본 연구에서는 일측성 성대마비군 20명, 성대구증군 21명, 그리고 정상군 20명을 포함한 총 61명을 대상으로 폐활량계를 이용한 호흡 기능 평가, Phonatory function analyzer를 이용한 공기역학적 평가, Kay Imaging Process System을 이용한 성문면적과형 측정, multi-dimensional voice program과 Lx speech studio를 이용한 음향학적 평가, GRBAS 척도를 이용한 청지각적 평가, 후두 스트로보스코피를 이용한 주관적 평가를 실시하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

첫째, 호흡 기능에는 세 군 간의 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 둘째, 공기역학적 특성 중 음압은 세 군 간의 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 평균호기류율은 정상군에 비해 성대마비군과 성대구증군이 통계적으로 유의하게 많았다. 성문하압은 정상군에 비해 성대구증군이 통계적으로 유의하게 높았다. 발성지수는 정상군에 비해 성대마비군이 더 컸고 통계적으로도 유의하였으나, 성대구증군은 정상군에 비해 더 컸으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 발성효율은 정상군에 비해 성대마비군이 더 낮았고 통계적으로 유의하지 않았으나, 성대구증군은 정상군에 비해 더 낮았으며 통계적으로 유의하였다. 셋째, 음향학적 특성 중 모음연장발성 과제에서 최대발성지속시간은 정상군에 비해 두 환자군이 통계적으로 유의하게 짧았다. 음도범위의 경우는 정상 여자에 비해 여자 성대마비군이 유

의하게 더 좁았다. 나머지 변수들에서는 모두 정상군에 비해 성대마비군과 성대구증군이 통계적으로 유의하게 컸다. 문단 읽기 과제에서 평균기본주파수분포와 평균음성강도분포가 정상군에 비해 환자군이 통계적으로 유의하게 컸고, 평균성문접촉율은 성대구증군이 정상군에 비해 통계적으로 유의하게 적었다. 호흡의 횟수는 정상군에 비해 환자군이 통계적으로 유의하게 더 많았다. 넷째, 최소성문면적이 정상군에 비해 환자군에서 통계적으로 유의하게 더 넓었고, 정상군에 비해 성대마비군이 전반적 성문폐쇄속도가 더 느렸다. 다섯째, 정상군에 비해 성대구증군의 후두스트로보스코피 평정 점수가 통계적으로 유의하게 더 높았다. 여섯째, 호흡, 성문면적과형 그리고 발성에 대한 집단 간 동시적 평가 결과 상대적 평균변동과 주기간 주파수 변동율이 성대마비군이 성대구증이나 정상에 비해 현저하게 증가한 패턴을 보였다.

이상의 결과로 성대마비군과 성대구증군의 호흡 부족은 호흡 기능의 문제라기 보다는 성대 여단힘의 문제로 불완전한 성문폐쇄에 기인한 것임을 확인할 수 있었다. 총 29개의 변수들 중에서 집단간 유의한 차이를 보였던 변수들은 18개였다. 성대 body에 문제가 있는 성대마비군이 성대 cover에 문제가 있는 성대구증군에 비해 주파수 변동율이 뚜렷하게 증가해 있다는 것은 성대마비군이 양측 성대 진동 동시성에 어려움이 있다는 것을 반영해주고 있다. 이것은 성문폐쇄부전의 원인에 따라 성대 기능의 차이가 있다는 것을 암시해주고, 상대적 및 절대적 주파수 변동율이 경도 및 중등도의 두 환자군을 변별해주는 중요한 진단적 음성 지표가 될 수 있음을 시사해준다고 할 수 있을 것이다.

---

핵심되는 말 : 일측성 성대마비, 성대구증, 성문폐쇄부전, 호흡 기능, 발성 특성,  
성문면적과형, Kay Imaging Process System

# 성대마비와 성대구증의 호흡, 성문면적과형 및 발성 특성 비교

<지도교수 최홍식 >

연세대학교 대학원 언어병리학 협동과정

최재남

## I. 서론

### 1. 발성의 과정 및 음성장애

정상 발성의 첫 단계인 호흡은 음성산출을 위한 힘의 근원이다. 충분한 폐활량을 통한 흡기가 폐 밖으로 산출되어 후두(larynx) 쪽으로 보내져서 성문하압을 형성한다. 폐로부터 기인한 호기류는 발성하는 동안 적당한 압력으로 후두에 공급되어야 음성 근원 신호(vocal source signal)인 성대진동을 가능하게 한다. 이렇게 정상 발성의 근간이 되는 호흡 단계에 대한 평가는 일차적으로 전반적인 폐기능 검사와 폐의 환기 기능 검사를 통해 이루어져 왔다.<sup>1</sup>

후두로 보내진 기류를 통해 이루어진 성대 진동은 후두 원음을 형성하고 성도(vocal tract)를 지나면서 그 모양이 다듬어진다. 후두 원음인 ‘소리’가 만들어지기 위해서는 양측 성대 거리가 일정 정도 이상 가까워져야 하며, 기류 역학적으로 형성된 성문 하압과 성대 자체가 갖는 탄성(myoelasticity)에 의해 진동 주기가 반복되어 성대 진동이 형성된다. Zemlin(1998)<sup>2</sup>은 성문 틈이 3mm보다 작아야 성대 진동을 위한 최소한의 공기 양이 모여지게 된다고 주장하기도 하였다.

양측 성대가 서로 일정 거리 이상 가까워지지 못하고, 종물성 병변 없이 불완전한 성대 접촉을 보이는 상태를 성문폐쇄부전이라 한다. 성대폐쇄부전은 성대위축(atrophy), 궁형(bowing)성대, 성대마비, 성대구증(sulcus vocalis) 등의 형태로 나타날 수 있는데, 각각의 유형은 후두내시경을 통해서 잘 관찰된다. 성문폐쇄부전 환자들은 일반적으로 쉰 목소리(hoarseness), 음성 피로, 힘들인(effortful) 발성, 통증을 동반한 발성 등을 호소하게 된다. 따라서 한 선행연구<sup>3</sup>에서는 이처럼 공통된 음성 특징을 보이는 성대마비, 성대구증, 궁형성대 환자들을 대상으로 성문폐쇄부전과 성대 기능과의 관련성을 밝히고자 한 바 있다. 그러나, 위의 세 가지 성대폐쇄부전 원인 질환을 단순히 비교하는 것은 방법론적인 문제점을 갖고 있다. 예컨대, 궁형성대로 인한 성문폐쇄부전은 성대마비나 성대구증과는 달리 노인성 변화로 간주될 수 있으므로 세 가지 원인질환에 대한 단순비교는 대상군의 ‘연령’이 혼란변수로 작용될 수 있다는 어려움이 있다. 뿐만 아니라, 궁형성대는 진단 기준 자체가 명확하지 않고, 임상적으로 혼하지 않은 질환으로 그 임상적 유용성이 떨어진다. 따라서 궁형성대를 제외한 나머지 두 가지의 원인질환인 성대마비와 성대구증에 대한 고찰을 통해 성문폐쇄부전의 특징을 살펴보는 것이 중요하다고 할 수 있다. 지금부터 성대마비와 성대구증에 대한 호흡, 발성 특성에 대해 살펴보고자 한다.

성대마비는 후두질환 중 대표적인 신경학적 질환으로 크게 중추성과 말초성으로 나뉜다. 중추성 마비는 발성이나 마비말장애 뿐 아니라 다른 신경학적인 문제를 동반하기도 한다. 일반적으로 임상에서 만나는 협의의 성대마비는 말초성 마비를 지칭하며, 성대마비의 경우 후두 스트로보스코피(laryngeal stroboscopy) 검사(그림 1)에서 양측 성대의 긴장도 차이 때문에 발성 시 불규칙적인 점막 운동, 불완전한 성문폐쇄가 있을 수 있고 이 때문에 이중음성이 나타나기도 한다. 또한 성대가 열려있는 상태에서 발성을 하므로 폐에 있는 공기의 소모가 비효율적으로 빨리 소모되어 발성 및 발화의 지속이 어려워지게 된다. 음성 평가에서 최대발성지속시간(maximum phonation time, MPT)의 단축이 좋은 지표가 된다.<sup>1</sup> 선행연구<sup>3-5</sup>에서 성대마비 환자들은 MPT가 정상인에 비해서 통계적으로 유의하게 짧았다고 했다.

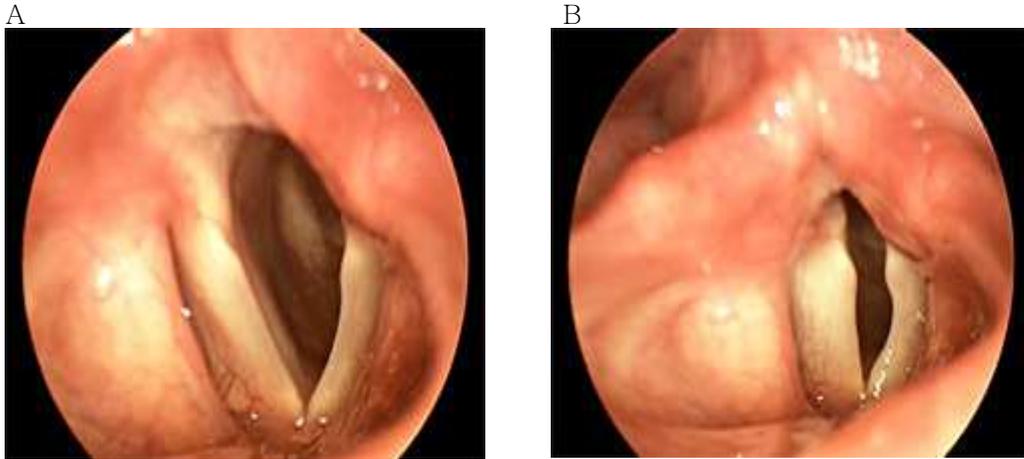


그림 1. 왼쪽 성대마비의 일례. A: 성대가 열렸을 때임, B: 성대가 닫혔을 때 왼쪽 성대마비로 인해 성문폐쇄부전의 모습임.

성대구증은 1892년 해부학자 Giacomini가 ‘성대의 기형’ 이라고 처음 언급 했는데<sup>6</sup>, 성대의 유리연을 따라 표면에 앞뒤의 방향으로 평행하게 깊은 골이 발생 되는 질환<sup>6-8</sup>이며, 골의 깊이와 형태가 다양하다. 이는 일종의 상처조직이며 이 상처가 대개 성대인대에 붙어 있게 된다. 조직병리학적 측면에서 보면, 성대를 싸고 있는 성대 고유층(superficial lamina propria)이 없거나 얇아져 있는 상태를 말한다.<sup>9</sup> Ford 등(1996)<sup>6</sup>은 성대구증을 임상적으로 세 가지 유형으로 분류했다. 제 1 형은 성대 고유층은 정상이지만 위축을 보이는 경우로 노화와 같은 생리적 변화를 반영한다. 반면, 제 2 형은 성대의 유리연을 따라 표면 앞뒤 방향으로 평행하게 깊은 골(sulcus vergeture)이 있는 경우이며, 제 3 형은 성대 가운데에 한 점처럼 움푹파인 골(pit-shape sulcus)이 있는 경우로 병리적인 것이다.<sup>6</sup> 성대구증은 성대 내연이 궁상으로 휘어져 있거나 성대의 유리연을 따라 앞뒤 방향으로 평행하게 골이 있기 때문에 발성 시 성문이 방추형으로 열려있어서(그림 2), 성문폐쇄부전이 일어나게 된다. 이렇게 발성 시에 성문이 완전히 닫혀지지 않고 틈이 있게 되므로 발성의 근원인 폐에서 올라오는 기류의 소모의 속도가 성문폐쇄부전이 없는 경우에 비해서 유의하게 빨라지게 된다는 연구들이 있어왔다.

A.



B.



그림 2 . 성대구증의 일례. A: 성대가 열렸을 때임, 화살표는 성대의 유리연을 따라 길게 흠이 파진 성대구의 모습; B: 성대가 닫혔을 때 성대구증으로 인한 성문폐쇄부전 모습임.

실제 임상에서, 성대마비 환자들이나 성대구증 환자들 말 할 때 숨이 차서 자주 숨을 쉬게 된다거나 혹은 폐에 이상이 있는 것 같다는 호소를 하는 경우를 종종 듣게 된다. 발성 및 발화의 지속이 어려운 것은 폐의 환기 기능에 문제가 있거나, 발성 시에 성문폐쇄부전이 있거나, 혹은 두 가지의 문제가 모두 있을 때 나타날 수 있을 것이다. 그러면, 성대마비나 성대구증이 보이는 짧은 MPT나 발화시 호흡횟수가 증가하는 원인이 폐 기능의 이상에 기인하는 것인지, 성문폐쇄부전에 기인하는 것인지 혹은 두 단계 모두에 기인하는 것인지를 확인하는 것은 진단, 치료 및 예후를 위한 의사결정에 매우 유용한 정보를 제공해 줄 수 있을 것이라고 생각한다.

## 2. 성대마비와 성대구증의 음성 평가 방법

임상에서 성대마비와 성대구증의 성문폐쇄부전을 위한 음성 혹은 발성 평가는 다른 음성 장애의 경우와 유사하게 이루어지고 있다. 발성기관 평가는 주관적인 방법과 객관적인 방법이 단독 혹은 병행하여 이루어진다. 일반적으로 주관적인 평가는 후두 내시경을 통한 성대 상태에 대한 주관적 평정, 음질에 대한 청지각적인 평가에 의해 이루어지며, 객관적인 평가는 호흡 및 공기역학검사, 전기성문파형검사(ElectroGlottography, EGG), 후두내시경에 따른 분석에 의해 이루어진다. 이들 평가 방법에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

### 가. 호흡 및 공기역학적 평가

#### (1) 평가 방법

음성산출의 시작이 되는 호흡과 성대 진동의 근원이 되는 공기역학적인 측면의 평가를 위해서 호흡기능 검사, MPT 측정, 공기역학적 검사가 널리 사용되고 있다. 첫째, 호흡기능의 검사는 폐에 출입하는 공기의 양과 속도를 반영하는 각종 지표치들을 제공하는 전자 폐활량계(spirometer)를 통해 호흡 기능 곡선(그림 3)으로 제시되어 왔다.

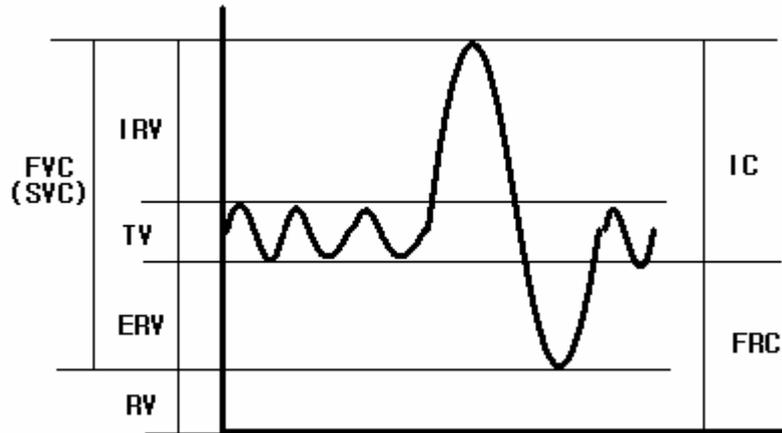


그림 3. 호흡 기능 곡선의 일례

TV : Tidal Volume; 1회 환기량,  
 IRV : Inspiratory Residual Volume ; 예비 흡입량,  
 ERV : Expiratory Residual Volume; 예비 호기량,  
 RV : Residual Volume ; 잔기량,  
 IC : Inspiratory Capacity ; 최대 흡입량 = TV + IRV  
 FVC : Forced Vital Capacity ; 노력성 폐활량  
 FRC : Functional Residual Capacity ; 기능적 잔기량

둘째, MPT 측정은 호흡과 성대 수준에서의 호기류 조절 능력을 반영하는 검사이다. MPT는 특별한 기구를 사용하지 않고 간편하게 호흡, 후두조절을 포함하는 음성 지속의 최대능력을 정량적으로 측정하기 위해 널리 이용되며, 발성 능력 장애 여부의 기준이 된다. 임상적으로는 성문폐쇄 정도에 따라 다르지만 일반적으로 성대마비환자나 성대구증환자는 MPT의 감소 및 증가된 평균호기류율, 감소된 성문하압, 발화 중 호기 소모의 특징을 보인다.<sup>10,11</sup> 그러므로 MPT를 포함한 성대마비군과 성대구증군의 호흡 기능 평가는 발성 단계를 이해하는데 중요한 단서가 된다. 그럼에도 불구하고 성대마비군과 성대구증군을 대상으로 폐용량 및 MPT와 관련해서 공기역학적인 검사 결과와의 관련성을 조사한 연구는 부족한 실정이다. MPT의 측정은 성문에서 호기가 효율적으로 음성의 음원으로 변환되는가를 정량적으로 추정하는 데에 도움이 된다.<sup>1</sup>

셋째, 호흡 기관을 통해서 생성된 공기를 발성 기관과 조음 기관을 거쳐 음성 신호로 전달되는 공기역학적인 정보를 파악하는 것은 매우 중요하다. 일반적으로 공기역학적 평가(aerodynamic test)는 호기류율(air flow rate), 성문하압, 그리고 성문상압 등을 측정하여 객관적으로 표시해 준다. 소리의 강도, 성문하압, 호기류율을 비침습적으로 동시에 측정할 수 있는 간편한 공기역학 검사법으로는 Phonatory function analyzer(Nagashima Ltd. Model PS 77H, Tokyo, Japan)가 널리 사용되고 있다. 공기역학검사를 통해 측정된 수치들을 이용한 음성 효율(vocal efficiency, VE)은 발성 시에 성문폐쇄능력의 변화를 반영하므로 후두 조절 능력의 지표로서 매우 유용하다. van den Berg(1956)<sup>12</sup>는 성문에서 생성된 소리의 강도와 성문하압의 비를 이용하여 VE를 도출할 수 있는 다음과 같은 수식을 제시하였다.

$$\begin{aligned} \text{vocal efficiency (VE)} &= \frac{\text{acoustic power(watts)}}{\text{aerodynamic power(watts)}} \\ &= \frac{4\pi r(r=0.3m) \times \text{sound intensity(watts per squaremeter)}}{\text{airflowrate} \times \text{subglottic pressure}} \end{aligned}$$

## (2) 호흡 및 공기 역학적 검사 용어 정의

① 노력성 폐활량(forced vital capacity, FVC) : 정상 호흡(tidal breathing)을 하다가 끝까지 들이마시게 한 뒤, 시간에 관계없이 천천히 가능한 한 끝까지 내쉬게 하여 측정한다.

② 1초간 노력성 호기량(forced expiratory volume at one second, FEV<sub>1</sub>) : 최대 노력성 호기를 시작한 후 1초 동안에 내쉬는 공기량을 지칭하며, 여기에는 노력에 영향을 받는 곡선의 초반부와 노력에 관계없는 중간부분이 포함되기 때문에 임상진단을 위하여 충분히 재현성이 있으며 예민한 지표로 알려져 있다. 폐쇄성 폐질환시 FEV<sub>1</sub>이 감소하며 실제로 이 수치와 여러 호흡기 질환의 장애 정도 및 장단기 예후와 상관 관계가 있음이 알려져 있다.

③ 1초간 노력성 호기량의 노력성 폐활량에 대한 비(FEV<sub>1</sub>/FVC) : 최대 노력성 호기를 시작한 후 1초 동안에 내쉬는 공기량이 실제로 측정한 노력성 폐활량의 몇 퍼센트에 해당하는가를 나타내는 것이다.

④ MPT(maximum phonation time, MPT): 음성 생성능력의 양적인 표현이다. 방법은 편안하게 앉은 자세에서 충분한 흡기를 한 후 편안한 발성으로 지속모음(/아/)을 가능한 길게 내도록 하여 소리를 낸 총 시간을 측정한다. 이것을 3회 반복 시행하여 가장 길게 낸 시간을 채택하였다.

⑤ 평균 호기류율(mean air flow rate, MFR) : 발성 시 단위 시간 내에 성문으로부터 밖으로 나오는 기류의 양을 말한다.

⑥ 성문하압(subglottal pressure, Psub) : 발성 시 폐쇄된 성대 점막을 뚫고 나오는 하기도의 압력을 말한다. 성문 하압은 음의 강도에 정비례하여 변한다. 즉, 목소리가 커질수록 성문하압은 증가한다.

⑦ 발성율(phonation quotient, PQ) : 폐활량을 MPT로 나눈 값으로 이것은 발성 시 평균 호기류율과 밀접한 관련이 있다. 최장 발성 시 사용하는 총 공기량(phonation volume)은 보통 폐활량보다 작으므로 발성율은 보통 평균 호기류율보다 큰 값을 가진다. 호기류를 측정할 수 있는 장비가 없을 때에는 발성율을 평균 호기류율 대신 사용할 수 있다.

⑧ 발성효율(vocal efficiency, VE) : 성문에 있어서의 효율은 생성된 목소리의 힘과 성문하 호기의 힘의 비로 나타낸다. 성문하의 힘은 성문하압과 호기류율의 합으로 표현된다.

## 나. 성문면적파형 (glottal area wave form)의 정량적 분석

### (1) 평가 방법

성대의 움직임을 비디오나 컴퓨터를 이용하여 관찰하고 객관화를 위한 평가 기준들이 이전에도 제시되어 왔고,<sup>13,14</sup> 정량화된 객관적인 분석을 위한 노력들이 시도되어 왔다.<sup>13,15-17</sup> Omori 등(1997)<sup>15</sup>과 Woo 등(1996)<sup>17</sup>은 영상을 녹취하고 분석하는 다양한 프로그램을 이용하여 성대 사이의 면적의 변화를 계량화 하였고, 객관적으로 분석하는 지표를 제시한 바 있다. 후두스트로보스코피는 1주기가 약 2.5~10ms 정도로 빠르게 움직이는 성대 진동 양상을 시각화해줄 수 있으며, 국내에서도 후두스트로보스코피를 이용하여 영상분석프로그램인 Kay Strobe scope Image Program(KSIP, Kay Elemetric Corp., NJ, USA)(그림 4)을 활용한 성문면적파형의 정량적 분석을 위한 연구가 이루어져왔다.<sup>4,5,15</sup> 성대마비와 성대구증은 앞서 언급한 바와 같이 조직병리학적(histopathologically) 차이가 있음에도 불구하고, 유사한 음성 특성을 보인다. 이러한 성문폐쇄부전 환자들의 성문면적파형에는 어떠한 차이가 있는지 후두스트로보스코피와 KIPS<sup>1)</sup>를 이용하여 정량화된 수치를 파악하는 것은 음성 장애의 진단 및 치료에 유용한 정보를 제공해 줄 것이다.

---

1) KSIP(Kay Strobe scope Image Program, Kay Elemetric Corp., NJ, USA)는 도스용 버전이며, KIPS(Kay Imaging Process System, Kay Elemetric Corp., NJ, USA)는 현재 상용되고 있는 window용 버전이다.

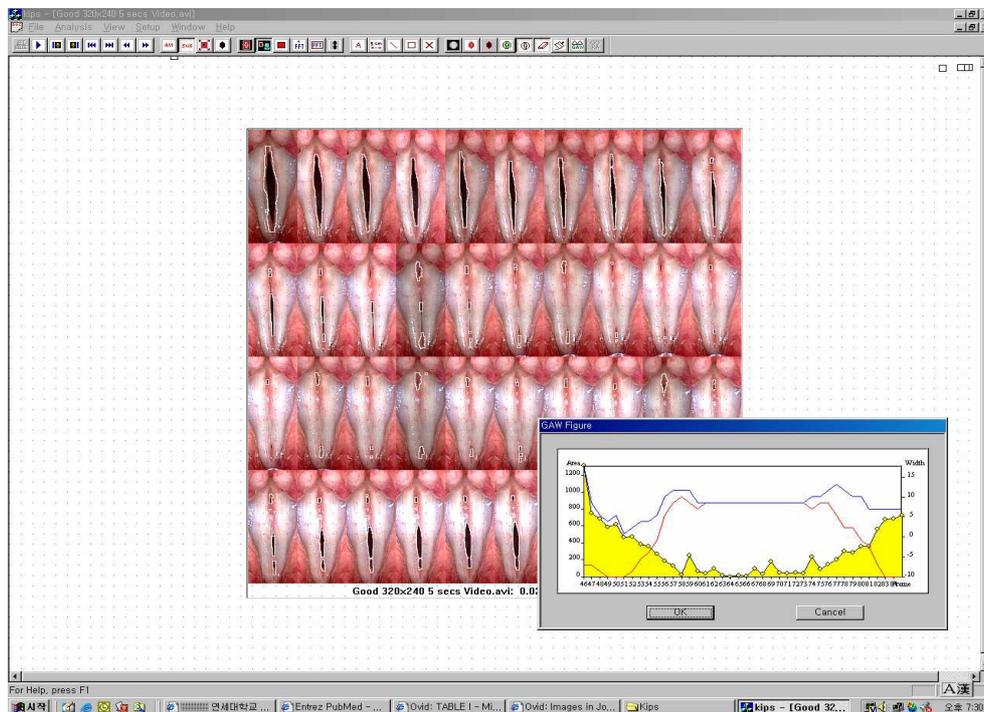


그림 4. Kay Imaging Process System을 이용한 성문면적과형 분석의 일례

(KIPS, Kay Elementric Corp., NJ, USA, window용)

## (2) 성문면적파형 검사의 용어 정의

- ① 표준화된 최대성문면적(normalized peak glottal area, NPGA) : 성대진동의 개방기 동안에 성대의 면적을 픽셀로 계산한 값이 최대인 것을 성대의 전교련(anterior commissure)에서 성대돌기(vocal process)까지의 거리를 픽셀로 계산한 값의 제곱으로 나눈 것을 말한다.
- ② 표준화된 최소성문면적(normalized baseline offset, NBO) : 성대진동의 폐쇄기 동안에 성대의 면적을 픽셀로 계산한 값이 최소인 것을 성대의 전교련에서 성대돌기까지의 거리를 픽셀로 계산한 값의 제곱으로 나눈 것을 말한다.
- ③ 전반적 성문개폐속도(gross opening rate, GOR) : 성문면적파형의 시작점과 최대로 개방된 점 사이의 기울기를 말한다.
- ④ 전반적 성문폐쇄속도(gross closing rate, GCR) : 성문면적파형에서 개방기의 최고점과 끝지점 사이의 기울기를 말한다.
- ⑤ 성문접촉속도율(speed quotient of glottal contact, SQ) : 성문면적파형에서 GOR과 GCR의 비율을 말한다.

## 다. 발성 특성 평가

### (1) 평가 방법

발성특성평가를 위해서 음성 생성의 중요 요소인 호흡과 성대 진동 중 성대진동과 관련하여 후두스트로보스코피를 이용한 주관적 평정, 전기성문파형검사가 요구된다.

첫째, 후두 전문의가 후두스트로보스코피로 관찰한 성문폐쇄, 상후두 활동, 성대 접근의 수직레벨, vocal fold edge, 강도, 점막 파동, 진동하지 않은 부분, phase closure, 대칭성 등을 주관적으로 평정한다. 이는 음성 장애 감별 및 치료 전후 결과 비교에 있어 중요한 정보를 제공해 줄 것이다.

둘째, EGG는 성대 접촉 여부에 따른 전기저항을 그래프로 성문 파형을 가시화하여 제공한다. 특히, 비침습적으로 후두 내부를 직접 관찰하지 않고도 성대 접촉 양상을 통해 성대 질환에 관한 정보를 간접적으로 제공할 수 있기 때문에 임상적으로 적용하려는 시도가 끊임없이 계속되어 왔다.<sup>18-21</sup> EGG 검사에서 일반적으로 모음 연장발성을 이용하여 성문접촉율(closed quotient, CQ), 성대접촉속도율(speed quotient, SQ), 주기간 주파수 변동율(jitter), 주기간 강도 변동율(shimmer), 잡음 대 배음비(noise-to-harmonic ratio, NHR) 등을 확인할 수 있다. 그러나, 성대 병변이 파형에 충분한 영향을 끼치지 못할 정도로 작을 경우, 모음 연장 발성만으로는 음성 문제를 정확히 진단하기 어렵고,<sup>18</sup> 자연스러운 의사소통 맥락에서의 음성문제 반영 여부에 대한 문제가 제기되어왔다. Lx Speech Studio(Laryngograph Ltd, UK)는 연속발화를 분석가능하게 해주므로, 위의 제한점들을 보완해 줄 수 있을 것이며, EGG의 객관적인 수치들을 window환경에서 작동하는 소프트웨어와 결합하여 비교적 쉽게 산출해 낼 수 있다.

## (2) 발성 특성 평가 변수의 용어 정의

① 성문접촉율(closed quotient, CQ) : 성문접촉율이란 EGG에서 나타난 파형 중에서 전체 성대 진동 주기(glottal cycle)에 대한 성대폐쇄구간(closing phase)의 길이의 비(%)를 말한다.

② 주기간 주파수 변동율(jitter) : 이웃한 피치의 기본 주기( $T_0$ )의 차이의 절대치를 구한 절대 변동율(absolute jitter)을 전체 음도의 기본 주기의 평균으로 나눈 백분율로 구하며 연속적인 성대 진동 시 시간적 측면에서 주기간 길이의 변동을 말한다. 값이 커질수록 비주기적인 성대의 진동이 일어남을 의미한다.

$$jitter [\%] = \frac{\frac{1}{N-1} \sum_{i=0}^{N-1} |T_0 - T_0(i+1)|}{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^N T_0(i)} \times 100$$

③ 주기간 진폭 변동율(shimmer) : 이웃한 주기 진폭( $P_0$ ) 차이의 절대치를 구한 절대 변동율을 전체 진폭의 평균으로 나눈 백분율로 구하며 연속적인 성대 진동 시 주기간 강도의 변동을 말한다. 값이 커질수록 비주기적인 성대진동이 일어남을 의미한다.

$$shimmer [\%] = \frac{\frac{1}{N-1} \sum_{i=0}^{N-1} |P_0 - P_0(i+1)|}{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^N P_0(i)} \times 100$$

④ 잡음 대 배음비(noise-to-harmonic ratio, NHR) : 음성신호에서 70~4,500 Hz 범위의 배음 성분의 에너지에 대한 1,500~4,500 Hz 범위의 잡음 성분의 에너지의 비율로 나타내며, 일반적으로 분석신호에서의 잡음성분의 존재를 평가하는데 사용된다.

⑤ 상대적 평균 변동(relative average perturbation, RAP) : 음도의 3 주기 길이 내에서의 음도 변이 정도에 대해 상대적으로 평가하는 방법이다.

$$RAP = \frac{\frac{1}{N-2} \sum_{i=2}^{N-1} \left| \frac{P_{i-1} + P_i + P_{i+1}}{3} - P_i \right|}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N P}$$

⑥ 기본주파수 변동(fundamental frequency variation, vF0) : 인접해 있는 주기간의 기본주파수의 변이에 대한 표준편차를 상대적으로 보여준다.

⑦ 음성 강도 변동(peak amplitude variation, vAm) : 인접해 있는 주기간의 음성 강도 변이에 대한 표준편차를 상대적으로 보여준다.

⑧ soft phonation index(SPI) : 70~1,600Hz 사이의 저주파에 존재하는 배음 에너지(harmonic energy)와 1,600~4,500Hz 사이의 고주파에 존재하는 배음 에너지간의 비율을 보여준다.

## 라. 음질에 대한 청지각적 평가

### (1) 평가 방법

음질 평가 측면에서는 크게 주관적인 평가와 객관적인 평가로 나누어 생각할 수 있다. 첫째, 음질의 주관적인 청지각 평가는 Isshiki(1969)<sup>18</sup> 등이 발표한 논문에 기초하여 일본 음성언어의학회의 발성기능법 검토위원회에서 재정비한 GRBAS scale이 있다.<sup>17</sup> 이 척도 평정 방법은 다른 주관적 평정 방법에 비해 평정자 간, 평정자 내 신뢰도가 높고, 음성 간의 신뢰도도 높아서<sup>18</sup> 현재 임상현장에서 활용되고 있다. 두 번째, 객관적인 음질 평가 방법으로는 직접관찰에 의한 것과 음향분석기기를 이용하는 것으로 나뉜다. 후두스트로보스코피를 이용해 육안으로 직접 관찰하는 방법은 혀를 잡아당긴 상태에서 검사가 이루어지므로 정상적인 발성과는 차이를 보이게 되고, 음질 분석 관련 지표가 표시되지 않는 단점이 있다. 그러므로 자연스러운 상태에서 발화를 채집하여 음질을 분석할 수 있는 방법이 요구되는데, CSpeech (Megagraphics Software Co.), Dr. Speech(Tiger Electronics Co.), Computerized Speech Lab(Kay Elemetrics Co.) 등의 음향분석기기는 후두스트로보스코피와 같이 조음기관의 방해 없이도 객관적인 음질 분석이 가능하다.<sup>19</sup> 실제 임상현장에서는 일반적으로 CSL의 MDVP를 사용하여 다양한 척도의 음질 분석이 시행되고 있다.

## (2) 청지각적 평가 변수 용어 정의

① 전반적 애성의 정도(grade, G) : 전반적인 음성 변화 혹은 애성(hoarseness)의 정도를 말한다.

② 조조성(rough, R) : 성대의 불규칙한 진동에 의하여 생성되는 거칠거나 탁한 음성의 정도를 말한다.

③ 기식성(breathy, B) : 발성 시 성문 사이에 간격이 있어서 공기 누출에 의하여 생성되는 잡음과 관련된 것으로 기식성 음성의 정도를 말한다.

④ 무력성(asthenic, A) : 과소 기능 또는 과소 운동과 관련되는 척도로 성대의 긴장 부전으로 성대의 질량이 가벼워진 상태에서 음성 산출 시 충분한 힘의 뒷받침을 받지 못하는 것을 나타내는 약한 음성의 정도를 말한다.

⑤ 노력성(strained, S) : 과도한 근육긴장과 관련된 척도로 발성하는데 무척 힘들어 보이는 듯한 무리한 발성의 느낌으로 성대의 긴장상태라 할 수 있고 강하고 긴장된 음성의 정도를 말한다.

### 3. 선행연구에서 사용된 음성 평가 방법의 제한점

성대주기의 관찰은 성문폐쇄부전의 감별 및 치료 전후의 결과를 비교하는데 중요한 정보를 제공하지만, 관찰자의 주관적 견해나 판단능력에 따라 결과의 판독에 많은 영향을 미칠 수 있다. 이에 후두스트로보스코피 소견의 객관화를 위한 시도가 최근 보고 되고 있으나, 성문면적과형 측정 및 발성 특성과 관련된 선행연구들은 다음과 같은 몇 가지 제한점이 있다.

첫째, 연구된 대상자의 수와 원인 질환의 종류가 매우 제한적이므로 성대마비나 성대구증환자를 대상으로 체계적인 연구들이 이루어지지 않는 것이다. 따라서 일반화의 문제가 있을 수 있다.

둘째, 대부분의 음성 분석이 연장 모음만을 사용하여 이루어졌기 때문에, 자연스러운 의사소통맥락에서 나타나는 음성문제를 얼마나 반영할 수 있을 지에 관한 문제가 제기되었다.<sup>18</sup> 또한, 성대마비군이나 성대구증군을 대상으로 연속발화에서 측정이 이루어진 예가 아직은 없다.

셋째, 성문면적과형 평가를 위한 변수들이 제한적이었다. Woo의 변수<sup>17</sup> 중 최대개방속도(maximum opening rate), 최대폐쇄속도(maximum closing rate), 성대개방기의 최대성문면적과형(maximum area/length), 성대 폐쇄기의 최소성문면적과형(baseline offset)이 분석되었는데, 이 중에서 최대개방속도와 최대폐쇄속도는 순간적인 변화 중 가장 큰 속도를 반영한다. 그러나 임상에서는 성문이 가장 좁은 시점과 가장 넓은 시점의 면적<sup>2)</sup>에 관한 정보도 중요하다.<sup>4</sup> 따라서 전반적 폐쇄속도와 전반적 개방속도와의 비를 이용한 성대의 역동적인 정보에 대한 분석이 요구된다.

넷째, 성문면적과형과 같은 객관적인 측정을 위한 시도들은 있어왔지만, 성문폐쇄의 유형, 성대의 대칭성, 성대 중에서 진동하지 않는 부분과 같은 성대의 움직임을 잘 반영해 줄 수 있는 변수들에 대한 주관적인 분석이 제외되었다.

---

2) 성문이 가장 좁은 시점은 성대가 열리기 시작하는 시점과 가장 많이 닫힌 시점을 말하며, 성문이 가장 넓은 시점을 말한다(Woo, 1996<sup>17</sup>, 유영삼, 2005<sup>4</sup>)

다섯째, 성대마비군이나 성대구증군을 대상으로 호흡 기능, 성문면적과형, 공기역학적인 측면, 음향음성학적인 특성, 그리고 청지각적인 측면을 종합적으로 평가한 선행연구는 매우 부족한 현실이다.

이 같은 요구에 따라 본 연구에서는 후두스트로보스코피 영상자료를 통해 성대마비군이나 성대구증군의 성문면적과형을 정량적으로 측정하고, 호흡 능력을 객관적 수치로 제시하고, 발성 특성을 밝힘으로서 조직병리학적으로 차이가 있는 성대마비군과 성대구증군의 성문면적과 호흡 그리고 발성과의 관련성을 탐색하는 것에 목적을 두었다. 이렇게 성대마비군과 성대구증군의 음성 기능 비교 분석하는 것은 성대폐쇄부전의 임상적 감별 진단 및 치료 방법 선택을 위한 의사결정에 객관적인 자료 혹은 기준치를 제시해주고, 나아가 예후적 측면에 주요 단서가 될 수 있다는 점에 의의가 있을 것이다. 이에 성대마비군, 성대구증군 그리고 정상군을 대상으로 다음과 같은 분석을 시행하였다. 첫째, 세 군 간에 성문면적과형의 정량적 측정치, 호흡 능력 그리고 발성 특성을 비교하였다. 둘째, 세 군 간에 성문면적, 호흡 능력, 발성 특성 간 관련성을 비교하였다.

#### 4. 연구 문제

성대마비군, 성대구증군, 그리고 정상군 간에 성문면적과형, 호흡 및 발성 특성을 비교하기 위한 본 연구의 연구 문제는 다음과 같다.

세 군 간에,

1. 폐활량계를 통한 과제에서 다음 호흡 변수의 평균 차이가 있는가?

- (1) FVC 차이가 있는가?
- (2) FEV<sub>1</sub> 차이가 있는가?
- (3) FEV<sub>1</sub>/FVC 차이가 있는가?

2. 공기역학적 과제에서 다음 변수들의 평균 차이가 있는가?

- (1) 음압 차이가 있는가?
- (2) MFR 차이가 있는가?
- (3) Psub 차이가 있는가?
- (4) PQ 차이가 있는가?
- (5) VE 차이가 있는가?

3. /아/모음 연장 과제에서 MPT길이와 발성의 음향학적 특성의 차이가 있는가?

- (1) MPT 길이 차이가 있는가?
- (2) Jitter, shimmer, 그리고 NHR 차이가 있는가?
- (3) RAP, vF0, vAm, 그리고 SPI 차이가 있는가?

4. 문단 읽기 과제에서 성문접촉율 및 음향학적 특성의 차이가 있는가?

- (1) 평균주파수 분포, 평균강도 분포, 그리고 평균성문접촉율 차이가 있는가?
- (2) Jitter와 shimmer 차이가 있는가?
- (3) 문단읽기 과제에서 호흡의 횟수 및 소요 시간 차이가 있는가?

5. 모음연장과제에서 살펴본 성문면적파형의 차이가 있는가?

- (1) NPGA 차이가 있는가?
- (2) NBO 차이가 있는가?
- (3) GOR 차이가 있는가?
- (4) GCR 차이가 있는가?
- (5) SQ 차이가 있는가?

6. 청지각적 평가치와 음향학적 측정치 간에 상관관계가 있는가?

7. 후두스트로보스코피 결과에 대한 주관적인 평정치 차이가 있는가?

## II. 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

본 연구에서 정상군은 23세~61세(평균연령 43.3세) 남녀 각각 10명씩 총 20명을, 환자군은 성대마비환자 20명과 성대구증환자 21명을 대상으로 하였다. 따라서 정상군과 환자군을 합하여 총 61명이었다.

#### 가. 정상군

서울, 경기 지역에 거주하고 있는 성인을 대상으로 음성기능 선별검사지와 면담을 통해 정상군을 선정하였다. 첫째, 면담 과정에서 한국인의 평균신장과 체중범위에 속하는 성인만을 포함시켰고, 전반적인 건강상태에 대한 조사가 이루어졌다. 따라서 폐, 신경계, 후두, 말-조음 기관, 청력의 문제가 의심되는 경우, 심한 만성 질환을 앓고 있는 경우, 주당 20갑 이상 흡연하는 경우, 주당 200g 이상 음주하는 경우는 정상군에서 제외하였다. 둘째, 일차적으로 면담에 의해 선정된 대상자는 우선적으로 이비인후과 의사가 두 내시경 또는 스트로보스코피를 통해 성대의 병리 유무를 관찰하고, 음성 치료 분야에서 3년 이상의 경력을 가진 2명의 언어 치료사가 음성을 청지각적으로 판단하였다. 셋째, 호흡 훈련 경험이 있는 피험자는 제외시키고, PC-based spirometer(microQuark, Cosmed.)를 이용하여 노력성 폐활량을 측정하였다. 이에 따라 폐와 호흡기계 이상 유무를 파악하고 정상범주<sup>3)</sup>에 해당하는 경우만 포함시켰다. 위의 선행조건들을 만족하고, 성대마비군과 성대구증군을 합한 전체 환자군의 성별 및 연령을 빈도 대응(frequency matching)시킨 20명을 대상으로 선정하였다.

---

3)노력성 폐활량(forced vital capacity, FVC) 70% <http://www.nationalasthma.org.au><sup>91</sup>

## 나. 환자군

영동세브란스병원 이비인후과와 국민건강보험공단 일산병원 흉부외과에 내원한 환자들 중에서 후두정밀내시경 검사에서 성대마비로 진단받은 환자 20명(남자 9명, 여자 11명)과 성대구증 21명(남자 10명, 여자 11명)을 대상으로 하였다. 성대구증군은 Ford 등(1996)<sup>6</sup>가 분류한 3가지 유형 중 노화와 관련성을 갖는 제 1형을 제외시켰고, 제 2형과 제 3형 환자만을 대상으로 하였다. 성대마비군의 경우, 양측성 성대마비 환자는 호흡곤란 증세로 본 실험을 수행하기 어려울 수 있으므로 일측성 성대마비 환자만을 대상으로 하였다. 그리고, 수술적 치료나 음성 치료를 받은 경험이 없는 정도 및 중등도에 해당하는 경우를 환자군으로 하였다.

## 2. 연구 변수

### 가. 호흡 기능 및 공기역학적 검사

#### (1) 폐활량(vital capacity)

MicroQuark(그림 5)를 이용하여 노력성 폐활량(forced vital capacity, FVC), 1초간 노력성 호기량(1 second forced expiratory volume, FEV<sub>1</sub>), 1초간 노력성 폐활량에 대한 비(1 second forced expiratory volume/forced vital capacity, FEV<sub>1</sub>/FVC)를 측정하였다. 대상자가 똑바로 선 자세에서 공기를 모두 내뿜은 후 마우스피스를 입에 물고, 공기가 비강으로 유입되지 않도록 비강을 막고 공기를 최대한 들이마시도록 한다. 그리고 편안하게 3회에 걸쳐 호흡을 한 후, 이어지는 네 번째 흡기에 공기를 최대한 많이 들이마신 다음 최대한 빠른 속도로 가능한 한 폐의 공기를 모두 내뿜게 하였다. 폐활량계의 호흡곡선을 통해 대상자의 수행력을 관찰하면서 수차례 연습하게 하였다. 그리고 올바르게 수행하는 것으로 판단되면, 연속 3회 반복 실시하여 그 중 최대치를 최종 분석의 대상<sup>22</sup>으로 하였다.



그림 5. microQuark<sup>®</sup> (Italy Cosmed)의 모습

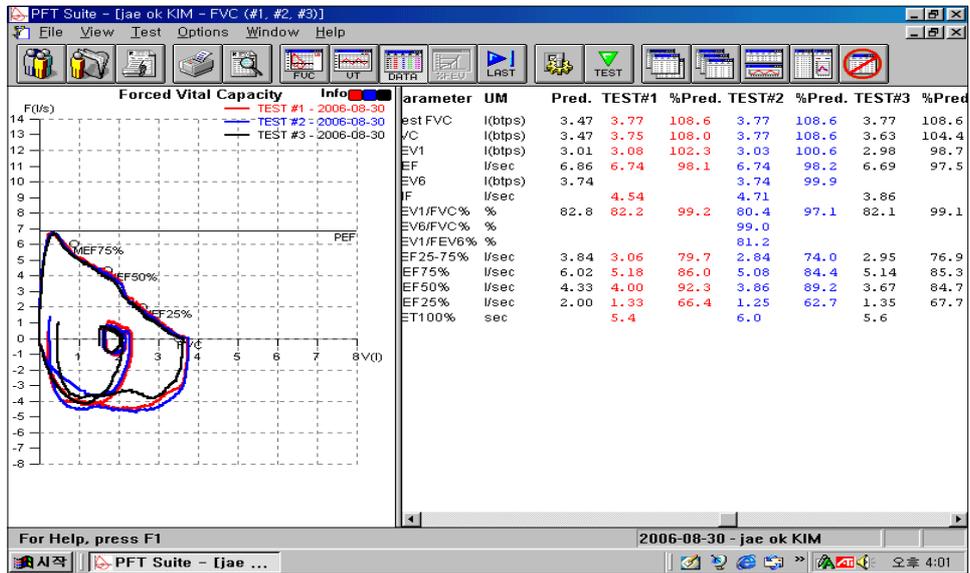


그림 6. microQuark<sup>®</sup> (Italy Cosmed)로 측정된 노력성 폐활량 결과의 일례

## (2) MPT(Maximum Phonation Time, MPT)

측정법은 피검자에게 최대흡기를 시킨 후 편안한 상태에서 일정한 높이와 강도를 유지하면서 최대한 길게 지속발성하게 하였다. 이 과정을 1회 시범보이고 2~3회 연습 과정을 거친 후 발성지속시간을 초시계로 측정하였다.

모음 ‘아’ 를 연속 3회 발성하여 가장 길게 발성한 값을 최종 분석의 대상<sup>13</sup>으로 하였다. 본 연구에서 3회 실시하여 최대수행력을 최종 분석의 대상으로 한 이유는 Kent 등,<sup>23</sup> Sawashima,<sup>24</sup> 그리고 Bless 등<sup>25</sup>의 연구 방법에 근거한 것이다.

### (3) 공기역학적 검사

Phonatory function analyzer(그림 7)의 마우스피스를 입에 물고 약 2초 가량 /오/ 음을 발성 시킨 후 기류저지 셔터를 눌러 평균호기류율, 음압(dB), 성문하압을 측정하였다.



그림 7. Phonatory function analyzer를 이용한 공기역학적 검사 모습  
(Nagashima Ltd. Model PS 77H, Tokyo, Japan)

#### 나. 성문면적파형 (glottal area wave form)의 정량적 분석

Kay Imaging process system을 이용하여 한 번의 발성주기 동안 디지털화된 40개의 정지화면에서 명암차에 따라 성문 면적이 픽셀숫자로 자동 측정되었다. 그런데 성문면적은 녹화할 때마다 후두 스트로보스코피의 렌즈에서 성대까지의 거리 변화에 영향을 받는다. 그러므로 절대값의 상정보다는 상대적인 성문면적 측정이 요구된다. 따라서 성대 전연합교련에서 성대돌기까지의 거리를 픽셀로 계산한 기준값(internal reference point, membranous vocal fold length ; MVFL)을 픽셀수의 제곱으로 나누어 표준화(normalize)하였다. 이렇게 표준화된 성문면적값을 성문면적파형분석의 대상으로 삼았다.

본 연구에서는 성문면적파형에서 Woo<sup>17</sup>와 유영삼(2005)<sup>4</sup>의 변수인 최대성문면적, 최소성문면적파형, 전반적 개방속도, 전반적 폐쇄속도를 측정하였다.

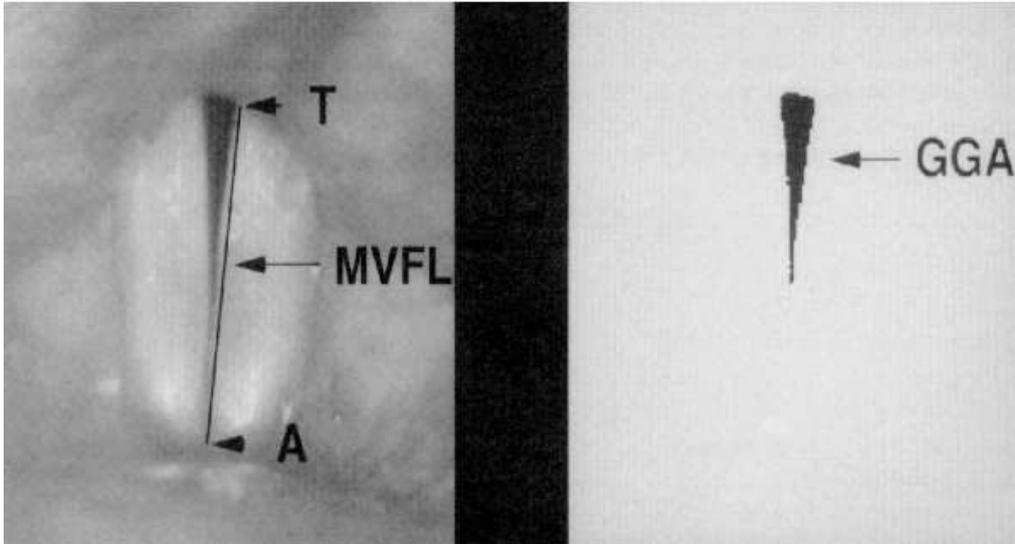


그림 8. glottal gap area와 성대길이 측정

T : tip of the vocal process, MVFL : membranous vocal fold length, A : anterior commissure,  
GGA : glottal gap area

## 다. 발성 특성 평가

### (1) 후두스트로보스코피 평가

숙련된 2명의 후두 전문의가 『Stroboscopy and Voice Evaluation』 (Kent, 1994) (부록1)<sup>14</sup>의 총 9항목(성문폐쇄, 상후두 활동, 성대 접근의 수직레벨, vocal fold edge, 강도, 점막 파동, 진동하지 않은 부분, phase closure, 대칭성)을 평정하였다. 평가척도는 6점 척도(정상; 0, 약간; 1, 중간; 2, 심한; 3, 거의 없음; 4, 없음; 5)로 평가치의 평균을 최종 분석 대상으로 하였다. 평가자 간 2점 이상 차이가 나는 평정의 경우 재평가를 하고 조정될 경우 조정된 평가치를 사용하였다. 재평가 후에도 같은 평정 결과를 보이면 그대로 사용하였다.

### (2) 음향학적 검사 및 전기성문과형검사

모음에 대한 음향분석은 MDVP(multi-dimensional voice program, Kay, USA)을 이용하였다. 조용한 실내에서 피검자가 앉은 자세를 유지한 채, 입술과 마이크와의 거리를 약 5cm 떨어진 상태에서 편안한 높이와 크기의 목소리로 모음 /아/를 4초가량 지속 발성하게 하였다. 발성의 시작과 종료에 의한 영향을 배제하기 위하여 시작과 끝의 500msec는 분석 구간에서 제외하였다. 문단 읽기 과제에서의 음향학적 검사 및 전기성문과형 검사를 위해서는 Lx Speech Studio<sup>19</sup>(그림 9)를 이용하였다. 전기성문과형검사의 전극을 대상자의 갑상연골 양측에 고정시킨 후, 평상시 편안한 목소리로 ‘가을’ 문단 읽기를 시행하였다. 이렇게 함으로써, 문단 읽기와 같은 연속 발화시의 음향학적 분석 및 성대 진동 과정 중 점막 접촉 양상에 관한 정보를 동시에 얻게 된다. Lx Speech Studio에 녹음된 문단읽기 자료를 SPEAD(Speech Pattern Element Acquisition and Display)프로그램으로 분석하였다. 모음은 안정구간 500ms에서 기본주파수( $f_0$ ), jitter, shimmer, NHR, 상대적 평균 변동(relative average perturbation, RAP), 기본주파수 변동(fundamental

frequency variation, vF0), 음성 강도 변동 (peak amplitude variation, vAm), 부드러운 발성 지수 (soft phonation index, SPI)를 분석하였다. 녹음된 문단은 Quantitative Analysis를 하여 평균기본주파수분포 (DFx mean), 평균음성강도분포 (DAX mean), 평균성문접촉율분포 (DQx mean), 주파수불규칙성 (CFx), 강도불규칙성 (CAx)을 분석하였다. 또한 프로그램이 제공하는 측정치들의 분포도 중에 CFx(주파수 규칙성에 관한 분포도)와 QxFx(성문접촉율과 기본주파수에 관한 분포도)를 분석하였다.

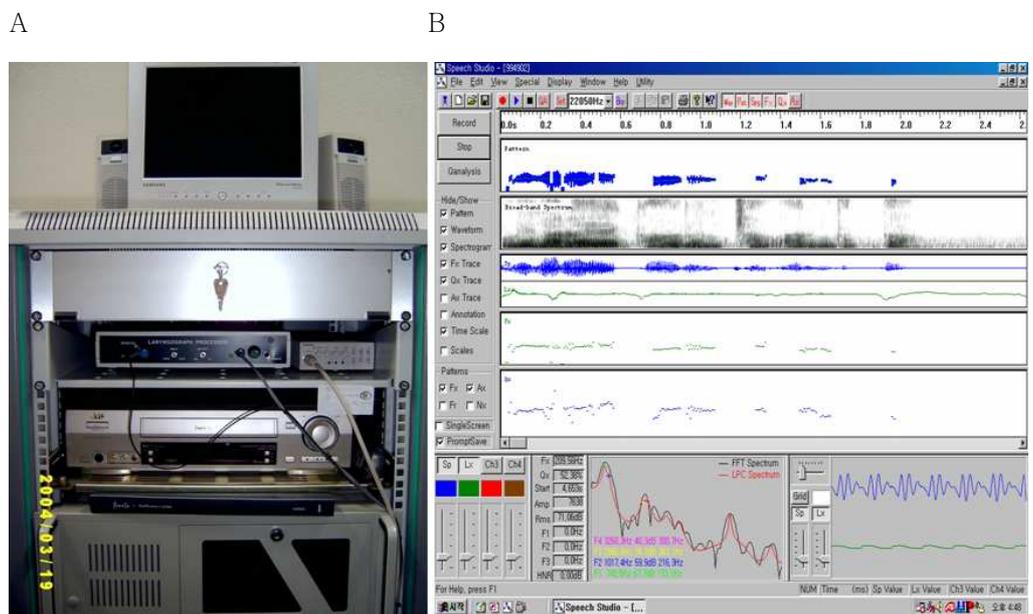


그림 9. A: Lx Speech Studio(Laryngograph Ltd, UK)의 모습; B: Lx Speech Studio로 측정 한 speech 및 EGG파형의 일례

### (3) 청지각적 평가

피험자가 ‘가을’ 문단을 읽는 동안 Lx Speech Studio<sup>19</sup>에 녹음한 후, 숙련된 2명의 언어치료사가 GRBAS scale 항목을 이용하여 주관적으로 평정하였다. GRBAS scale의 평가척도는 4점 척도(정상; 0, 경도; 1점, 중등도; 2점, 고도; 3점)를 기본으로 0.5단위 평정도 허용하며 평가치의 평균을 최종 분석에 이용하였다.

### 3. 통계 분석

수집된 자료에 대한 통계분석은 Statistical Packages for Social Science(version 12.0, SPSS Inc., 2001)를 이용하였다. 집단에 따른 호흡기능, 성문면적, 발성 기능에 대한 하위 변수들의 평균값과 표준 편차를 구하였다. 각 종속 변수들에 대하여 일요인 분산분석(one-way ANOVA)을 유의수준 0.05로 검정하였다. 이어서 투키(Tukey)검정을 적용하여 0.05유의수준에서 사후 검정(post-hoc comparison analysis)을 실시하였다. 또한 성별과 연령을 통제한 상태에서 집단 간 종속변수들의 평균 차이를 파악하고자 다중회귀분석(multiple regression)을 실시하였다. 이 때 집단이 정상군, 성대마비군, 성대구증군인 세 집단이므로, 정상군을 기준 집단(reference category)으로 하여 회귀분석을 실시하였고, 결과표는 부록에 제시하였다.

### Ⅲ. 연구 결과

#### 1. 피험자의 특성

피험자의 연령별, 성별 일반적 특성은 (표 1)과 같다. 신장 및 체중은 집단 간 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

표 1 . 피험자의 연령별, 성별 일반적 특성

변수	성별 대상군	남(n=29)			여(n=32)		
		정상군 (n=10)	성대마비군 (n=9)	성대구중군 (n=10)	정상군 (n=10)	성대마비군 (n=11)	성대구중군 (n=11)
20~29 <sup>†</sup>		2(20.0)	1(11.1)	4(40.0)	1(10.0)	1(9.1)	1(9.0)
30~39 <sup>†</sup>		3(30.0)	1(11.1)	3(30.0)	2(20.0)	1(9.1)	4(36.4)
40~49 <sup>†</sup>		4(40.0)	6(66.7)	1(10.0)	2(20.0)	4(36.4)	4(36.4)
50~59 <sup>†</sup>		0(0.0)	0(0.0)	1(10.0)	4(40.0)	5(45.4)	2(18.2)
60~69 <sup>†</sup>		1(10.0)	1(11.1)	1(10.0)	1(10.0)	0(0.0)	0(0.0)
연령(세) <sup>‡</sup>		39.8±12.0	43.8±11.7	36.5±14.0	42.5±11.2	46.5±10.3	41.8±12.8
신장(cm) <sup>‡</sup>		172.6±5.2	169.4±6.4	169.5±4.8	158.7±5.3	158.6±4.7	157.4±4.5
체중(kg) <sup>‡</sup>		66.8±7.3	72.4±11.6	67.0±8.6	57.7±7.5	56.7±5.8	52.5±5.6
기간(달) <sup>‡</sup>			23.6±9.4	182.5±87.9		29.4±10.3	164.5±55.3

<sup>†</sup> 빈도수(백분율)

<sup>‡</sup> 평균±표준편차

기간 : 발증 후 경과 기간

## 2. 호흡 기능 및 공기역학적 특성

호흡 기능을 나타내는 FVC, FEV<sub>1</sub>, 그리고 FEV<sub>1</sub>/FVC과 공기역학적 특성을 나타내는 음압, 평균호기류율, 성문하압, 발성율, 그리고 발성효율에 대한 평균과 표준편차 및 일요인 분산분석의 결과는 (표 2)와 같다.

### 가. FVC

FVC의 평균은 정상군 3.4 l, 성대마비군 3.6 l, 성대구증군 3.1 l로 성대마비군의 FVC는 가장 컸으며, 성대구증군이 가장 작았으나 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다( $p > .05$ ) (표 2).

### 나. FEV<sub>1</sub>

FEV<sub>1</sub>의 평균은 정상군 2.7 l, 성대마비군 2.8 l, 성대구증군 2.6 l로 성대마비군의 FEV<sub>1</sub>은 가장 컸으며, 성대구증군이 가장 작았으나 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다( $p > .05$ ) (표 2).

### 다. FEV<sub>1</sub>/FVC

FEV<sub>1</sub>/FVC의 평균은 정상군 81.2%, 성대마비군 79.1%, 성대구증군이 84.2%로, 성대구증군이 가장 컸으며, 성대마비군에 비해서 유의하게 컸다( $p < .05$ ) (표 2).

#### 라. 음압 (dB)

음압의 평균은 정상군 72.7dB, 성대마비군 72.9dB, 성대구증군 74.9dB로 성대구증군이 가장 컸으며, 정상군이 가장 작았으나 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다( $p > .05$ ) (표 2).

#### 마. 평균호기류율 (MFR)

MFR의 평균은 정상군 110.9ml/sec, 성대마비군 188.9ml/sec, 성대구증군 204.6ml/sec로 성대구증군이 가장 컸으며, 정상군이 가장 작았다. 성대마비군과 성대구증군은 정상군에 비해서 통계적으로 유의하게 컸다( $p < .05$ ) (표 2).

**바. 성문하압 (Psub)**

Psub의 평균은 정상군 53.8mmH<sub>2</sub>O, 성대마비군 97.0mmH<sub>2</sub>O, 성대구증군은 104.5mmH<sub>2</sub>O로 정상군에 비해 성대구증군이 통계적으로 유의하게 높았다(p < .05)(표 2).

**사. 발성지수 (PQ)**

PQ의 평균을 보면 정상군 0.2 l/sec, 성대마비군 0.4 l/sec, 성대구증군 0.3 l/sec로 정상군에 비해 성대구증군이 통계적으로 유의하게 높았다(p < .05)(표 2).

**아. 발성효율 (VE)**

VE의 평균을 보면 정상군  $0.56 \times 10^{-3}$ , 성대마비군  $0.35 \times 10^{-3}$ , 성대구증군  $0.28 \times 10^{-3}$ 로 정상군이 성대구증군보다 통계적으로 유의하게 높았다(p < .05)(표 2).

**표 2.** 집단 간 호흡 기능 검사 및 공기역학적 기능 검사에 대한 측정치 비교

변수 <sup>†</sup>	정상군(n=20)	성대마비군(n=20)	성대구증군(n=21)	p - 값
	평균±표준편차	평균±표준편차	평균±표준편차	
FVC(ℓ)	3.37±0.86	3.59±0.93	3.13±0.67	0.203
FEV <sub>1</sub> (ℓ)	2.73±0.70	2.85±0.78	2.64±0.61	0.652
FEV <sub>1</sub> /FVC(%)	81.15±4.75	79.09±7.89 <sup>c</sup>	84.22±5.83	0.037
음압(dB)	72.73±6.27	72.85±5.18	74.86±4.02	0.347
평균호기류율 (ml/sec)	110.92±26.74	188.87±131.0 <sup>a</sup>	204.60±93.17 <sup>b</sup>	0.004
성문하압(mmH <sub>2</sub> O)	53.81±17.34	96.97±90.21	104.48±45.88 <sup>b</sup>	0.015
PQ(ℓ/sec)	0.17±0.06	0.38±0.36 <sup>a</sup>	0.26±0.14	0.009
VE <sup>‡</sup>	0.56±0.28	0.35±0.29	0.28±0.23 <sup>b</sup>	0.047

<sup>†</sup> FVC : forced vital capacity

FEV<sub>1</sub> : 1-second forced expiratory volume

FEV<sub>1</sub>/FVC : 1초 동안 최대 호기량에 대한 노력성 폐활량의 비율

PQ : phonation quotient

<sup>‡</sup> VE : vocal efficiency; 제시된 수치는 10<sup>-3</sup>을 곱해야 함

<sup>a</sup> 정상군과 성대마비군간의 p < .05, <sup>b</sup> 정상군과 성대구증군간의 p < .05

<sup>c</sup> 성대마비군과 성대구증군간의 p < .05

자. 호흡 기능에 대한 집단 간 동시적 평가

정상군, 성대마비군 그리고 성대구증군 간에 호흡 특성의 동시적 평가를 위해 정상군의 평균에 대한 비로 각각의 측정치를 환산하였다. 정상군을 기준집단으로 하였을 때, 집단 간 호흡의 기능은 (그림 10)과 같다. 성대마비군이 정상군과 성대구증군에 비해 FVC와 FEV<sub>1</sub>는 크지만 FEV<sub>1</sub>/FVC는 적고, 성대구증군은 정상군과 성대마비군에 비해 FVC와 FEV<sub>1</sub>는 적지만 FEV<sub>1</sub>/FVC의 측정치가 증가한 패턴을 보였다.

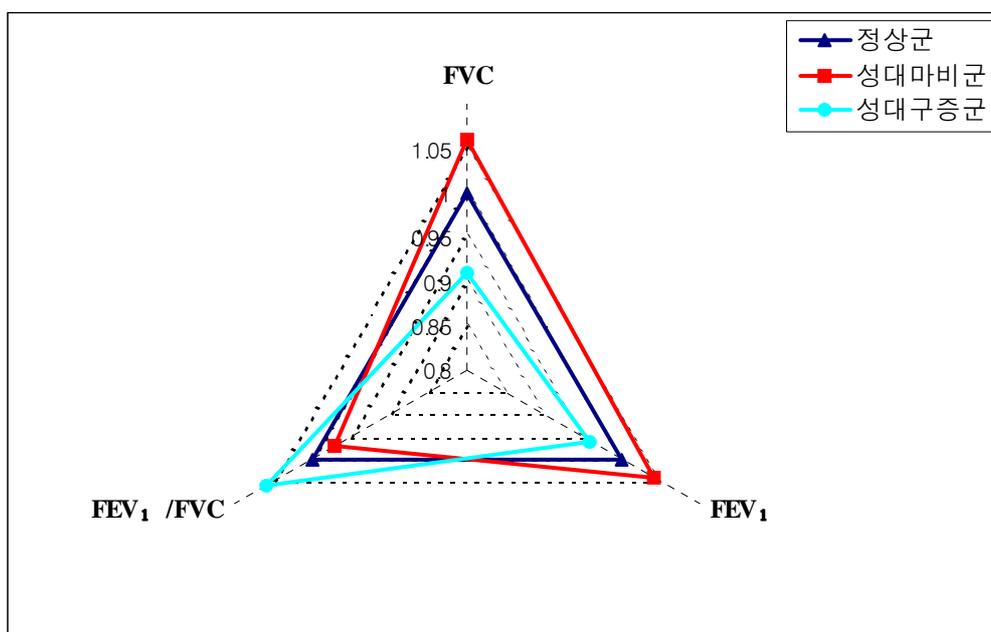


그림 10. 호흡 기능에 대한 집단 간 동시적 평가(정상군 평균에 대한 상대크기)

† FVC : forced vital capacity

FEV<sub>1</sub> : 1-second forced expiratory volume

FEV<sub>1</sub>/FVC : 1초 동안 최대 호기량에 대한 노력성 폐활량의 비율

#### 차. 공기역학적 기능에 대한 집단 간 동시적 평가

정상군, 성대마비군 그리고 성대구증군 간에 공기역학적 특성의 동시적 평가를 위해 정상군의 평균에 대한 비로 각각의 측정치를 환산하였다. 정상군을 기준집단으로 하였을 때, 집단 간 공기역학적 기능은 (그림 11)과 같다. 정상군과 두 환자군 간에는 상이한 패턴을 보였으나, 성대마비군과 성대구증군은 유사한 패턴을 보였다.

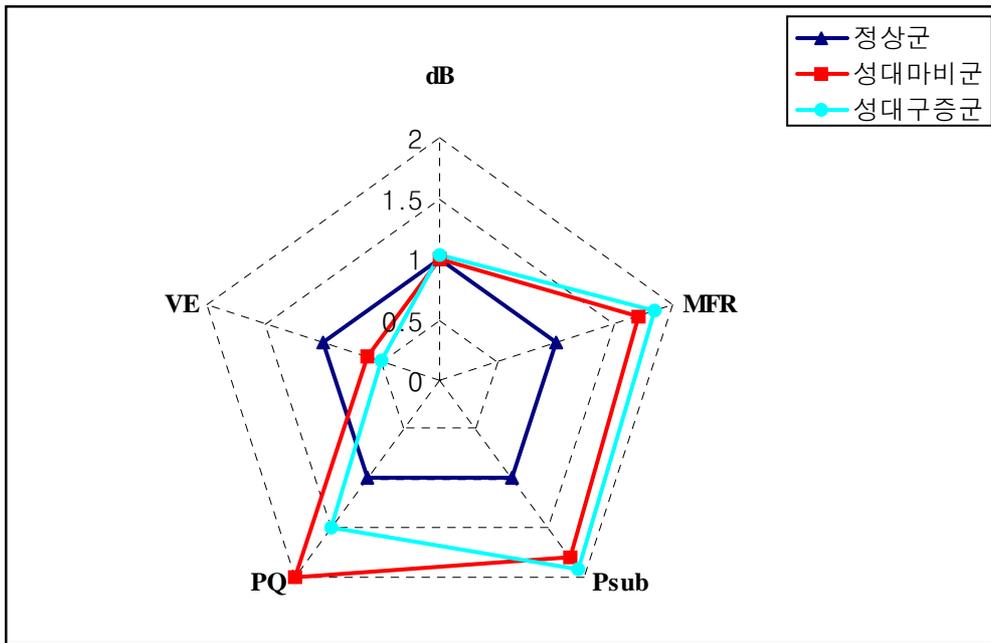


그림 11. 공기역학적 기능에 대한 집단 간 동시적 평가(정상군 평균에 대한 상대크기)  
<sup>†</sup> VE : vocal efficiency, PQ : phonation quotient, Psub : subglottic pressure,  
 MFR : mean airflow rate

### 3. 음향학적 특성

/아/모음 연장 발성 시 f0, jitter, shimmer, NHR, RAP, vF0, vAm, SPI, MPT에 대한 평균과 표준편차 및 일요인 분산분석의 결과는 (표 3)과 같고, pitch range의 결과는 (표 4)와 같다. 그리고 문단 읽기 과제 시 DFx mean, DAx mean, DQx mean, CFx, CAx, 문단 읽기 과제 시 총 소요시간과 호흡 횟수에 대한 평균과 표준편차 및 일요인 분산분석의 결과는 (표 5)과 같다.

#### 가. 모음 발성

##### (1) MPT

모음 /아/에 대한 MPT의 평균을 보면 정상군 21.3초, 성대마비군 13.2초, 성대구증군 14.6초로 정상군에 비해 성대마비군과 성대구증군이 통계적으로 유의하게 낮았다( $p < .05$ ) (표 3).

##### (2) 음도범위 (pitch range)

모음 /아/에 대한 음도범위의 평균을 보면 남자의 경우, 정상군 267.5Hz, 성대마비군 184.4Hz, 성대구증군 229.6Hz로 정상군에 비해 성대마비군이 통계적으로 유의하게 좁았다( $p < .05$ ) (표 4). 여자의 음도범위 평균을 보면, 정상군 306.2Hz, 성대마비군 194Hz, 성대구증군 293.1Hz로 정상군에 비해 성대마비군이 통계적으로 유의하게 좁았다( $p < .05$ ) (표 4).

### **(3) jitter**

모음 /아/에 대한 jitter의 평균을 보면 정상군 0.7%, 성대마비군 3.0%, 성대구증군 2.2%로 정상군에 비해 성대구증군이 통계적으로 유의하게 컸다( $p < .05$ ) (표 3).

### **(4) shimmer**

모음 /아/에 대한 shimmer의 평균을 보면 정상군 3.2%, 성대마비군 7.0%, 성대구증군 6.5%로 정상군에 비해 성대구증군이 통계적으로 유의하게 컸다( $p < .05$ ) (표 3).

### **(5) NHR**

모음 /아/에 대한 NHR의 평균을 보면 정상군 0.2, 성대마비군 0.3, 성대구증군 0.3으로 정상군에 비해 성대마비군이 통계적으로 유의하게 컸다( $p < .05$ ) (표 3).

### **(6) RAP**

모음 /아/에 대한 RAP의 평균을 보면 정상군 0.4%, 성대마비군 1.8%, 성대구  
증군 1.2%로 정상군에 비해 성대마비군이 통계적으로 유의하게 컸다( $p < .05$ )  
(표 3).

### **(7) vFO**

모음 /아/에 대한 vFO의 평균을 보면 정상군 2.4%, 성대마비군 6.1%, 성대구  
증군 7.4%로 정상군에 비해 성대마비군이 변동이 컸으나 통계적으로 유의하지는  
않았다( $p > .05$ )(표 3).

### **(8) vAm**

모음 /아/에 대한 vAm의 평균을 보면 정상군 9.5%, 성대마비군 13.1%, 성대  
구증군 12.6%로 정상군에 비해 성대마비군이 변동이 컸으나 통계적으로 유의하  
지는 않았다( $p > .05$ )(표 3).

## (9) SPI

모음 /아/에 대한 SPI의 평균을 보면 정상군 15.8, 성대마비군 21.3, 성대구증군 21.3으로 정상군에 비해 성대마비군과 성대구증이 컸으나 통계적으로 유의하지는 않았다( $p > .05$ ) (표 3).

**표 3.** /아/모음 연장발성 시 집단 간 MPT와 음향학적 측정치 비교

변수 <sup>†</sup>	정상군(n=20)	성대마비군(n=20)	성대구중군(n=21)	p - 값
	평균±표준편차	평균±표준편차	평균±표준편차	
MPT(sec)	21.3±5.7	13.2±5.3 <sup>a</sup>	14.6±7.1 <sup>b</sup>	0.000
jitter(%)	0.7±0.5	3.0±3.4	2.2 ±1.5 <sup>b</sup>	0.003
shimmer(%)	3.2±1.3	7.0±5.6	6.5±3.8 <sup>b</sup>	0.004
NHR	0.2±0.0	0.3±0.2 <sup>a</sup>	0.3±0.1	0.001
RAP(%)	0.4±0.3	1.8±2.0 <sup>a</sup>	1.2±0.8	0.002
vFO(%)	2.4±0.5	6.1±3.1	7.4±2.5	0.114
vAm(%)	9.5±3.6	13.1±6.1	12.6±5.3	0.056
SPI	15.8±7.0	21.3±9.7	21.3±11.3	0.109

<sup>†</sup> MPT : maximum phonation time, jitter : 주기간 주파수 변동률, shimmer : 주기간 진폭변동률  
 NHR : noise-to-harmonic ratio, RAP : relative average perturbation  
 vFO : fundamental frequency variation, vAm : peak amplitude variation  
 SPI : soft phonation index

<sup>a</sup> 정상군과 성대마비군간의 p < .05, <sup>b</sup> 정상군과 성대구중군간의 p < .05

나. 음향학적 특성에 대한 집단 간 동시적 평가

정상군, 성대마비군 그리고 성대구증군 간에 음향학적 특성의 동시적 평가를 위해 정상군의 평균에 대한 비로 각각의 측정치를 환산하였다. 정상군을 기준집단으로 하였을 때, 집단 간 음향학적 기능은 (그림 12)와 같다. 성대마비군은 성대구증군에 비해 jitter, shimmer, NHR, RAP, vFO가 크고, 성대구증군은 정상군에 비해 jitter, shimmer, NHR이 크게 나타나는 양상을 보였다.

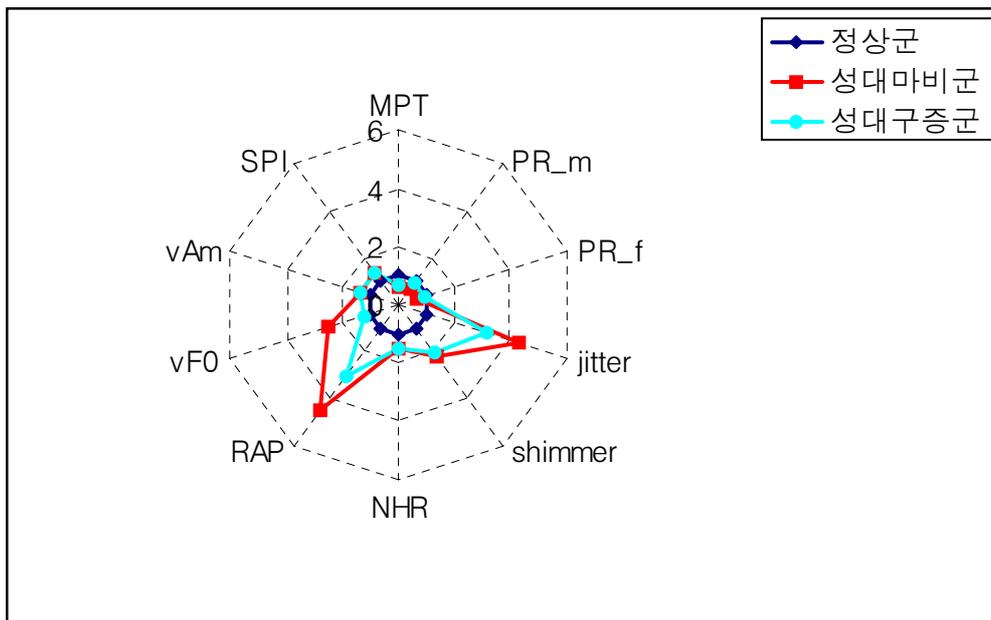


그림 12. 음향학적 기능에 대한 집단 간 동시적 평가(정상군 평균에 대한 상대크기)  
 † MPT : maximum phonation time, PR\_m : pitch range\_male, PR\_f : pitch range\_female, jitter : 주기간 주파수 변동률, shimmer : 주기간 진폭 변동률, NHR : noise-to-harmonic ratio, RAP : relative average perturbation, vFO : fundamental frequency variation, vAm : peak amplitude variation, SPI : soft phonation index

표 4. /아/모음 연장발성 시 집단 간 기본주파수 및 음도범위 비교

변수 <sup>†</sup>	정상군 (n=20)	성대마비군 (n=20)	성대구증군 (n=21)	p - 값
	평균±표준편차	평균±표준편차	평균±표준편차	
f0(Hz)				
남	122.4±9.8	146.0±35.1	146.0±22.9	0.077
여	189.3±9.7	221.4±44.5	217.2±36.2	0.137
pitch range(Hz)				
남	267.5±61.8	184.4±68.0 <sup>a</sup>	229.6±72.2	0.042
여	306.2±91.4	194±61.4 <sup>b</sup>	293.1±104.2	0.011

<sup>†</sup>f0 : fundamental frequency

<sup>a</sup> 다중비교 결과 정상군과 성대마비군간의 p < .05

<sup>b</sup> 정상군과 성대구증군간의 p < .05

## 다. 연속 발화-문단 읽기

### (1) 평균기본주파수분포 (DFx)

문단 읽기에 대한 평균기본주파수분포의 평균을 보면 남자의 경우 정상군 118.0Hz, 성대마비군 139.7Hz, 성대구증군 150.9Hz로 성대구증군 남자가 정상군 남자 보다 넓으며 통계적으로도 유의하였다( $p < .05$ ) (표 5). 여자의 경우, 정상군 186.1Hz, 성대마비군 208.3Hz, 성대구증군 205.0Hz로 정상군에 비해 성대마비군과 성대구증군이 넓었으나 통계적으로 유의하지 않았다( $p > .05$ ) (표 5).

### (2) 평균음성강도분포 (DAx)

문단 읽기에 대한 평균음성강도의 평균을 보면 정상군 63.7%, 성대마비군 71.7%, 성대구증군 69.3%로 정상군에 비해 환자군이 평균음성강도분포가 넓고 통계적으로도 유의하였다( $p < .05$ ) (표 5).

### (3) 평균성문접촉율 (DQx)

문단 읽기에 대한 평균성문접촉율의 평균을 보면 정상군 49.1%, 성대마비군 47.0%, 성대구증군 44.7%로 정상군에 비해 성대구증군의 평균성문접촉율의 정도가 적었고 통계적으로도 유의하였다( $p < .05$ ) (표 5).

#### **(4) 주파수불규칙성 (CFx)**

문단 읽기에 대한 주파수불규칙성의 평균을 보면 정상군 7.3%, 성대마비군 19.0%, 성대구증군 22.7%로 정상군에 비해 성대구증군의 주파수불규칙성의 정도가 더 컸고 통계적으로도 유의하였다( $p < .05$ ) (표 5).

#### **(5) 강도불규칙성 (CAx)**

문단 읽기에 대한 강도불규칙성의 평균을 보면 정상군 7.1%, 성대마비군 6.4%, 성대구증군 6.1%로 정상군에 비해 환자군의 강도불규칙성이 더 적었으나 통계적으로는 유의하지 않았다( $p > .05$ ) (표 5).

#### **(6) 호흡의 횟수 (No. of breath)**

문단 읽기 동안에 호흡 횟수의 평균을 보면 정상군 22.9회, 성대마비군 32.8회, 성대구증군 32.2회로 정상군에 비해 성대마비군과 성대구증군이 더 많은 호흡을 하였고 통계적으로도 유의하였다( $p < .05$ ) (표 5).

표 5. 문단 읽기 시 집단 간 성문접촉율 및 음향학적 측정치 비교

변수 <sup>†</sup>	정상군 (n=20)	성대마비군 (n=20)	성대구중군 (n=21)	p - 값
	평균±표준편차	평균±표준편차	평균±표준편차	
DFx1 (Hz)				
남	118±11.0	139.7±31.1	150.9±28.6	0.025
여	186.1±27.4	208.3±30.0	205.0±29.6	0.171
DFx2 (Hz)				
남	121.1±11.1	144.8±32.6	157.5±31.8	0.018
여	189.6±28.9	211.9±29.8	207.7±33.1	0.211
DQx1 (%)	49.1±3.0	47.0±5.6	44.7 ±5.5 <sup>b</sup>	0.017
DQx2 (%)	49.4±4.5	46.8±1.3	44.3±5.8 <sup>b</sup>	0.014
DAX1	63.7±2.1	71.7±5.6 <sup>a</sup>	69.3±7.7 <sup>b</sup>	0.000
DAX2	65.0±2.4	72.4±5.5	70.3±7.9	0.000
CFx_irreg (%)	7.3±5.6	19.0±19.4	22.7±24.4 <sup>c</sup>	0.022
CAX_irreg (%)	7.1±3.1	6.4±5.1	6.1±4.1	0.744
No. of breath (회)	22.9±5.6	32.8±14.3	32.2 ±13.6 <sup>b</sup>	0.014
duration (sec)	84.5±24.1	91.0±21.6 <sup>a</sup>	84.4±24.1	0.529

<sup>†</sup> DFx1 : first order frequency distribution, DFx2 : second order frequency distribution

DQx1 : first order closed quotient distribution, DQx2 : second order closed quotient distribution

DAX1 : first order amplitude quotient distribution, DAX2 : second order amplitude quotient distribution

CFx\_irreg : pitch crossplot with irregularity score,

CAX\_irreg : amplitude crossplot with irregularity score, No. of breath : number of breath

duration : 전체 '가을' 문단을 읽을 때 소요되는 시간

<sup>a</sup> 정상군과 성대마비군간의 p < .05, <sup>b</sup> 정상군과 성대구중군간의 p < .05

<sup>c</sup> 성대마비군과 성대구중군의 p < .05

라. 성문접촉율 및 음향학적 특성에 대한 집단 간 동시적 평가

정상군, 성대마비군 그리고 성대구증군 간에 문장수준에서 성문접촉율 및 음향학적 특성의 동시적 평가를 위해 정상군의 평균에 대한 비로 각각의 측정치를 환산하였다. 정상군을 기준집단으로 하였을 때, 집단 간 성문접촉율 및 음향학적 특성에 대한 동시적 평가는 (그림 13)과 같다. 성대마비군과 성대구증군이 주파수 규칙성에 관한 분포에서 매우 불규칙한 것으로 나타났다.

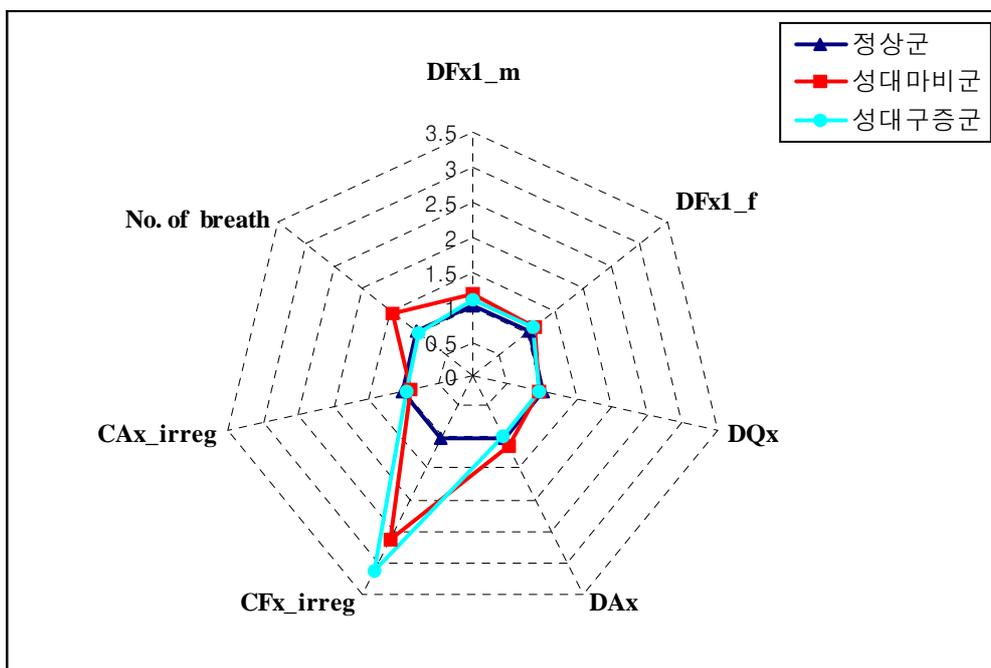


그림 13. 성문접촉율 및 음향학적 특성에 대한 집단 간 동시적 평가(정상군 평균에 대한 상대크기)  
<sup>†</sup>DFx1\_m: first order frequency distribution\_male, DFx1\_f: first order frequency distribution\_female, DQx: first order closed quotient distribution, DAx: first order amplitude quotient distribution, CFX\_irreg: pitch crossplot with irregularity score, CAX\_irreg: amplitude crossplot with irregularity score, No. of breath: number of breath

#### 4. 성문면적과형

정상군, 성대마비군, 그리고 성대구증군의 최대 성문면적, 최소 성문면적, 전반적 성문폐쇄 속도, 전반적 성문개폐 속도에 대한 평균과 표준편차 및 일요인 분산 분석 결과는 (표 6)과 같다.

##### 가. 최대 성문면적 (NPGA)

최대 성문면적의 평균을 보면 정상군 17.1, 성대마비군 13.4, 성대구증군 15.3으로 정상군이 가장 넓었으나 통계적으로는 유의하지 않았다( $p > .05$ ) (표 6).

##### 나. 최소 성문면적 (NBO)

최소 성문면적의 평균을 보면 정상군 0.2, 성대마비군 0.9, 성대구증군 1.0으로 정상군에 비해 성대마비군이, 성대구증군에 비해 성대마비군이 더 넓었으며 통계적으로도 유의하였다( $p < .05$ ) (표 6).

#### 다. 전반적 성문개폐 속도 (GOR)

전반적 성문개폐 속도의 평균을 보면 정상군 180.1, 성대마비군 153.8, 성대구증군 163.3으로 정상군의 전반적 성문개폐 속도가 가장 빨랐고 성대마비군이 가장 느렸으나, 통계적으로는 유의하지 않았다( $p > .05$ ) (표 6).

#### 라. 전반적 성문폐쇄 속도 (GCR)

전반적 성문폐쇄 속도의 평균을 보면 정상군 327.5, 성대마비군 187.9, 성대구증군 259.3으로 정상군에 비해 성대마비군의 전반적 성문폐쇄 속도가 느렸고 통계적으로도 유의하였다( $p < .05$ ) (표 6).

#### 마. 성문접촉속도율 (SQ)

성문접촉속도율의 평균을 보면 정상군 0.53, 성대마비군 0.43, 성대구증군 0.49로 정상군이 가장 빨랐으나 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다( $p > .05$ ) (표 6).

표 6. 집단 간 성문면적 측정치 비교

변수 <sup>†</sup>	정상군(n=20)	성대마비군(n=20)	성대구증군(n=21)	p - 값
	평균±표준편차	평균±표준편차	평균±표준편차	
NPGA(pixel)	17.1±7.2	13.4±5.9	15.3±6.8	0.214
NBO(pixel)	0.2±0.1	0.9±0.4 <sup>a</sup>	1.0±0.3 <sup>b</sup>	0.010
GOR	180.1±76.2	153.8±106.4	163.3±82.5	0.342
GCR	327.5±112.4	187.9±121.3 <sup>a</sup>	259.3±188.9	0.018
SQ	0.53±0.214	0.43±0.341	0.49±0.362	0.607

<sup>†</sup> NPGA : normalized peak glottal area

NBO : normalized baseline offset

GOR : gross opening rate

GCR : gross closing rate

SQ : speed quotient

<sup>a</sup> 정상군과 성대마비군간의 p < .05, <sup>b</sup> 정상군과 성대구증군간의 p < .05

바. 성문면적에 대한 집단 간 동시적 평가

정상군, 성대마비군 그리고 성대구증군 간에 성문면적 특성의 동시적 평가를 위해 정상군의 평균에 대한 상대적 비로 각각의 측정치를 환산하였다. 정상군을 기준집단으로 하였을 때, 집단 간 성문면적에 대한 동시적 평가는 (그림 14)과 같다. 성문이 닫혔을 때의 성문의 틈은 정상군에 비해서 두 환자군은 상이한 패턴을 보였고, 성대마비군과 성대구증군은 유사한 패턴을 보였다.

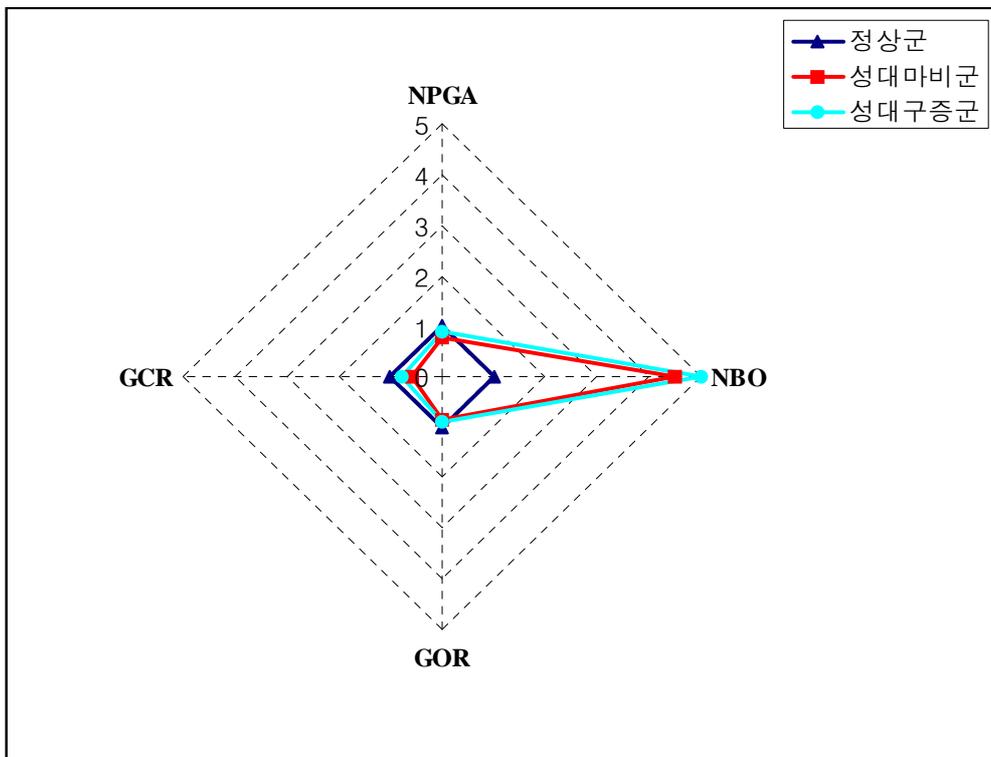


그림 14. 성문면적에 대한 집단 간 동시적 평가(정상군 평균에 대한 상대크기)

† NPGA : normalized peak glottal area, NBO : normalized baseline offset; 표준화된 기본 성문면적, GOR : gross opening rate, GCR : gross closing rate

## 5. 청지각적 평가

정상군, 성대마비군, 그리고 성대구증군의 음성의 종합적인 이상도 혹은 애성도를 나타내는 grade와, rough, breathy, strained, asthenic을 평정한 것에 대한 평균과 표준편차는 (표 7)과 같고, 음질에 대한 청지각적 평가와 음향학적인 측정치와의 상관관계 결과는 (표 8)과 같다.

grade와 rough 척도에 대해 좀 더 자세히 살펴보면, 통계적으로 유의한( $p < .01$ ) 양의 상관관계를 보인 음향학적인 변수는 jitter, shimmer, RAP, vF0, vAm, NHR이었다. Breathy의 경우 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 보인 음향학적인 변수는 jitter, shimmer, RAP, vF0, vAm, NHR, SPI이었다. Asthenic와 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 보인 음향학적 변수는 jitter, RAP, SPI이었다. Strained과 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 보인 음향학적인 변수는 shimmer, vF0이었다.

**표 7.** 집단 간 GRBAS 평정 비교

변수	정상군 (n=20)	성대마비군 (n=20)	성대구증군 (n=21)	p - 값
	평균±표준편차	평균±표준편차	평균±표준편차	
grade	0.12±0.22	1.71±0.70	1.83±0.62	0.000
rough	0.10±0.20	1.02±0.68	1.14±0.91	0.000
breathy	0.07±0.18	1.53±0.76	1.61±0.47	0.000
asthenic	0.00±0.00	0.88±0.74	0.63±0.69	0.000
strained	0.02±0.11	0.00±0.00	0.17±0.37	0.039

표 8. 음향학적인 변수와 청지각적인 변수와의 상관관계

	음향학적 변수							청지각적 변수				
	jitter	RAP	vF0	shimmer	vAm	NHR	SPI	grade	rough	breathy	asthenic	strained
음향학적 변수												
jitter		.992**	.499**	.784**	.562**	.482**	-.080	.503**	.477**	.507**	.405**	.102
RAP			.513**	.788**	.571**	.450**	-.079	.502**	.495**	.508**	.396**	.111
vF0				.774**	.647**	.225	-.034	.411**	.590**	.358**	-.015	.495**
shimmer					.798**	.401**	-.096	.555**	.651**	.514**	.245	.319*
vAm						.294*	-.026	.418**	.576**	.370**	.148	.184
NHR							-.058	.435**	.412**	.379**	.220	.233
SPI								.220	-.021	.282*	.303*	-.081
청지각적 변수												
grade									.786**	.966**	.682**	.271*
rough										.691**	.235	.393**
breathy											.726**	.201
asthenic												-.104
strained												

jitter : 주기간 주파수 변동률, shimmer : 주기간 진폭 변동률, NHR : noise-to-harmonic ratio RAP : relative average perturbation  
vF0 : fundamental frequency variation, vAm : peak amplitude variation, SPI : soft phonation index, \* p < 0.05, \*\* p < 0.01

## 6. 후두스트로보스코피에 대한 주관적인 평가

정상군, 성대마비군 그리고 성대구증군의 후두스트로보스코피에 대한 성문 폐쇄, 상후두 활동, 성대 접근의 수직레벨, vocal fold edge, 강도, 접막 파동, 진동하지 않은 부분, phase closure, 대칭성 측면을 평정하였고, 각 측정 변수에 대한 평균과 표준편차는 (표 9)와 같다. 그 결과, 정상군에 비해 성대구증군의 후두스트로보스코피 점수가 높았고 통계적으로도 유의하였다( $p < 0.05$ ).

표 9. 집단 간 후두스트로보스코피에 대한 주관적인 평가

변수	정상군 (n=20)	성대마비군 (n=20)	성대구증군 (n=21)	p - 값
	평균±표준편차	평균±표준편차	평균±표준편차	
stroboscopic finding	2.0±2.3	2.9±2.3	3.1±2.4 <sup>a</sup>	0.005

<sup>a</sup> 정상군과 성대구증군간의  $p < .05$

## 7. 성문면적 · 호흡 · 발성 특성에 대한 동시적 평가

정상군, 성대마비군 그리고 성대구중군 간에 성문면적 · 호흡 · 발성 특성의 동시적 평가를 위해 정상군의 평균에 대한 비로 각각의 측정치를 환산하였다. 정상군을 기준집단으로 하였을 때, 성문면적에 대한 측정치, 호흡에 대한 측정치 및 공기역학적 측정치, 성문접촉율 및 음향학적 측정치에 대한 환산치는 (부표 6)에 제시하였다. 총 29개의 변수들 중에서 집단간 유의한 차이를 보였던 변수들은 18개였고, (그림 15)에 제시하였다. 정상군에 비해 두 환자군이 MFR, Psub, PQ, shimmer는 조금 증가한 패턴을 보였고, jitter, RAP, CFx\_irreg, NBO는 뚜렷한 증가 패턴을 보였으며 그 증가 패턴이 유사하였다. 뚜렷한 증가 패턴을 보였던 네 개의 변수들 중에서 CFx\_irreg와 NBO는 성대구중군이 성대마비군보다 조금 더 증가한 양상을 보였지만, jitter와 RAP는 성대마비군이 성대구중군보다 현저한 증가 양상을 보였다.

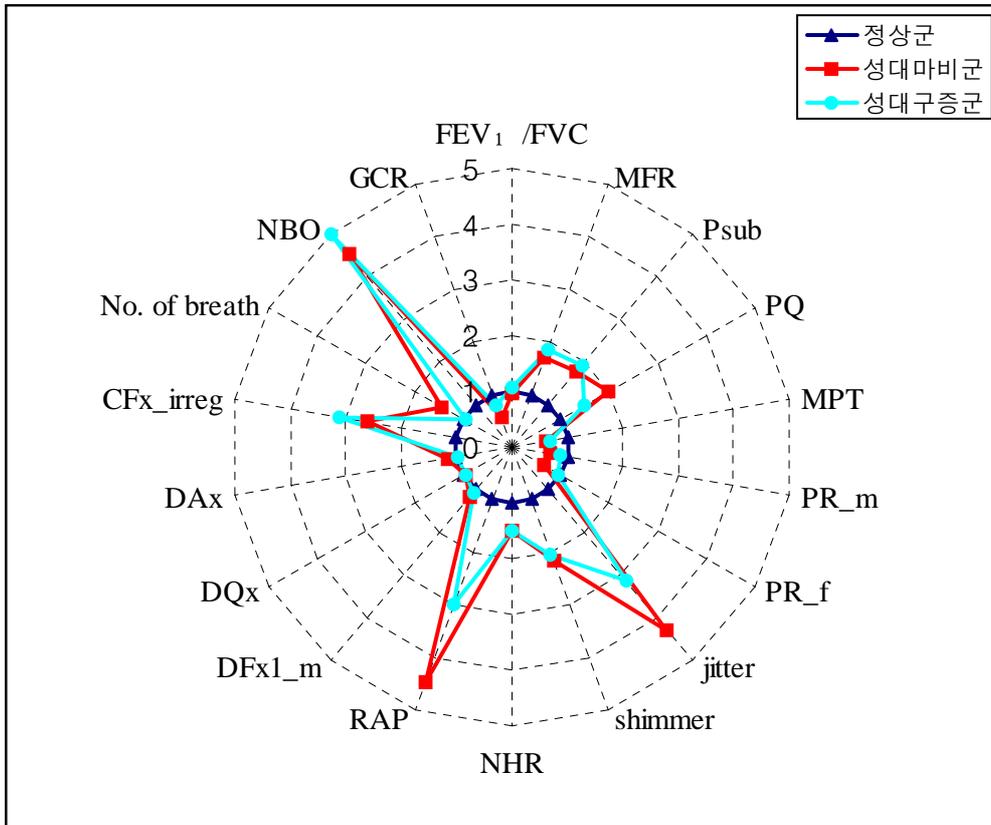


그림 15. 성문면적·호흡·발성에 대한 집단 간 동시적 평가(정상군 평균에 대한 상대크기)

†FEV<sub>1</sub>/FVC: 1초 동안 최대 호기량에 대한 노력성 폐활량의 비율, PQ:phonation quotient, Psub: subglottic pressure, MFR: mean airflow rate, MPT: maximum phonation time, PR<sub>m</sub>: pitch range<sub>male</sub>, PR<sub>f</sub>: pitch range<sub>female</sub>, jitter: 주기간 주파수 변동률, shimmer: 주기간 진폭 변동률, NHR: noise-to-harmonic ratio, RAP: relative average perturbation, SPI: soft phonation index, DFx1<sub>m</sub>: first order frequency distribution<sub>male</sub>, DQx: first order closed quotient distribution, DAX: first order amplitude quotient distribution, CFx<sub>irreg</sub>: pitch crossplot with irregularity score, No. of breath: number of breath, NPGA: normalized peak glottal area: 표준화된 최대 성문면적, NBO: normalized baseline offset: 표준화된 기본 성문면적, GOR: gross opening rate: 전반적 성문 개폐속도, GCR: gross closing rate: 전반적 성문 폐쇄속도

## IV. 고 찰

본 연구는 성문폐쇄부전의 원인이 다름에도 불구하고, 음성피로, 쉼 목소리, 약한 목소리가 공통적으로 나타나는 성대마비군과 성대구증군을 대상으로 하였다. 두 환자 집단의 호흡 기능, 성문면적파형, 그리고 발성 특성에 대하여 탐색하고 환자 집단 간 차이와 호흡 기능, 성문면적파형, 그리고 발성 특성 간의 관련성을 알아보는 것을 목적으로 하였다. 먼저, 성대마비와 성대구증에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

성대마비는 후두질환 중 대표적인 신경학적 질환이다. 성대마비는 크게 중추성과 말초성으로 나눌 수 있는데 중추성 마비는 뇌실질내 혹은 뇌간의 병변으로 인하여 발성이나 마비말장애 뿐 아니라 흔히 다른 신경학적인 문제를 동반한다. 일반적으로 임상에서 만나는 협의의 성대마비는 말초성 마비를 지칭하는데 원인에 따라 상후두신경마비와 되돌이후두신경마비(recurrent laryngeal nerve)가 각각 혹은 동시에 발생할 수 있다.<sup>90</sup> 성대마비의 원인별 빈도는 보고자마다 다르지만 최근 들어 갑상선 종양수술, 심장수술 등 의인성 마비가 증가하는 추세이다. 이외 경부 외상, 신경성 질환, 악성종양의 침범 등의 가능성이 있으며 원인 미상의 성대마비도 상당 부분을 차지한다. 상후두신경마비 증상은 무증상으로부터 저음, 발성 시 피로감, 단조로운 음성, 고음 장애 등 매우 다양하게 나타나지만 대개 심한 음성 장애는 나타나지 않는다. 되돌이후두신경마비는 원인미상, 갑상선수술 및 악성종양에 의한 경우가 대부분이다. 일측성 되돌이후두신경마비 환자의 주 증상은 성문폐쇄부전에 의한 쉼 목소리이며 가끔 흡인이 발생하기도 한다.<sup>6,26</sup> 성대마비로 음성 장애와 흡인의 정도가 비교적 심하지 않은 경우에는 손상된 성대의 기능회복을 기대할 수도 있고, 손상 성대의 기능이 회복되지 않을 경우에는 건측 성대의 보상작용을 기대할 수도 있기 때문에 6개월 내지 1년간은 그냥 관찰할 수도 있다. 성대마비로 음성이 문제가 생긴 환자에 대해서는 약물적 처치보다는 수술적 처치에 주로 의존하는데, 이러한 처치에 선행하거나 후행하여 음성 치료를 시도해 볼 수도 있다.<sup>78-81</sup> 이러한 환자들에게 음성 치료를 실시할 때 음성 치료는 대개

두 개의 목표를 가지고 치료를 시작한다. 한 가지는 정상적으로 기능하는 성대의 기능을 강화시키는 데 있으며, 다른 하나는 발성 시 공기사용의 효율성을 증가시키는 데 있다. 정상적인 성대의 기능 강화를 위해서 밀기 접근법, 차폐, 흡기 발성, 머리 돌리기(head turning), half-swallow 등의 방법을 이용한다. 발성 시 공기 사용의 효율성 증가를 위해서 호흡 훈련을 실시한다.<sup>27</sup>

한편, 성대구증은 성대의 상처가 성대인대에 붙어 있어, 발성 시에 진동하여 후두음을 만드는 suerficial lamina propira가 없거나 얇아져 있어, 음성 산출에 어려움을 보이거나 비정상적인 음성이 만들어지는 상태를 말한다.<sup>9</sup> 이 경우 성문 폐쇄기에 폐쇄부전을 보이며, 진동 진폭이 감소하고 점막 파동이 작아지며 성대구 부위에서 점막 파동이 단절되는 소견을 보인다.<sup>6,28</sup> 성대구증의 발생 원인은 아직 잘 밝혀져 있지 않다. 후두의 크기가 성인의 크기로 자라는 시기인 사춘기 때 나타나는 발달적인 장애라는 주장도 있다. 또 하나의 견해는 성대의 출혈이나 성대 낭종(cyst)이 터진 것이 오래된 결과로 생긴다는 것이다. 이들은 출혈이나 낭종이 터진 후에 상처가 치유되는 과정에서 성대가 오그라들고 딱딱해지게 되고, 이런 것이 성대구를 생기게 하는 원인이 된다고 주장한다.<sup>6,9</sup> 이러한 성대구로 인해 생리적, 음향학적, 기류역학적 변화가 나타나며, 심한 쉿소리와 같은 목 쉿 목소리와 함께 약한 소리가 특징이며, 음성 피로와 힘들어서 음성<sup>3</sup>을 낸다. 남자 성대구증인 경우 때때로 전화통화에서 목소리의 음도가 높아서 여자로 잘못 인식될 때도 있다. 기식성 음성은 불완전한 성문폐쇄로 성문 틈새로 공기가 유출되면서 소용돌이 기류를 만들고 이러한 불규칙한 기류의 움직임은 공기를 진동시켜 마찰음으로 들리게 되는 것이다. 성문 틈새로 흐르는 공기의 불규칙한 흐름은 성대를 건조시켜 음성의 피로감과 통증을 유발하는 원인이 될 수 있다.<sup>6</sup> 성대구증은 양측성 또는 일측성으로 발생할 수 있으며 그 길이 및 깊이는 다양하다. Ford 등(1996)<sup>6</sup>은 성대구증을 임상적으로 3가지 유형으로 분류한 바 있다. 제 1 형은 노화과정에서 나타나는 생리적인 현상에 속하고, 제 2 형과 제 3 형은 병리적인 경우이다.<sup>6</sup> 성대구증의 발생 원인은 아직 분명하지 않으나 선천적 및 후천적 가설이 대립되고 있다.<sup>6,8</sup> 성대구증의 치료는 성문폐쇄부전을 교정하기 위해 수술치료를 시행하거나 성대 이물질 주입법, 음성 치료 등이 있다. Suerficial lamina propira의 재건을

목표로 하는 수술적 처치로는 성대구절제술(sulcussectomy)과 함께 지방 이식(fat implantation), 근막 이식(fascia graft), 하이알루로닉산 주입법(hyaluronic acid injection) 등이 있으나 단일한 치료방법으로 음성을 개선시키는 데는 한계가 있음이 보고 되고 있다.<sup>29,30</sup>

성대마비와 성대구증 집단의 호흡 기능, 성문면적과형, 그리고 발성 특성에 대하여 탐색하고 환자 집단 간 차이와 호흡 기능, 성문면적과형, 그리고 발성 특성 간의 관련성을 알아보았고 연구 결과들을 호흡 기능 및 MPT, 역학적 특성, 모음 연장 과제에서의 음향학적 특성, 문단 읽기 과제에서 성문접촉률 및 음향학적 특성, 성문면적과형의 차이, 청지각적 평가의 차이, 그리고 후두스트로보스코피 결과에 대한 주관적인 평가 차이의 순서로 논의해 보고자 한다.

## 1. 호흡 기능 및 MPT

음성의 에너지원이 되는 것은 폐에서 나오는 호기류이므로 호기류가 적당한 압력으로 후두에 공급되는 것이 발성의 제 1 조건이다.<sup>82-87</sup> 발성 기능 검사의 일환으로 호흡 기능 검사가 행해지는 것은 주로 이 호기류가 적절하게 공급되는지의 여부를 보기 위함이다. 다시 말하면 폐기능 전체의 평가가 필요할 뿐 아니라 폐기능의 일면인 환기 기능의 평가가 문제가 되는 것이다.<sup>1</sup>

호흡과 발성 간의 관계는 발성을 위하여 성대의 진동이 시작하기 위한 최소한의 압력을 생성하는 것이며<sup>31</sup> 호흡의 지지와 후두 근육 간의 균형이 없이는 성대 진동이 유지될 수 없다. 후두는 발성할 때 성대가 부드럽게 접촉하는 동안 호기를 연장시키는 역할을 한다. 음성 질환의 음성 산출에 있어서 성대 진동의 불규칙성이나 불완전한 성문폐쇄는 호흡 기관과 후두 기관 간의 효율적인 호기류의 사용에 방해가 받게 된다.<sup>32,33</sup> 높은 호기류율은 후두 밸브 기능의 문제를 나타내며 높은 성문하압은 증가된 노력성 호흡의 지표가 된다.

불완전한 성문폐쇄는 성문폐쇄의 정도에 따라 다르지만 일반적으로 MPT의 감소 및 증가된 평균호기류율, 감소된 성문하압, 발화 중 호기 소모의 특징을 보인다.<sup>10,11</sup> 불완전한 성문폐쇄는 성문폐쇄의 정도가 정상 음성의 범위 이내에 있는 성대마비 환자나 성대구증 환자라도 노력성 발성 및 음성 피로, 음성 사용 시의 목의 통증 등을 호소하며<sup>11</sup> 불완전한 성문폐쇄를 보상하기 위해 가성대(false vocal folds)와 같은 성문상부(supraglottic structure)활동 증가를 보인다.<sup>34</sup>

말을 할 때 개인 간 사용되는 호기량은 다양하지만, 보통 전체 폐용량 중 10 ~ 20%의 매우 적은 양을 필요로 한다.<sup>35</sup> Aronson<sup>35</sup>은 호흡 질환은 음성 질환의 원인이 될 뿐 아니라, 후두와 성문상 근육의 지나친 수축이나 약화된 수축에 기인한 음성 질환에 의해서도 호흡 질환이 발생한다고 하였고, Wilson<sup>36</sup>도 호흡은 음성 질환에 기여하는 요소로서 호흡의 기능을 파악하는 것이 중요하다고 언급하였다. 또한 음성 질환자들은 음성 산출 동안 호흡의 부족을 느끼거나 호흡의 피로를 호소하기도 한다. LaBlance 등<sup>37</sup>은 음성 장애 환자들에게 나타나는 호흡 조절의

문제는 잔여 공기에서 말하는 것과 관련이 있다고 보았으며, 전형적인 특징은 발성 개시 이전에 폐용적(lung volume)의 대부분을 호기하는 경우라고 하였다. 잔여 공기에서 말을 하게 되면 후두의 긴장 증가, 발성 시간 감소, 강도의 변이, 음도의 증가, jitter 와 shimmer의 증가와 같은 음질의 변화를 초래하게 된다. 이런 측면에서, 본 연구 결과 두 환자 집단이 정상에 비해 jitter 와 shimmer의 증가를 보인 것은 잔여 공기의 부족과도 관련성이 있다고 볼 수 있겠다.

이런 관점에서 보면, 두 환자 집단에서 호흡이 부족하다고 말할 수 있고, 음성 치료 시에 호흡의 중요성이 강조되어야함을 뒷받침한다. 최근 많은 음성 치료 기법 중 호흡의 지지와 음성 산출의 하부 체계의 균형을 목표로 하는 총체적인 음성 치료(holistic voice therapy)<sup>38</sup>가 강조되고 있는 데, vocal function exercises, 액센트 기법(accent method), 공명 음성 치료(resonant voice therapy)<sup>39,40</sup> 및 리실버만 음성 치료(Lee Silverman Voice Treatment, LSVT)와 같은 기법들이 그것이다. 성대마비군과 성대구증군의 경우 MPT가 짧고, 평균 호기류율이 증가하는 경향이 있다. 그러므로 성대마비군과 성대구증군의 호흡 기능 평가는 발성 단계를 이해하는데 중요한 단서가 될 것이고 좀 더 총체적인 음성 치료에 효율성을 증가시킬 수 있을 것이다.

임상적으로 음성 질환자의 호흡 기능의 평가의 중요성이 많이 논의되어져 왔다.<sup>89</sup> 호흡 기능의 일반적인 평가는 폐용적, 호기류, 압력 등에 대한 것을 평가한다.<sup>13,41-44</sup> 그러면, 호흡 기능을 어떻게 평가할 수 있을까? 이렇게 다양한 여러 개의 호흡기능의 평가 방법들 중에서 본 연구에서는 폐의 환기 기능에 대한 기초적인 평가만을 실시하였다. 폐기능 검사라는 것은 폐에 출입하는 공기의 양과 속도를 spirometer에 의해 호흡곡선으로 그려 측정하는 것으로 spirometer가 오래 동안 사용되어 왔다. spirometer는 환자의 성별, 나이, 신체조건을 입력하여 폐의 환기 기능 검사법의 항목 중, 폐활량이나 예비호기량, 1회 환기량, 예비호기량 등을 측정할 수 있다. 최근에는 소형 컴퓨터를 내장하여, 각종 지표치(forced vital capacity, FVC; 1 second forced expiratory volume, FEV<sub>1</sub>; 1 second forced expiratory volume/forced vital capacity, FEV<sub>1</sub>/FVC; forced expiratory

flow, FEF; peak expiratory flow, PEF)의 계산을 자동적으로 표시하는 이른바 전자 spirometer가 환기 기능검사장치의 주류를 이루고 있다.

환기 기능의 이상에 기인하여 음성 장애가 일어나는 경우, 최초에 나타나는 증상은 발성, 발화의 지속이 어려워지는 것이다. 긴 발화를 단숨에 발화할 수 없어서 자주 숨을 쉬게 된다. 실제, 성대마비 혹은 성대구증 환자들이 음성클리닉을 방문하면 말을 할 때 숨이 차다는 호소를 많이 하는 경향이 있다. 그러나 이런 현상이 호흡 자체의 문제인지 혹은 성대 조절 능력의 문제인지 또는 두 수준 모두의 문제인지가 명확하지 않다. 따라서 그 원인을 규명하는 것이 음성 장애의 진단, 치료 및 예후 측정에 좋은 정보를 제공할 수 있다.<sup>36</sup>

이를 위하여 본 연구에서는 폐활량계를 이용하여 FVC, FEV<sub>1</sub>, 그리고 FEV<sub>1</sub>/FVC을 측정하여 폐의 환기 기능에 대한 기초적인 평가를 실시하였다. 그 결과 FVC와 FEV<sub>1</sub>은 세 집단간 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다. FEV<sub>1</sub>/FVC은 성대구증군이 성대마비군에 비해서 통계적으로 유의하게 컸으나 성별과 연령을 통제했을 때는 FEV<sub>1</sub>/FVC이 정상군에 비해 성대마비군이나 성대구증군이 통계적으로 유의하게 낮지 않은 것으로 보아 정상군, 성대마비군 그리고 성대구증군 간에 폐의 환기 기능은 유사하다고 할 수 있다. 그러므로 성대마비 혹은 성대구증 환자들이 호흡 부족을 호소하는 것은 호흡 기능의 문제는 아니라고 해석 할 수 있겠다.

말을 할 때 성대마비와 성대구증 환자들이 숨이 차다고 호소하는 할 때, 평가에서 MPT의 단축이 또한 좋은 지표가 된다. MPT는 호흡과 성대 수준에서의 호기류를 조절하는 능력을 모두 반영해 준다. 폐활량의 크기와 발성지속시간 사이에는 직접적인 연관성이 있다.<sup>13</sup> 즉 5 리터의 폐활량을 가진 사람에서 15초의 MPT는 비록 정상 범위 내에 있다하더라도 300 ml/sec 이상의 공기를 사용하는 것이므로 비정상적이라 할 수 있다. 따라서 폐활량을 함께 측정하는 것이 타당하리라 생각된다. 이렇게 함으로써 성대마비군과 성대구증군이 보이는 짧은 MPT가 호흡 기관과 발성 기관 중 어느 기관에 문제가 있는지를 알 수 있게 해줄 뿐만 아니라, 발성 기관이 호기류를 조절하는 능력에 대한 정보도 얻을 수 있게 해줄 것이다.

MPT의 측정은 발성의 능력이 있는 측면을 간편하게, 어느 정도 정량적으로

알기 위한 방법으로 널리 이용되고 있는 검사이다. 이 방법의 기본은 피검자에게 최대흡기를 시킨 후, 일정한 높이, 세기로 가능한 한 오래 지속발성을 하게 하여 그 지속 시간을 측정하는 것이다. 이 방법은 특별한 기구를 사용하지 않고 호흡, 후두조절을 포함하는 음성 지속의 최대능력을 알기 위한 방법으로 일상생활에 필요한 발성의 능력의 장애가 있는지의 여부를 아는 하나의 기준이 된다. 그러므로 음성 장애의 치료효과를 객관적으로 판정하는 데에도 도움이 된다. 또 성문에 있어서 호기가 어느 정도 효율적으로 음성의 음원으로 변환되는가를 어느 정도 정량적으로 추정하는 데에 도움이 된다고 판단된다.<sup>1</sup>

발성의 원동력은 폐에서 나오는 공기의 흐름이다. 폐에서 나온 공기의 양과 압력이 감소할지라도, 안정상태의 호흡이나 발성에는 큰 문제를 보이지 않을 수 있다. 그러나 오랜 시간 동안 발성을 지속하기 위해서는 발성지속을 위한 공기의 양과 압력이 필요하다. 만일 발성 시 성대가 닫혀야 할 시점에서 성대가 완전히 닫히지 않아 성문 사이의 면적이 넓어지면, 폐에서 나오는 공기의 소모 속도는 빨라진다.<sup>45,46</sup> 그러므로 발성지속시간이나 한 호흡당 음질의 수도 역시 감소한다.<sup>35</sup>

Kent 등<sup>23,47</sup>의 연구에 의하면, MPT 과제 측정에서 /이/, /우/ 등의 모음은 가끔 사용하기도 하지만, 전통적으로는 /아/ 모음을 사용한다고 한다.<sup>50</sup> 또한 Kreul(1972)의 연구<sup>48</sup>에서는 입을 여는 정도가 더 큰 모음일수록 연장발성이 더 어렵다는 가정 하에, /아/, /오/, /이/ 모음의 MPT를 비교하였다. 그 결과, 입을 연 정도가 가장 작은 /이/ 모음의 MPT가 가장 길고, 입을 연 정도가 가장 큰 /아/ 모음의 MPT가 가장 짧은 것으로 나타났다.

Lewis 등(1982)의 연구<sup>49</sup>에서는 MPT를 측정할 때 20번의 시행을 거쳐야만 최대수행을 보인다고 하였다. 그러나 과제에 대한 지시가 충분하다면 시행 횟수가 많지 않더라도 원하는 결과를 얻을 수 있다는 연구들이 많다. 또한 Sawashima의 연구<sup>24</sup>에서는 연구대상에게 적절한 지시를 제공하고 연습하도록 하였다면 세 번의 시도가 충분하다고 하였다. 본 연구에서는 /아/ 모음을 사용하여 MPT를 측정하였다. MPT의 평균을 보면 정상군 21.3초, 성대구증군 14.6초, 성대마비군 13.2초로 정상군에 비해 성대마비군과 성대구증군이 통계적으로 유의하게 짧았다. 앞에서 살펴본 바와 같이 호흡 능력에는 세 집단 간에 통계적으로 유의한 차이점이

없었으나 MPT는 성대마비군과 성대구증군이 정상군에 비해 통계적으로 유의하게 짧은 것은 호흡의 문제라기보다는 성대 수준에서 성대의 벨브의 문제에 기인된 것이라고 추론할 수 있겠다. 그러므로 MPT를 정상 수준으로 연장하기 위해서는 성문을 닫을 수 있고, 성대 진동으로서 성문을 통과하는 호기류를 적절히 잘 끊었다 열었다하는 성대 벨브 기능을 증대시킬 수 있는 음성 치료 혹은 수술적인 치료가 필요하다는 것을 시사한다.

## 2. 공기역학적 특성

앞서 성대마비군과 성대구증군은 호흡 기능에는 문제가 없음을 알았다. 그러면 이런 환자들이 호소하는 호흡 부족의 원인을 파악하기 위해서는 후두 조절의 기능을 알아보는 과정이 필요하다고 할 수 있다. 이것은 호흡 기관을 통하여 생성된 공기를 발성 기관을 거쳐 음성 신호로 전달되는 정보를 파악함으로써 가능할 수 있으며 공기역학적 평가를 통하여 알아 볼 수 있다. 공기역학적 검사는 폐에서 나오는 호기류가 발성 시에 성문에서 어떻게 조절되는가를 평가하는 것이다. 각 측정치들은 단독으로 나타내는 단순 변수들과 여러 변수들을 종합적인 측면에서 평가하는 복합 변수들로 나눌 수 있다.

단순 변수들에는 일반적으로 폐에서 나오는 MFR, 성문하압, 성문상압, 음압 등을 측정하여 이 수치를 객관적으로 표시하는 것들이 있다. 호기류율은 일정 시간 내에 단위면적을 통과하는 기류량의 평균치라는 의미로 사용되고 있다. 이들 수치들은 발성 시에 성문폐쇄능력의 변화를 상당히 충실하게 반영하므로 발성 중의 후두조절의 상황을 알기 위한 지표로서 매우 유용하다.<sup>27,51-53</sup> 복합 변수들에는 음성효율이나 발성율이 있다.<sup>54</sup> 단순 변수들인 소리의 강도, 성문하압, 호기류율을 동시에 측정하기 위해서 가장 직접적이면서 신뢰성이 높은 측정법은 기관내 천자법이다. 하지만 이 방법은 침습적이고 환자에게 많은 부담을 주게 된다. 또 성문을 통하여 소형의 압력 변환기를 삽입하는 방법이 있으나 자연스러운 발성을 기대하기가 어렵고 기기의 사용도 용이하지 않다. 반면에 기류저지법 (airway interruption test)은 기관내 천자 법처럼 성문하압을 직접적으로 기록하는 것은 아니고 지속 발성 중의 어떤 짧은 시점의 호기압을 측정하는 것이다. 폐로부터 나온 하기도의 기류저항을 거쳐 성문하에 도달하게 되므로 기류저지법에 의해 측정되는 호기압이 성문하압과 완전히 일치하지는 않는다. 그러나 Bonhuys 등<sup>55</sup>의 보고에 의하면 정상인의 경우 폐포부터 성문하까지의 저항은 무시하여도 좋을 만큼 적은 양이므로 하기도의 기류저항에 변화가 없는 한 폐에서 방출되는 호기압으로 성문 하압을 대치하여 사용 가능하다고 하였다. 기류저지법은 직접적인 방법은 아

나 비침습적이며 동시에 여러 검사를 간단히 시행할 수 있는 간편한 검사법으로 현재 많은 기관에서 사용하고 있다. 공기역학 검사에 널리 사용되는 Phonatory function analyzer(Nagashima Ltd. Model PS 77H, Tokyo, Japan)는 기류저지법을 이용한 간접적인 검사방법으로 발성시의 성문하압과 평균 호기류율, 음압 및 기본주파수를 동시에 측정할 수 있는 장점을 가지고 있다.

성문폐쇄부전 환자를 대상으로 공기역학적 평가를 실시한 연구들 중에서 최홍식 등(1998)<sup>5</sup>과 Omori(1997)<sup>15</sup>의 연구에 의하면, 일측성 성대마비 환자와 성대구증 환자의 경우 평균호기류율(mean flow rate, MFR)이 정상에 비해 유의하게 증가했다고 보고한 바 있다. Sundberg 등(1987)<sup>56</sup>은 폐 용량이 적을 때 보다 많을 때 성문하압이 증가하고 공기흐름의 세기가 증가하며, 성문접촉율이 감소하고, 성문에서의 공기 유출이 증가하며, 성문면적이 비교적 커진다는 것을 밝혀냈다. 그러므로, 공기 흐름을 측정한다는 것은 성문이 어느 정도 좁아져 있는지를 알 수 있게 해주는 유용한 계측이다.<sup>57</sup> 한편, Solomon 등(2000)<sup>58</sup>은 정상 성인을 대상으로 호흡과 발성이 MPT에 미치는 영향에 대한 연구에서 MPT는 폐활량과 상관관계는 없지만, MPT가 길었던 사람들은 자신의 폐활량의 90%까지 사용한다고 보고하였다. 남도현 등(2003)<sup>59</sup>의 연구에 의하면, 호흡훈련 프로그램으로 호흡근력을 강화시켜주는 훈련을 하면 폐기능의 변화는 관찰할 수 없었지만 MPT는 훈련 전에 비하여 유의하게 증가되었다고 보고하였다.

본 연구에서 공기역학적 검사의 단순 변수들의 결과 중 음압은 정상군, 성대마비군, 그리고 성대구증군 간을 구분해주지 못했다. MFR의 평균의 경우, 성대구증군이 가장 컸으며, 정상군이 가장 작았다. 그러나 성대마비군과 성대구증군 간에는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 성별과 연령을 통제한 분석에서도 유사한 결과를 보였다. 이런 결과는 성대마비군이 성대구증군보다 MFR이 더 많았다는 Omori(1998)<sup>11</sup>의 연구 결과와는 일치하지 않았다. 본 연구가 선행연구와 차이를 보인 이유로는 다음의 세 가지를 들 수 있다. 첫째, Omori(1998)<sup>11</sup>의 연구와 본 연구의 환자 특성과 공기역학적 검사 기구에 차이가 있었기 때문으로 추측된다. Omori(1998)<sup>11</sup>의 연구에서는 성대마비군의 연령 범위는 15~83세 20명(남자 7명, 여자 13명)을 대상으로 하였고, 성대구증군은 49~83세의 5명(남자 2

명, 여자 3명)을 대상으로 하였기 때문에 두 환자군의 frequency match가 이루어지지 않았다고 생각된다. 이런 상태에서 두 집단을 비교한 결과와 본 연구에서 각 환자군을 20명씩 대응시킨 결과와는 차이를 보였을 것으로 생각된다. 둘째, Omori(1998)<sup>11</sup>의 연구에서는 환자들의 중증도가 언급되어 있지 않아서 알 수 없으나, 본 연구의 환자군은 경도 및 중등도의 중증도를 보였기 때문에 중증도는 선행 연구와 차이를 보인 잠재적인 요인으로 생각된다. 셋째, Omori(1998)<sup>11</sup>의 연구에서는 PA 500 phonation analyzer high-frequency response hot-wire flowmeter(Minato Co., Tokyo)를 이용하여 본 연구와 측정 기구에 차이를 보였다.

다음으로는 공기역학적 검사의 복합 변수들에 대한 결과를 살펴보겠다. 본 연구에서는 PQ와 VE를 평가하였다. 그 결과 PQ는 정상군에 비해 성대마비군이 통계적으로 높았고, VE는 정상군에 비해 성대구중군이 통계적으로 유의하게 낮았다. 그러나 환자군 간에는 PQ와 VE 간에는 차이를 보이지 않았다. PQ는 폐활량을 MPT로 나눈 값으로 정상군, 성대마비군 그리고 성대구중군 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 그러나 성대마비군의 MPT는 세 집단 중에서 가장 짧았다. 그러므로 PQ를 계산하는 공식에 의해서 분자인 폐활량은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않는데, 분모인 MPT가 짧기 때문에 PQ는 증가하게 된다. 이 결과로써 단위시간당 호기류율이 많다는 의미로 해석될 수 있다. 발성을 할 때 MFR이 증가하면 폐에 남아있는 적은 잔여 공기로 발성을 하게 될 것이고, 발성의 에너지원인 호기류가 부족하게 되면 성대와 성대 주변 근육들을 지나치게 닫아서 조이게 되고, 호기류의 부족은 성대 점막 진동의 감소를 가져오고 목소리의 크기는 감소하게 될 것이다. 결국 높은 성문하압과 높은 호기율, 낮은 음성 강도로 VE가 감소하게 될 것으로 추론할 수 있다.

### 3. 모음 연장 과제에서 음향학적 특성

후두에 발생하는 대부분의 질환은 음성의 변화를 초래한다. 이러한 음성 장애는 성대진동 양상의 이상에 의하여 발생되므로, 이를 객관적으로 나타내기 위하여 평가 방법에 대한 많은 연구가 시행되어져왔다. Wolfe 등(1995)<sup>60</sup>은 음성 장애의 정도를 나타내는 음향 변수로 기본주파수, jitter, shimmer, NHR을 선택하였다. 음성 변수 중 jitter와 shimmer는 주로 성대 간 비대칭성, 공기흐름의 장애, 성대 내 점액질의 작용, 모세 혈관의 분포 등에 의해 생기는 것으로 병적인 상태에서 값이 증가된다.<sup>61</sup>

본 연구 결과 /아/ 모음 연장발성 과제에서 정상군에 비해 두 환자군에서 jitter, shimmer, NHR, 그리고 RAP 측정치가 통계적으로 유의하게 큰 것으로 나타났다. jitter, shimmer, NHR이 증가한 것은 선행연구들의 결과와 일치한다.<sup>15,27,62</sup> 그러나, RAP에 관해서는 언급된 연구<sup>63</sup>가 제한적이다. 성대 진동주기의 변동율을 위한 변수들은 절대적인(absolute) 것과 상대적인(relative) 것이 있다. jitter나 shimmer는 전자에, RAP는 후자에 해당된다. 일반적으로 상대적 변동율이 절대적 변동율에 비해 더 정확하다.<sup>64</sup> 음성의 주파수 구간(pitch period)이 변동이 적은 경우는 절대적인 변동율이나 상대적인 변동율에 큰 차이를 보이지 않는다. 그러나 pitch period가 상이하여 변동이 큰 음성인 경우, 그 변화의 정도를 이동 평균(moving average, 혹은 smoothing operation)으로 상쇄시켜주어 음도(pitch)의 갑작스런 변화에 의해 야기되는 구간의 특성을 더 현저하게 반영해주기 때문에 jitter와 같은 절대 변동율 보다는 RAP와 같은 상대 변동율이 음도추출 오류가 더 적다는 연구들<sup>65,66</sup>이 있다. 일측성 성대마비는 한쪽 성대의 마비로 인하여 양측 성대의 동시성이 부족하기 때문에 성대 진동시 성대 진동 비동시성(vibratory insynchroy)이 더 심하게 되고, 이것은 주기간 주파수 변동을 크게 하는 원인이 된다. 그러므로 성대마비군이 성대구증군에 비해서 RAP가 현저히 더 높게 나타났다고 해석할 수 있을 것 같다. 또 다른 가능한 원인은 성대마비군과 성대구증군의 경우 /아/모음 연장 발성 동안 시간이 지날수록 성문하압과 성문하

압의 변화, 성문을 지나가는 호기량 감소, 호기류 속도 감소로 인하여 베르누이 효과에 의한 성대 진동이 잘 이루어 질 수 없고, 발성 종료 부분에서는 거의 폐의 잔기량 근처까지 소모되므로 적은 양의 호기류 및 일정하지 않은 성문으로의 호기 공급은 성대의 비주기적인 진동 패턴을 보이고 주기간 주파수 및 강도의 변화도 커지게 되기 때문인 것<sup>67</sup>으로 생각된다.

#### 4. 문단 읽기 과제에서 성문접촉률 및 음향학적 특성

음성을 만드는데 에너지원이 되는 호흡과 함께 중요한 요소는 성대 접촉에 의한 성대의 진동이다. 따라서 발성에 관한 연구를 하기 위해서는 앞에서 언급한 공기역학적 검사 장치 외에도 성대의 접촉 및 진동 양상을 볼 수 있는 장치가 필수적이다. 발성 시 성대의 진동 및 접촉 양상을 관찰하는 방법으로는 초고속영화 촬영(ultra speed cinematography), laryngeal stroboscopy, EGG 등이 있다. 이 중 EGG는 성대 진동 시 성대 접촉 여부에 따른 전기저항을 그래프로 나타낸 것으로서 비침습적으로 성대 진동 과정 중 점막 접촉 양상에 관한 정보를 얻을 수 있는 방법이다.

EGG는 주로 모음 연장 발성을 사용하는데, 이것이 자연스러운 의사소통 맥락에서 나타나는 음성문제를 어느 정도 반영할 수 있을 지에 관한 문제가 제기되어 왔다. 성대 병변이 과형에 충분한 영향을 끼치지 못할 정도로 작을 경우, 모음 연장 발성만으로는 음성 문제를 정확히 진단하기 어렵기 때문이다.<sup>68</sup> EGG의 또 다른 문제점은 자료의 수집과정 중 특히 여자의 경우나, 경부피하조직이 두꺼운 사람에게서 그 진폭의 변화가 매우 미세하여 측정에 어려운 점이 있고 특히 성대 내 이물조직이나 점액이 묻어있는 경우와 발성 중 가성대가 접촉하는 경우에는 그 해석이 판이하게 달라질 수도 있다<sup>20,69</sup>는 것이다. 또한 EGG는 성대 사이의 전기적인 저항 변화를 측정하여 그래프로 나타내는 검사로 실제 성문의 열림의 정도를 의미하는 것이 아니라 성문접촉율을 의미하므로<sup>13,20,21,69,71-73</sup> 판독하는데 있어 실제 많은 논란이 있어왔다. 그러나 Laryngograph사에서 개발한 Lx Speech Studio는 2000년 영국에서 개발된 제품으로 window환경에서 작동하는 소프트웨어와 기존의 EGG 검사기를 결합한 기기로 연속발화에서 특정 구간을 분석하여, EGG의 객관적인 수치들을 비교적 쉽게 산출해 낼 수 있다.<sup>70</sup>

본 연구에서는 ‘가을’ 문단 읽기 과제에서 EGG를 분석하였다. 성대마비군과 성대구증군은 성문간극을 보상하기 위해서 또는 어쩔 수 없는 병리적 특성으로 인하여 가성구(falsetto register)를 사용하게 되며 이는 기본주파수의 상승과 불

안정을 가져온다. 그래서 주과수불규칙성과 강도불규칙성도 함께 증가하게 된다.<sup>74</sup> 그 결과 정상군에 비해 두 환자군에서 평균기본주과수분포, 평균음성강도분포, 주과수불규칙성, 강도불규칙성이 더 크게 나타난 것으로 해석될 수 있다. 이로써, 모음수준 뿐만 아니라 다양한 자음과 모음이 포함된 문단읽기와 같은 연속발화에서도 유사한 결과를 보였음을 확인할 수 있었다.

문단 읽기 과제에서도 호흡의 횟수가 정상군보다 두 환자군에서 통계적으로 유의하게 많았다. 이런 결과들은 모두 성문 폐쇄기에 성문의 틈이 넓은 것과 관련 있는 현상이라고 할 수 있겠다. 본 연구의 결과는 성문폐쇄부전이 있을 때 성대기능은 성문폐쇄부전의 원인과 관련성이 있다기보다는 오히려 성문 틈의 크기와 관련성이 크다는 선행연구<sup>11</sup>를 간접적으로 지지해준다고 할 수 있겠다.

## 5. 성문면적파형의 차이

성대의 움직임은 알아보려는 노력은 오래 전부터 계속되어 왔고 고속 촬영이나 스트로보광원을 이용한 기술을 이용하여 움직임을 포착하는 방법이 확립 되었다. 이후 성대의 움직임을 비디오나 컴퓨터의 하드디스크로 저장하여 관찰하고 이를 평가하는 기준들이 제시되어 왔으나 주관적이어서 정량화된 객관적인 분석을 위한 노력들이 시도되어 왔다.<sup>13</sup> 그 노력의 일환으로 영상을 캡처 및 분석하는 다양한 프로그램을 이용하여 성대사이의 면적의 변화를 계량화 하였고 객관적으로 분석하는 지표를 제시한 바 있다.

최근에는 정상인과 후두질환 환자를 대상으로 성문면적파형의 차이<sup>4</sup>, 정상화자를 대상으로 음도와 강도의 변이에 따른 성문면적파형의 정량적 분석<sup>16</sup>, 혹은 성문면적파형과 발성 기능과의 상관관계<sup>5,15</sup>에 대한 연구들이 이루어져왔다. 본 연구에서는 성대마비군과 성대구증군을 대상으로 Woo<sup>17</sup>의 변수와 유영삼(2005)<sup>4</sup>의 변수인 NPGA, NBO, GOR, GCR과 본 연구에서 새로이 추가한 SQ를 측정하였다. 그 결과 NBO가 성대구증군이 최대로 넓었고 그 다음으로 성대마비군, 정상군 순서였다. 즉, 성문 폐쇄기에 닫혀지지 않고 열려있는 성문면적이 성대구증군이 가장 넓었다. 유영삼과 Rosen(2005)<sup>4</sup>은 정상인과 후두질환 환자를 대상으로 성문면적파형의 차이에 관한 연구를 실시하였다. 후두질환 환자군에는 성대마비, 반흔조직, 위축이 있는 경우였다. 정상군은 후두질환 환자들의 수술전 혹은 수술후의 성문면적파형과 유의한 차이를 보이지 않았다. 이런 선행연구 결과는 본 연구에서 NBO의 경우, 정상군은 수술 받지 않은 성대마비군 혹은 성대구증군과 유의한 차이를 보였고, GCR의 경우는 정상군과 수술 받지 않은 성대마비군과 유의한 차이를 보인 것과는 달랐다. 두 연구에서 생긴 이런 차이는 첫째, 유영삼과 Rosen(2005)<sup>4</sup>에서는 성대마비 7예, 반흔조직 3예, 위축 1예로 대상자 수가 적어서 통계적인 힘을 얻지 못했을 가능성이 있다. 둘째, 유영삼과 Rosen(2005)<sup>4</sup>은 본 연구와 영상 분석 프로그램이 동일한 회사의 제품을 사용하였지만, 도스용이던 한 주기에 총 20개의 성대 영상이 저장되도록 하였다. 그러나 본 연구에서는 영

상 분석 프로그램이 window용이며 한 주기에 총 40개의 성대 영상이 저장되도록 하였다. 분석하는 사람에 따라 성대 영상 중에서 선택하는 부분이 다를 수 있다고 보여지고 분석에 사용된 성대 영상의 부분에 따라서도 이런 차이점이 생겼을 가능성을 배제하기는 어려울 것이다. 셋째, 성대 영상을 분석할 때 수작업을 통한 편집과정이 필요한데 이 과정에서 오차가 발생했을 수 있을 것이다.

Omori(1998)<sup>11</sup>의 연구결과와는 부분적으로 일치를 보였다. 본 연구에서는 환자군 간에는 유의한 차이를 보이지 않았으나, Omori(1998)<sup>11</sup>의 연구에서는 성대마비군의 NBO가 가장 넓었고 음성기능도 가장 나빴다. 이런 차이는 첫째, 대상자 선별에서 차이를 보였다. 본 연구에서 환자군의 중증도는 경도와 중등도였다. 그리고 Omori(1998)<sup>11</sup>의 연구에서는 일측성 성대마비군은 20명, 성대구증은 일측성과 양측성을 포함하여 5명이었으며, 성대위축은 일측성과 양측성을 포함하여 17명이었으며, 성대구증군의 환자수가 매우 적어서 비교에 무리가 있다고 생각되고 중증도에 대한 언급은 없어서 파악할 수 없다. 본 연구에서 성대구증군의 경우 모두 양측성이었다. 둘째, 영상 분석 방법에 차이를 보였다. Omori(1998)<sup>11</sup>의 연구에서는 성문면적을 70도 telescope을 통해서 녹화한 후 1초에 30 주기로 CVD-1000 Hi8 computer video deck(Sony Corp., Tokyo)를 이용하여 수작업으로 측정하였다. 그러나 본 연구는 Window용인 KIPS를 이용하여 1초에 40 주기로 설정한 후 성문면적을 자동으로 측정하였다.

성대구증군의 NBO가 가장 넓었던 것은 문단 읽기 과제시 EGG의 성문접촉율이 성대구증군이 가장 낮았던 것과도 일관성이 있는 결과라고 할 수 있다. EGG는 성대 사이의 전기적인 저항 변화를 측정하여 그래프로 나타내는 검사로 성대간의 접촉 정도를 표시하며 실제 성문의 면적의 변화를 직접 나타내지 못한다. 그러나 성문면적과형의 결과와 성대접촉율과 유사한 경향을 보여주고 있다.

성대의 개폐에 대한 동적인 측면에서는 성대가 열리는 속도는 세 집단 간 통계적으로 유의한 차이가 있다고 할 증거가 없으나, 성대가 전반적으로 닫히는 속도는 성대마비군이 가장 느렸다. 이것은 성대구증군은 성대의 cover의 문제이지 body의 문제가 아니므로 성대의 개폐를 위한 움직임에 덜 문제가 있지만, 성대마비군은 신경적인 측면에서 성대의 body부분까지 마비되었으므로 음성 산출을 위

한 갑작스러운 공기흐름을 끊어주는 움직임이 느낄 수 있음을 암시해준다고 생각된다.

## 6. 청지각적 평가의 차이

음성의 질에 대한 분석은 음성 장애 환자의 내원 시 가장 중요한 검사 방법 중 하나로, 음질을 객관화시켜 제시할 수 있는 도구가 개발되기 이전에는 오직 청지각적인 주관적 척도평정 방법만이 유일한 측정 방법이었다. 그 이후 음성공학의 발달과 더불어 이를 기계로 분석할 수 있는 방법이 대두되었으나 주관적 척도평정은 현재까지도 꾸준히 그 중요성이 지속되어 오고 있다. 청지각적 평가 방법은 환자의 음성에 대하여 검사 당시의 환자의 신체적, 정서적 상태 및 주변 환경 등을 모두 고려하여 판단하는 융통성 있는 평가가 가능한 반면 그 평정 방법이 상당히 주관적이어서 상대적으로 평정자 간의 신뢰도가 높지 않다.<sup>75</sup> 주관적 척도평정이 공통적으로 갖게 되는 문제는 객관성 및 재현성의 부족이다. 그래서 기계를 이용한 객관적 분석 방법을 병행해서 사용하고는 있으나, 실제 임상현장에서는 시간적, 비용적인 측면에서 두 분석 방법을 모두 사용한다는 것이 용이하지 않을 수도 있다. 이러한 상황은 기계를 이용한 객관적 분석 변인과 청지각적 척도평정을 통하여 제시되는 주관적 척도와 상관계수에 대한 연구가 이루어지도록 하였다.

본 연구 결과, 성대마비군, 성대구중군, 그리고 정상인을 대상으로 객관적 분석 결과와 주관적 척도 평정 결과의 상관성을 비교해 보았을 때, G척도와 MDVP 수치 사이의 통계적으로 유의한 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 이는 성대폴립 환자를 대상으로 한 연구결과<sup>76</sup>와 일치하는 결과이다. G척도는 전반적인 애성의 정도를 파악하는 척도로서 음성을 세부적으로 분할해서 청취해야 할 필요가 가장 적으며, 이는 평정의 용이성을 부여해줄 수 있는 요인이 된다.<sup>77</sup> 세부적인 척도들과 비교해보면, 대체로 shimmer와 주관적 평정과의 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 보여서, 연구대상자가 성문폐쇄부전환자군이 아닌 다른 환자군들인-성대폴립, 성대결절-연구 결과<sup>60,75,76</sup>와도 일관성 있는 결과를 보였다. 전반적으로 GRBAS 척도의 평정 결과는 음도 변이 관련 변인보다는 강도 변이 관련 변인과의 양의 상관관계를 보였다. 이는 시간상의 차이에 따른 유의한 차이가 크게 나타나는 jitter 등의 변인에 비하여 시간적 차이의 유의성이 적어 그 신뢰도가 상대적

으로 높은 데 기인한다.<sup>77</sup> 즉, 청지각적으로 음의 높낮이 변화보다는 소리의 강도 변화를 더 잘 지각하는 것으로 해석할 수 있을 것이다. 본 연구 결과, 청지각적 평정과 기계적인 분석 결과와의 상관관계의 전반적인 경향성은 비록 연구대상자가 성대마비군과 성대구증군이었으나 성대폴립 혹은 성대결절 환자들을 대상으로 한 연구결과와 유사하다는 것을 알 수 있었다.

## 7. 후두스트로보스코피 결과에 대한 주관적인 평가

지금까지는 성대의 움직임을 시술자가 성문폐쇄, 상후두 활동, 성대 접근의 수직레벨, vocal fold edge, 강도, 점막 파동, 진동하지 않은 부분, phase closure, 대칭성 등으로 나누어서 주관적인 평가를 실시하는 방법이 사용되어왔다.<sup>88</sup> 이후 성대의 움직임을 컴퓨터를 이용하여 정량화된 객관적인 평가 방법들이 시도되어왔다. 그러나 이런 정량화된 객관적인 방법들은 성문면적이나 성대의 개방속도 및 폐쇄속도 등에 국한되어 있다. 그 외에 점막 파동, 진동하지 않는 부분, 상후두의 활동, 성대 접근의 수직레벨 등은 기술적으로 아직 정량화하지 못하고 있다. 그러므로, 실제 임상에서는 정량화된 객관적인 평가 방법 외에 시술자가 성대의 움직임을 주관적으로 평가하는 방법을 병행하고 있는 실정이다.

본 연구에서도 성대의 움직임을 시술자가 주관적으로 평가한 결과 정상군, 성대마비군 그리고 성대구증군의 후두스트로보스코피에 대한 평가 점수가 정상군에 비해 성대구증군이 높았고 통계적으로도 유의하였다. 이런 결과는 공기역학적인 검사 중에서 성대구증군이 MFR와 성문하압이 가장 높고 VE가 가장 저하되어있고, 성문면적과형 측정에서 NBO가 가장 넓다는 결과와 일관성 있는 결과이다.

## 8. 본 연구의 제한점

후두스트로보스코피에 의한 성문면적측정법인 KIPS는 아직까지는 여러 가지 문제점을 가지고 있다. 첫째, 정확한 성문면적과형을 측정하기 위해서는 성대의 전 길이를 관찰할 수 있어야 하며 적어도 2주기 이상의 발성주기가 관찰되어야 하나, 성대마비군 혹은 성대구증군의 MPT가 짧은 경우는 충분한 발성시간을 확보하지 못하는 경우가 있다. 둘째, 후두스트로보스코피의 영상이 양호한 경우에도 표준화의 기준으로 삼은 성대의 전후 길이가 환자마다 모두 다르며, 특히 성대마비환자의 경우 성대 전후 길이가 짧아져 있기 때문에 성문면적이 크게 측정될 수 있다. 셋째, 측정된 성문면적은 성문 내의 그림자나 빛의 반사 그리고 타액에 의한 변형 등의 이유로 수작업을 통한 편집과정이 필요한데 이 과정에서 오차가 발생할 수 있어 절대적인 수치는 되지 못한다. 넷째, 오차는 후두내시경의 각도 등에 의해서도 올 수 있다. 다섯째, 후두스트로보스코피의 영상은 2차원적인 것이므로 양측 성대의 배열 이상 등 3차원적인 구조를 반영하지는 못한다. 여섯째, 발성 조건에 따라 성대주기와 성대운동의 진폭이 달라질 수 있는데, 본 연구에서는 자연스러운 발성조건에서만 분석하였다. 이런 문제점들을 최소화해서 분석할 필요가 있겠다.

## V. 결 론

본 연구는 성대마비군과 성대구증군을 대상으로 호흡 기능, 성문면적과형, 그리고 발성 특성에 대하여 탐색하고 환자 집단 간 차이와 이들 변수들 간의 관련성을 알아보는 것을 목적으로 하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 성대마비군, 성대구증군, 그리고 정상군 간의 호흡 기능에는 통계적으로 유의한 차이가 없었는데, 이는 환자군에서 보인 공기역학적인 평가나 MPT에서 호흡 부족 및 비정상성들과 문단 읽을 때 호흡의 횟수가 정상군에 비해 유의하게 많은 것은 호흡 수준의 문제가 아니라 성대 수준의 벨브의 문제에 기인함을 시사해준다고 할 수 있다. 둘째, MFR은 성대구증군이 가장 컸으며, 정상군이 가장 작았다. PQ는 정상군에 비해 성대마비군이 통계적으로 높았고, VE는 정상군에 비해 성대구증군이 통계적으로 유의하게 낮았다. 이런 결과를 통하여 음성 치료 시에 발성 효율을 높여줄 수 있는 방법들을 사용하여야 함을 알 수 있었다. 셋째, 음향학적으로도 모음뿐만 아니라 문장 수준에서 jitter, shimmer, NHR, 그리고 RAP 측정치는 정상군에 비해 성대마비군과 성대구증군에서 통계적으로 유의하게 커 발성시 안정성이 부족함을 알 수 있었다. 성대마비 환자 음성에 대한 변동율을 평가할 때는 절대적인 변동율에 비해서 상대적인 변동율이 환자의 병리적인 음성을 좀 더 정확하게 평가할 수 있기 때문에 상대적인 변동율에 대한 주의를 더 요구한다고 할 수 있다. 넷째, 경도 및 중등도 성대구증군이 성대마비군에 비해 성대가 닫힐 때 성문의 틈이 더 넓었고 후두스트로보스코피에 대한 평가 점수도 더 안 좋았다. 성문이 닫히는 속도는 성대마비군이 가장 느려서 성문폐쇄부전의 원인이 다른 경우에 성대의 개폐에도 차이를 보였다. 다섯째, 청지각적 평가의 차이의 결과 G척도와 MDVP 수치 사이의 통계적으로 유의한 양의 관계를 보였고, 전반적으로 GRBAS 척도의 평정 결과는 음도 변이 관련 변인보다는 강도 변이 관련 변인과의 양의 상관관계를 보였다.

이상의 결과로 성대마비군과 성대구증군의 호흡 부족은 호흡 기능의 문제라기

보다는 성대 벨브의 문제로 불완전한 성문폐쇄에 기인한 것임을 알 수 있었다. 그러므로 성대마비군과 성대구증군을 치료할 때는 성문폐쇄부전을 개선시켜주는 수술적인 요법 및 성대를 적절히 내전시켜주는 음성치료 기법들이 요구될 것이다. 총 29개의 변수들 중에서 집단간 유의한 차이를 보였던 변수들은 18개 였다. 성대 body에 문제가 있는 성대마비군이 성대 cover에 문제가 있는 성대구증군에 비해 주파수 변동율이 뚜렷하게 증가해 있다는 것은 성대마비군이 양측 성대 진동 동시성에 어려움이 있다는 것을 반영해주고 있다. 이것은 환자군 간 성문 틈의 크기에는 차이가 없을지라도 성문폐쇄부전의 원인에 따라 성대 기능의 차이가 있다는 것을 암시해주고, 상대적 및 절대적 주파수 변동율이 경도 및 중등도의 두 환자군을 변별해주는 중요한 진단적 음성 지표가 될 수 있음을 시사해준다고 할 수 있을 것이다.

본 연구에서 사용된 호흡 기능 측정, 성문면적과형 및 발성 특성 측정 방법을 다른 음성장애 환자들에게 확대하여 음성장애군 간의 차이들을 비교하는 것에 직접적인 정보를 제공할 수 있을 것이다. 이런 정보들은 좀 더 정확한 진단 및 효율적인 음성 치료에 유용한 자료가 될 수 있을 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

- 1) 안회영 역. 음성검사법(임상편). 서울: 군자출판사; 1996.
- 2) Zemlin WR. Speech and hearing science: Anatomy and physiology. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall; 1998.
- 3) Omori K, Kacker A, Slavik DH, Blaugrund SM. Quantitative videostroboscopic measurement of glottal gap and vocal function: An analysis of thyroplasty type I. *Annals Otol Rhinol Laryngol* 1996; 105: 280-285.
- 4) 유명삼, Rosen CA. 정상인과 후두질환 환자에서 Glottal Area Waveform의 차이에 관한 연구. *대한음성언어의학회지* 2005; 16: 5-9.
- 5) 최홍식, 김명상, 최재영, 안성윤, 이세영, 홍정표. 편측성대마비환자에서의 성문면 적파형(Glottal area waveform)의 정량적 측정. *대한음성언어의학회지* 1998; 9: 71-77.
- 6) Ford CN, Inagi K, Bless DM, Khidr A, Gilchrist KW. Sulcus vocalis: A rational analytical approach to diagnosis and management. *Annals Otol Rhinol Laryngol* 1996; 105: 189-200.
- 7) 최홍식. 직업적 음성사용자. 대구: 한국언어치료학회; 2002.
- 8) 홍기환. 음성 장애의 유형 및 평가. 언어·청능장애 여름연수회 2001. 서울: 한국언어청각임상학회.
- 9) <http://www.voicemedicine.com/sulcus.htm>
- 10) Bielamowicz S, Stager S. Diagnosis of unilateral recurrent laryngeal nerve paralysis: Laryngeal electroglottography, subjective rating scales, acoustic and aerodynamic measures. *Laryngoscope* 2006; 116: 359-364.
- 11) Omori K, Slavik DH, Kacker A, Blaugrund S. Influence of size and etiology of glottal gap in glottic incompetence dysphonia. *Laryngoscope* 1998; 108: 514-518.

- 12) van den Berg JW. Direct and indirect determination of the mean subglottic pressure. *Folia Phoniatr* 1956; 8: 1-24.
- 13) 김영호. 공기역학적 검사. 제2회 대한음성언어의학회 학술대회 심포지움1994: 6-10.
- 14) Bless DM, Hirano M, Feder RJ. Videostroboscopic evaluation of the larynx. *Ear Nose Throat J* 1987; 66: 289-96.
- 15) Omori K, Slavik DH, Matos C, Kojima H, Kacher A, Blaugrund SM. Vocal fold atrophy: Quantitative glottic measurement and vocal function. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1997; 106: 544-551.
- 16) 손영익, 이경아, 류준선, 백정환. 발성의 강도와 주파수 변화에 따른 성대 움직임의 정량적 분석. *대한음성언어의학회지* 1997; 8: 5-9.
- 17) Woo P. Quantification of videostroboscopic findings-measurements of the normal glottal cycle. *Laryngoscope* 1996; 106: 1-27.
- 18) Hirano M. Morphological structure of the vocal cord as a vibrator and its variations. *Folia Phoniatriac* 1974; 26: 89.
- 19) 김한수, 최성희, 임재열, 최홍식. 일측 성대마비 환자에서 성대내전술 후 성대 접착술의 증가가 음질 개선에 미치는 영향. *대한음성언어의학회지* 2004; 15: 16-20.
- 20) 최홍식, 조정일, 김광문, 박성수. 정상인에서 전기성문과형검사를 이용한 음성 검사. *한이인지* 1994; 37: 1017-1025.
- 21) 최홍식, 김기령, 김광문, 김경수, 조규중. 전기Glottography의 임상적 이용. *한이인지* 1990; 33: 537-547.
- 22) De Santis M, Fussi F. *La Parola e Il Canto*. Padova, Italia: Piccin;1993.
- 23) Kent RD, Kent JF, Rosenbek JC. Maximum performance tests of speech production. *J Speech Hear Res* 1987; 52: 367-387.
- 24) Swashima M. Measurements of the phonation time. *Jap J Logopedphoniatr* 1966; 7: 23-29.
- 25) Bless DM, Hirano M. Verbal instruction: A critical variable in obtaining

- optimal performance for maximum phonation time. Paper presented at the Annual Convention of the American Hearing Speech-Language Association 1982.
- 26) 김한수. 일측성대마비. 제79차 대한이비인후과학회 학술대회 초록집. 2005; 154-156.
  - 27) 표화영. 편측 성대마비에 대한 음성 치료적 접근. 대한음성언어의학회지 2001; 12: 70-72.
  - 28) 남도현, 최성희, 최재남, 최홍식. 성대구증과 궁형성대의 발성치료의 효과. 대한음성언어의학회지 2005; 16: 68-75.
  - 29) Arnold GE. Vocal rehabilitation of paralytic dysphonia IX. Technique of intracordal injection. Arch Otolaryngol 1962; 76: 358-368.
  - 30) 최홍식. 자가근막주입법을 이용한 성대 종대술의 예비적 시술 보고. Korean J Otolaryngol 2001; 44: 962-9.
  - 31) Titze IR. Phonation threshold pressure: A missing linkage glottal aerodynamics. National Center of Voice and Speech. 1991; 1-4.
  - 32) Perkins WH, Kent R. Functional anatomy of speech, language and hearing: A primer. San Diego, CA: College-Hill Press; 1986.
  - 33) Kent RD, Kent JF, Rosenbek JC. Maximum performance tests of speech production. J Speech Hear Disord 1987; 52(4): 367-387.
  - 34) Bielamowicz S, Kapoor R, Schwartz J, Stager SV. Relationship among glottal area static supraglottic compression, and laryngeal function studies in unilateral vocal fold paresis ad paralysis. J Voice 2004; 18: 138-145.
  - 35) Aronson AE. Clinical voice disorders. 3rd ed. New York: Thieme Inc.; 1990.
  - 36) Wilson DK. Voice problems in children. Baltimore: Williams and Wilkins; 1987.
  - 37) LaBlance GR, Steckol KF, Cooper MH, Louis S. Non-invasive assessment of phonatory and respiratory dynamics. Ear Nose Throat J 1991; 70: 691-696.

- 38) 권영경. 성대근육운동이 성악인의 발성능력에 미치는 효과. 이화여자대학교 석사학위논문; 2001.
- 39) Stemple JC. Voice therapy: Clinical studies. 2nd. San Diego: Singular Publishing Group; 2000.
- 40) Stemple JC. A holistic approach to voice therapy. Semin Speech Lang 2005; 26: 131-137.
- 41) Schutte HK. Integrated aerodynamic measurements. J Voice 1992; 6: 127-134.
- 42) Plant RL. Aerodynamics of the human larynx during vocal fold vibration. Laryngoscope 2005; 115: 2087-2100.
- 43) Isshiki N, Leden H. Hoarseness: Aerodynamic studies. Arch otolaryngol 1964; 80: 206-213.
- 44) Yoshioka H, Sawashima M, Hirose H, Ushimima T, Honda K. Clinical evaluation of air usage during phonation. Ann. Bull. RILP 1971; 11: 175-190.
- 45) Honjo I, Isshiki N. Laryngoscopic and voice characteristics of aged persons. Archives of Otolaryngology 1980; 106: 149-150.
- 46) Tanaka, Hirano, Umeno. Laryngeal behavior in unilateral superior laryngeal nerve paralysis. Annals of Otolaryngology, Rhinology, and Laryngology 1994; 103: 93-97.
- 47) Linville S, Skarin B, Fornatto E. The Interrelationship of Measures Related to Vocal Function, Speech Rate, and Laryngeal Appearance in Elderly Women. J Speech Hear Res 1989; 32: 323-330.
- 48) Kreul EJ. Neuromuscular control examination (NMC) for parkinsonism: Vowel prolongations and diadochokinetics and reading rates. J Speech Hear Res 1972; 15: 72-83.
- 49) Lewis K, Casteel R, McMahon J. Duration of sustained /a/ related to the number of trials. Folia Phoniatr 1982; 34: 41-48.

- 50) 김은정. 정상 청년층과 노년층의 최대발성시간 및 조음교대운동속도 비교. 연세대학교 대학원 석사학위 논문; 2004.
- 51) Boone DR, McFarlane SC. The voice and voice therapy. Boston: Allyn & Bacon; 2000.
- 52) 안성윤, 김한수, 김영호, 송기재, 최성희, 이성은, 최홍식. 성악인과 일반인 발성의 전기성문검사 및 공기역학적 검사에 대한 연구. 음성과학 2003; 10:111-126.
- 53) 서장수, 송시연, 권오철, 김준우, 이희경, 정옥란. 음성검사 중 공기역학적 검사에서 한국인의 정상 평균치. 대한음성언어의학회지 1997; 8: 27-32.
- 54) Carroll LM, Sataloff RT, Heuer R, Spiegel JR, Radionoff SL, Cohn JR. Respiratory and glottal efficiency measures in normal classically trained singers. J voice 1996; 10: 139-145.
- 55) Bonhuys A, Proctor J. Kinetic aspect of singing. J Appl Physiol 1996; 21: 483-496.
- 56) Sunderberg J. The science of the singing voice, DeKalb, Ill: Northern Illinois University Press; 1987.
- 57) Schweinfurth J, Ossoff R. Sulcus vocalis. eMedicine 2002: 1-7.
- 58) Solomon NP, Garlitz SJ, Milbrath RL. Respiratory and laryngeal contributions to maximum phonation duration. J Voice 2000; 14: 331-340.
- 59) 남도현, 안철민, 최홍식. 호흡훈련보조기구를 이용한 호흡훈련 전후의 폐기능: 호흡근력과 최대발성지속시간의 변화. 대한음성언어의학회지 2003; 14:88-93.
- 60) Wolfe V, Fitch J, Cornell R. Acoustic prediction of severity in commonly occurring voice problems. J Speech Hear Res 1995; 38: 273 -279.
- 61) Hirano M. Clinical examination of voice. New York: Springer-Verlag; 1981.
- 62) Hirano M, Hidi S, Yoshida T. Acoustic analysis of pathological voice some results of clinical application. Acta otolaryngol 1988; 105: 432-438.
- 63) 백무진, 황부현, 엄재욱, 권순복, 이병주, 왕수건. 양성후두질환에서 후두미세수술 전후 음성의 비교분석. 임상이인지 2001; 12:65-79.
- 64) Baken, Orlikoff. Clinical measurement of speech and voice. Boston: Allyn

- & Bacon; 2000.
- 65) Koike Y, Takahashi H, Calcaterra TC. Acoustic measurements for detecting laryngeal pathology. *Acta Otolaryngol* 1977; 85: 105-117.
- 66) Koike Y, Hirano M. Glottal-area time function and subglottal pressure variation. *J Acoust Soc Am* 1973; 54: 234-42.
- 67) 최성희. 정상인과 음성 질환자의 호흡의 동적 기능 및 호흡-발성의 협응 기능 평가: 음성, 성문 및 호흡 통합검사장치 활용. 연세대학교 대학원 박사학위 논문; 2006.
- 68) 이성은, 임성은, 최성희, 표화영, 최재남, 최홍식. Lx Speech Studio를 이용한 성대결절환자의 전기성문파형 측정치 분석. *대한음성언어의학회지* 2003;14: 104-109.
- 69) 홍기환, 박병암, 양윤수, 서수영, 김현기. 전기Glottography(EGG)를 이용한 후두 조음역학적 특성. *대한음성언어의학회지* 1997; 8: 18-26.
- 70) <http://www.laryngograph.com>. Speech Studio Users Guide: part one.1-32.
- 71) Gilbert HR, Potter CR, Hoodin R. Laryngograph as a measure of vocal fold contact area. *J Speech Hear Res* 1984; 27: 178-182.
- 72) McFarlane SC, Watterson TL. Clinical use of the laryngograph and the electroglottogram(EGG) with voice-disordered patients. *Seminars in Speech and Language* 1991; 12: 108-114.
- 73) Fourcin A. Voice quality and electrolaryngograph. In: Kent RD, Ball MJ, editors. *Voice quality measurement*. San Diego: Singular-Thomson Learning; 2000.
- 74) 김한수, 최성희, 임재열, 최홍식. 일측 성대마비 환자에서 성대내전술 후 성대 접촉율의 증가가 음질 개선에 미치는 영향. *대한음성언어의학회* 2004; 15: 16-20.
- 75) de Bodt MS, Wuyts FL, Van de Heyning PH, Croux C. Test-retest study of GRBAS scale: Influence of experience and professional background on perceptual rating of voice quality. *J voice* 1997; 11: 74-80.
- 76) 표화영, 최성희, 임성은, 심현섭, 최홍식, 김광문. 성대 폴립 환자를 대상으로 한 GRBAS 척도와 MDVP 측정치 간의 상관관계 연구. *대한음성언어의학회* 1999; 10: 154-163.

- 77) Hall KD. Variations across time in acoustic and EGG measures of phonatory function in women with and without vocal nodules. *J Speech Hear Res* 1995; 38: 783-793.
- 78) Bielałowicz S. Aging voice or vocal fold paresis. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2004; 130: 1114-1116.
- 79) 박영학. Management of unilateral vocal cord paralysis. *대한음성언어의학회지* 2001; 12: 67-69.
- 80) 김광문, 조정일, 최홍식, 김영호, 홍원표. 편측성대마비의 원인과 치료: 10년 간 경험의 분석. *대한음성언어의학회지* 1995; 6: 27-38.
- 81) 김영호. 음성의 회복(성대마비의 치료). *대한기관식도과학회지* 2001; 7: 105-111.
- 82) 안철민. 음성 질환의 진단과 치료. 도서출판 대한의학서적; 2004.
- 83) Borden GJ, Harris KS, Raphael LJ. *Speech science primer: Physiology, acoustics, and perception of speech*. 3rd, Williams & Wilkins; 1994.
- 84) Ferrand CT. *Speech science*. Boston: Allyn & Bacon; 2001.
- 85) 신지영. 말소리의 이해. 한국문화사; 2003.
- 86) Gauffin J, Hammarberg B. *Vocal fold physiology: acoustic, perceptual, and physiological aspects of voice mechanism*. San Diego: Singular publishing; 1991.
- 87) Titze IR. *Principle of voice production*. Prentice Hall. Englewood Cliffs: New Jersey; 1994.
- 88) Kent RD. *Reference manual for communicative sciences and disorders: Speech and language*. Pro-Ed; 1994.
- 89) Hoit JD, Hixon TJ, Altman ME, Morgan WJ. Speech breathing in women. *J Speech Hear Res* 1989; 32: 363-365.
- 90) Rubin JS, Sataloff RT, Korovin GS, Gould WJ. *Diagnosis and treatment of voice disorders*. IGAKU-SHOIN Medical Publishers, Inc.: New York; 1995.
- 91) <http://www.nationalasthma.org.au>



**부표 2.** 성별과 연령을 통제한 경우 집단에 따른 호흡 기능 및 공기역학적 측정치에 대한 회귀분석 결과(기준집단 = 정상군)

변수 <sup>†</sup>	집단	회귀계수	t 값	p - 값
FVC(ℓ)	성대마비군	0.2	0.9	0.376
	성대구증군	-0.3	-1.0	0.306
FEV <sub>1</sub> (ℓ)	성대마비군	0.1	0.6	0.566
	성대구증군	-0.1	-0.5	0.618
FEV <sub>1</sub> /FVC(%)	성대마비군	-2.0	-1.0	0.321
	성대구증군	2.9	1.5	0.151
음압(dB)	성대마비군	-0.0	-0.0	0.998
	성대구증군	2.3	0.2	0.165
평균호기류율 (ml/sec)	성대마비군	77.6	2.8	0.008
	성대구증군	97.6	3.5	0.001
성문하압 (mmH <sub>2</sub> O)	성대마비군	41.9	2.3	0.024
	성대구증군	54.4	3.0	0.004
PQ(ℓ/sec)	성대마비군	0.2	3.0	0.004
	성대구증군	0.1	1.5	0.145
VE <sup>‡</sup>	성대마비군	-0.002	-1.725	0.090
	성대구증군	-0.003	-1.986	0.049

<sup>†</sup> FVC : forced vital capacity; 노력성 폐활량

FEV<sub>1</sub> : 1 second forced expiratory volume; 1초 동안 최대 호기량

FEV<sub>1</sub>/FVC : 1초 동안 최대 호기량에 대한 노력성 폐활량의 비율

PQ : phonation quotient; 발성지수

<sup>‡</sup> VE : vocal efficiency; 제시된 수치는 10<sup>-3</sup>을 곱해야 함

**부표 3.** 성별과 연령을 통제한 경우 집단에 따른 MPT와 음향학적 측정치에 대한 회귀분석 결과(기준집단 = 정상군)

변수 <sup>†</sup>	집단	회귀계수	t 값	p - 값
MPT(sec)	성대마비군	-7.7	-4.2	0.000
	성대구중군	-7.3	-4.0	0.000
pitch range(Hz)				
남	성대마비군	-78.0	-2.5	0.019
	성대구중군	-42.1	-1.4	0.184
여	성대마비군	-110.9	-3.0	0.006
	성대구중군	-23.4	-0.6	0.541
jitter(%)	성대마비군	2.3	3.5	0.001
	성대구중군	1.8	2.8	0.007
shimmer(%)	성대마비군	3.7	3.1	0.003
	성대구중군	3.7	3.1	0.003
NHR	성대마비군	0.1	2.5	0.014
	성대구중군	0.1	3.9	0.000
RAP(%)	성대마비군	1.4	3.6	0.001
	성대구중군	1.0	2.7	0.010
vF0(%)	성대마비군	3.4	1.4	0.169
	성대구중군	5.5	2.3	0.027
vAm(%)	성대마비군	3.4	2.2	0.034
	성대구중군	3.5	2.3	0.026
SPI	성대마비군	5.4	1.9	0.064
	성대구중군	6.0	2.6	0.011

<sup>†</sup> MPT : maximum phonation time  
jitter : 주기간 주파수 변동률  
shimmer : 주기간 진폭 변동률  
NHR : noise-to-harmonic ratio  
RAP : relative average perturbation  
vF0 : fundamental frequency variation  
vAm : peak amplitude variation  
SPI : soft phonation index

**부표 4.** 문단 읽기 시 성별과 연령을 통제한 경우 집단에 따른 성문접촉율 및 음향학적 특성에 대한 회귀분석 결과(기준집단 = 정상군)

변수 <sup>†</sup>	집단	회귀계수	t 값	p - 값
DFx1 (Hz)				
남	성대마비군	19.5	1.7	0.106
	성대구중군	33.3	3.0	0.007
여	성대마비군	22.3	1.9	0.067
	성대구중군	14.1	1.2	0.245
DQx1 (%)				
	성대마비군	-2.1	-1.4	0.170
	성대구중군	-4.3	-2.9	0.006
DAx				
	성대마비군	7.0	4.8	0.000
	성대구중군	6.2	3.9	0.000
CFx_irreg (%)				
	성대마비군	12.6	2.2	0.032
	성대구중군	17.0	3.0	0.004
CAX_irreg (%)				
	성대마비군	0.7	0.6	0.584
	성대구중군	0.8	0.7	0.502
No. of breath (회)				
	성대마비군	9.22	2.60	0.012
	성대구중군	10.30	2.89	0.005

<sup>†</sup> DFx1 : first order frequency distribution

DQx1: first order closed quotient distribution

DAx1 : first order amplitude quotient distribution

DAx2 : second order amplitude quotient distribution

CFx\_irreg : pitch crossplot with irregularity score

CAX\_irreg : amplitude crossplot with irregularity score

No. of breath : number of breath

**부표 5.** 문단 읽기 시 성별과 연령을 통제한 경우 집단에 따른 성문면적에 대한 회귀분석 결과(기준집단 = 정상군)

변수 <sup>†</sup>	집단	회귀계수	t 값	p - 값
NBO(pixel)	성대마비군	0.9	2.6	0.011
	성대구중군	0.7	2.3	0.024
NPGA(pixel)	성대마비군	-3.5	-1.7	0.091
	성대구중군	-2.0	-1.0	0.341
GOR	성대마비군	608.0	0.1	0.912
	성대구중군	4255.6	0.8	0.444
GCR	성대마비군	4940.3	1.7	0.006
	성대구중군	14081.9	2.9	0.103
SQ	성대마비군	-0.279	-1.4	0.322
	성대구중군	-0.122	-1.2	0.465

<sup>†</sup> NBO : normalized baseline offset

NPGA : normalized peak glottal area

GOR : gross opening rate

GCR : gross closing rate

SQ : speed quotient

부표 6. 성문면적 · 호흡 · 발성 변수 측정치의 정상군 평균에 대한 상대크기

차원	변수 <sup>†</sup>	정상군 <sup>a</sup>	성대마비군 <sup>b</sup>	성대구증군 <sup>c</sup>
호흡 기능	FVC	1	1.06	0.91
	FEV <sub>1</sub>	1	1.04	0.96
	FEV <sub>1</sub> /FVC	1	0.97	1.06
공기역학적 기능	dB	1	1.00	1.03
	MFR	1	1.70	1.84
	Psub	1	1.80	1.94
	PQ	1	2.00	1.50
	VE	1	0.63	0.50
음향학적 특성_모음	MPT	1	0.62	0.69
	PR_m	1	0.69	0.86
	PR_f	1	0.63	0.96
	jitter	1	4.29	3.14
	shimmer	1	2.19	2.03
	NHR	1	1.50	1.50
	RAP	1	4.50	3.00
	vF0	1	2.54	1.21
	vAm	1	1.38	1.33
	SPI	1	1.35	1.35
성문접촉율 및	DFx1_m	1	1.18	1.08
음향학적 특성_문장	DFx1_f	1	1.12	1.10
	DQx	1	0.96	0.95
	DAx	1	1.13	0.97
	CFx_irreg	1	2.60	3.11
	CAX_irreg	1	0.90	0.95
	No. of breath	1	1.43	0.98
성문면적	NPGA	1	0.78	0.89
	NBO	1	4.50	5.00
	GOR	1	0.85	0.91
	GCR	1	0.57	0.79

<sup>†</sup> PQ: phonation quotient, VE: vocal efficiency, FVC: forced vital capacity, FEV<sub>1</sub>: forced expiratory volume, FEV<sub>1</sub>/FVC: 1초 동안 최대 호기량에 대한 노력성 폐활량의 비율, MPT: maximum phonation time, PR\_m: pitch range\_male, PR\_f: pitch range\_female, jitter: 주기간 주파수 변동률, shimmer: 주기간 진폭 변동률, NHR: noise-to-harmonic ratio, RAP: relative average perturbation, vF0: fundamental frequency variation, vAm: peak amplitude variation, SPI: soft phonation index, DFx1\_m: first order frequency distribution\_male, DFx1\_f: first order frequency distribution\_female, DQx: first order closed quotient distribution, DAx: first order amplitude quotient distribution, CFx\_irreg: pitch crossplot with irregularity score, CAX\_irreg: amplitude crossplot with irregularity score, No. of breath: number of breath, NPGA: normalized peak glottal area; 표준화된 최대 성문면적, NBO: normalized baseline offset; 표준화된 기본 성문면적, GOR: gross opening rate; 전반적 성문 개폐속도, GCR: gross closing rate; 전반적 성문 폐쇄속도

<sup>a</sup> 정상군의 평균(M1)을 정상군 평균으로 나눈 값: M1/M1, <sup>b</sup> 성대마비군의 평균(M2)을 M1으로 나눈 값: M2/M1, <sup>c</sup> 성대구증군의 평균(M3)을 M1으로 나눈 값: M3/M1

## **Abstract**

### **Characteristics of respiration, glottal area waveform, and phonation in patients with unilateral vocal fold palsy or sulcus vocalis**

**Jae-Nam Choi**

*Graduate Program in Speech and Language Pathology, Yonsei University*

(Directed by Professor Hong-Shik Choi)

Patients with unilateral vocal fold palsy (UVFP) or sulcus vocalis (SV) show incomplete glottal closure and irregular vocal folds vibration, which interrupt the airflow needed for efficient voice production. Although the etiologies of glottic incompetence in patients with UVFP and SV are different, they have similar symptoms such as vocal fatigue, breathiness, and weak voice quality. Therefore, this study evaluated patients with UVFP and SV the differences in the characteristics of respiration, glottal area waveform, phonation, and the relationship among the glottal area waveform and respiratory and vocal function. Twenty normal subjects, 20 with UVFP, and 21 with SV were studied. Respiratory function test, acoustic and aerodynamic analysis, GRBAS scale rating, and glottal area waveform (GAW) were performed. The results were as follows.

1. There was no significant difference in respiratory function among the three groups.

2. The SV group had significantly larger mean air flow rate than the other two groups. The UVFP group had significantly larger phonation

quotient than the normal group. The SV group had significantly lower vocal efficiency than the normal group.

3. In /a/ vowel prolongation task, the normal group had significantly longer maximum phonation time than the other two groups on one-way ANOVA. The two patient groups had significantly larger jitter, shimmer, noise - to - harmonic ratio, and relative average perturbation than the normal group.

4. In the reading passage task, the two patient groups had significantly larger frequency distribution mean, amplitude quotient distribution mean, closed quotient distribution mean, pitch crossplot with irregularity score, and amplitude crossplot with irregularity score than the normal group. However, closed quotient was significantly larger in the normal group than the two patient groups. The two patient groups had a significantly larger number of breaths than the normal group.

5. The SV group had significantly wider normalized baseline offset than the other two groups. Gross closing rate was the slowest in the UVFP group. There were no significant differences for gross opening rate and speed quotient among the three groups.

6. G of GRBAS scale was positively correlated with the parameters of multi-dimensional voice program.

7. The SV group had significantly higher vocal fold mobility score in the laryngeal stroboscopy view than the other two groups.

The results revealed that respiratory insufficiency of the UVFP and SV groups was not related to the problems in respiratory function but to the problems in laryngeal valving mechanism. We quantified GAW in patients of the UVFP and SV groups. We investigated the relationship between the glottal area and aerodynamic and acoustic parameters. Eighteen of 29 parameters showed significant difference among the groups. Suggesting that quantitative

measurement of GAW may be a useful method to evaluate patients with glottic incompetence. Additionally, jitter and relative average perturbation might be important diagnostic parameters in mild to moderate patients in the UVFP and SV groups.

---

**Key Words** : unilateral vocal fold palsy, sulcus vocalis, glottic incompetence, respiratory function, phonation, glottal area waveform, Kay Imaging Process System