

정상인과 음성질환자의 호흡 패턴 및 호흡 기능의 운동학적 특성

최성희* · ** · 남도현** · 최홍식**

*연세대학교 대학원 언어병리학협동과정,

**연세대학교 의과대학 이비인후과학교실 · 음성언어의학연구소)

최성희 · 남도현 · 최홍식. 정상인과 음성질환자의 호흡 패턴 및 호흡 기능의 운동학적 특성. 『언어청각 장애연구』, 2006, 제11권, 제3호, 129-152. 본 연구는 정상적인 발성 중에 호흡의 신호를 측정할 수 있으며 발성 시 공명, 조음기관에 영향을 주지 않고 호흡과 성문 및 발성 기능을 동시에 측정할 수 있는 음성, 성문 및 호흡 통합 검사 장치를 이용하여 정상 성인 집단 55명, 성문의 불완전한 폐쇄를 보이는 양성성대질환자 20명 및 성대마비환자 15명을 포함한 총 90명을 대상으로 /아/모음 연장발성 시 호흡의 패턴과 호흡의 운동학적 특성을 분석하였다. /아/모음 연장 발성 시 성별과 연령을 통제한 상태에서 다중회귀분석 결과, 호흡의 동적 기능 중 전체 폐용량에 대한 흉부와 복부의 상대적인 기여도를 비교했을 때, 흡기와 호기 시 흉부의 기여도는 양성성대 질환군이 정상군에 비해 높았으나, 통계적으로 유의하지는 않았고, 성대마비군은 정상군에 비해 통계적으로 유의하게 높았다($p < .05$). 최대 흡기량 및 호기량은 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 그리고 호흡 패턴의 형태를 성별과 연령을 통제한 상태에서 다항 로지스틱 분석한 결과, 통계적으로 유의미한 차이를 보이지는 않았으나, 양성성대 질환군과 성대마비환자는 정상군에 비해 역행(paradoxical)호흡, 흉식호흡, 그 다음으로 복식호흡을 하는 경향성이 관찰되었다. 성대 내전 위치와 질량 변화로 인하여 호기류의 밸브 기능인 후두에 문제가 생길 때, 적절한 성문하압을 형성하기 어려우므로, 기존의 흉부를 주로 사용하는 호흡 패턴으로는 효율적인 음성 산출이 어렵다. 따라서 일상 대화와 같이 긴 발화나 큰 소리를 내기 위해서는 복식 호흡을 통해 적절한 성문하압을 형성하고 호기류를 증가시켜 성대 진동이 잘 이루어질 수 있도록 음성치료 시 호흡 훈련이 병행되어야 함을 확인할 수 있었다.

핵심어: 호흡패턴, 호흡의 운동학적 기능, 음성질환

I. 서 론

호흡은 음성을 산출하기 위하여 적절한 성문하압을 제공하는 역할을 하며, 발성을 위하여 성대의 진동이 시작하기 위한 최소한의 압력을 생성한다(Titze, 1992). 발성을 위한 성문하압은 주로 폐의 수동적 탄성력(elastic recoil)에 의해 생성되지만, 큰 소리나 긴 발화를 하기 위해서는 높은 성문하압이 요구되고 탄성력 외에 추가적인 호기 근육의 힘이 필요하다(Boone & McFarlane, 2000; Borden, Harris & Raphael, 1994; Hixon, Goldman & Mead, 1973).

J. van den Berg에 의하면, 소리 산출은 성대의 내후두근의 작용과 성대의 탄성 및 공기역학적

요소에 의해 이루어진다고 하였다(Borden, Harris & Raphael, 1994; Plant, 2005; Schutte, 1992). 즉, 복부 및 흉부에서는 발화를 위한 기류를 생성하기 위해 흡기와 호기 운동이 일어난다. 흡기는 다음과 같은 과정을 거치는데, 횡격 신경(phrenic nerve)에 의해 횡격막이 수축하기에 충분한 신경자극이 일어나면 횡격막이 낮아지고 평평하게 된다. 그 결과 복부의 내용물을 압박하여 복부의 벽이 바깥쪽으로 확장되고 흉부 체적(thoracic volume)이 증가하여 외부의 공기가 흡입된다. 횡격막이 하강함과 동시에 흉부 신경(thoracic nerve)은 외늑간근(external intercostal muscles)이 수축하도록 신경 자극을 전달하여 흉곽(rib cage)과 흉골(sternum)을 들어 올리게 된다. 이러한 작용의 결과로 흉곽은 전면과 후면 뿐 아니라 측면으로도 확장된다. 후두에서는 폐의 압력이 대기압과 같아질 때까지 폐 안으로 공기를 유입하기 위해 성대가 열려 있게 된다. 성대의 열린 틈을 성문(glottis)이라 하며, 발성을 할 때에는 두 성대를 접근시켜 완전히 닫고 폐에서 올라오는 기류의 힘으로 이를 진동시켜야 한다. 폐에서 올라오는 압축된 기류는 닫힌 성대 사이를 성대의 아랫부분부터 뚫고 올라가면서 열어놓은 다음 성대의 탄력 및 베르누이 효과(Bernoullie effect)에 의해 다시 닫히게 된다. 그 결과 성문이 수동적으로 개폐운동을 시작하고, 호기류를 단속하여 후두원음이 생성된다. 그러나, 후두 신경의 손상으로 인하여 성대마비와 같이 성대가 내전(adduction)하는 데 문제를 가지거나, 성대 결절, 폴립과 같은 성대의 질량 변화로 인한 부가적인 장애가 성대 진동에 미치는 영향 외에도 종물의 크기에 따라 성대 접촉을 방해하여 발성 시 성대가 완전히 접촉하기 어렵다. 이러한 불완전한 성문폐쇄는 소리 산출을 위한 성문하압에 영향을 주게 된다. 성대를 진동시키기 위하여 성문상압보다 성문하압이 더 높은 압력이 요구되는데, 불완전한 성문폐쇄는 성문폐쇄의 정도에 따라 다르지만 일반적으로 최대연장발성시간의 감소 및 증가된 평균 호기류율, 감소된 성문하압, 발화 중 호기 소모의 특징을 보인다(Bielamowicz & Stager, 2006; Omori et al., 1996). 양측성 성대 결절이 심한 경우에 성대 결절의 양쪽에 성대의 간극이 종종 관찰되며 열린 틈을 통해 호기류가 빠져 나가는 기식성 음성이 관찰된다(Hillman et al., 1989). 한 연구(Gordon, Morton & Simpson, 1978)에 의하면 기능적 음성질환에서 환자 중 거의 80%가 호기류를 유지하는 데 심각한 문제를 보인다고 하였다. 이러한 음성질환자 중에는 증가된 노력성 호흡이 관찰되고 있지만, 최근까지 음성질환자의 호흡 기능에 대한 평가나 연구는 극히 제한적이다.

임상적으로 음성질환자의 호흡 기능의 평가의 중요성이 많이 논의되어져 왔다. 이 문제에 관하여 Aronson (1990)은 호흡질환은 음성질환의 원인이 될 뿐 아니라, 후두와 성문상 근육의 지나친 수축이나 약화된 수축에 기인한 음성 질환에 의해서도 호흡 질환이 발생한다고 하였고, Wilson (1987)도 호흡은 음성 질환에 기여하는 요소로서 호흡의 기능을 파악하는 것이 중요하다고 언급하였다. Sapienza, Stathopoulos & Brown (1997)은 양측성 성대결절을 가진 성인 여성 환자에서는 성문사이로 많은 기류의 낭비를 보상하기 위해 발화 시작시 폐와 흉곽의 용적이 더 많이 증가됨을 보고하였다. Greene & Mathieson (1989)은 과기능의 발생과 관련된 음성장애는 얇은 호흡이나 호기와 발성 간의 불협응과 관련이 있다고 하였고, LaBlance et al. (1991)은 음성장애 환자들에게 나타나는 호흡 조절의 문제는 잔여 공기(residual air)에서 말하는 것과 관련이 있다고 보았으며, 전형적인 특징은 발성 개시 이전에 폐용적(lung volume)의 대부분을 호기하는 경우라고 하였다. 최근의 연구(Boone & McFarlane, 2000)에 의

하면, 음성장애 환자들에서 관찰되어지는 호흡상의 가장 일반적인 문제는 타이밍과 관련하여 부적절한 호기에서 발성을 시작하는 것이라고 하였다. Hixon & Putnam (1983)은 음성장애에 있어서 호흡의 지지는 중요하며 특히, 호흡의 동적(kinematics)평가의 중요성을 강조하였다.

호흡 기능의 일반적인 평가는 폐용적, 호기류, 압력 등에 대한 것을 평가한다(Isshiki & Leden, 1964; Plant, 2005; Schutte, 1992; Yoshioka et al., 1971). 개인 간 사용되는 호기량에 따라 다르지만, 말은 보통 전체 폐용량 중 10~25%의 매우 적은 양을 필요로 한다(Hoit et al., 1989). LaBlance et al. (1991)은 호흡기관은 말 산출에 필요한 폐용적이나 압력, 호기류를 충분히 가지고 있기 때문에 이러한 일반적인 호흡기능 검사는 음성질환자들에게 더 이상 중요하지 않으며, 호흡패턴, 호흡과 발성의 적절한 조절과 같은 호흡의 동적 평가가 말 산출을 위한 호흡기관의 능력에 대한 가치있는 정보를 제공할 수 있다고 하였다.

호흡계는 구조적으로 폐(lung)와 흉벽(chest-wall)으로 이루어져 있으며, 호흡근은 폐용적을 확장하기 위한 흡기근 및 폐용적을 수축하기 위한 호기근으로 구성된다(Hixon, Goldman & Mead, 1973). 흉벽은 말 산출을 극대화하기 위한 생물학적 기전으로 흉벽 움직임이 작용하며 말을 하기 위한 기류 역학적인 준비로 흉곽은 안정화하기 위한 자세를 가진다(Baken, Cavallo & Weissman, 1979). 휴식시 흉벽의 모습으로부터 흉벽 모양의 변형은 말하는 동안 환기 압력을 조절하기 위하여 흉곽과 횡격막-복부의 용량을 증가시키기 위해 나타난다(Baken & Cavallo, 1981). 호흡패턴은 호흡 동안 가장 많은 움직임이 일어나는 신체의 부위에 의해 결정된다(LaBlance et al., 1991). 호흡의 기본적인 패턴은 일반적으로 쇄골호흡, 흉식호흡, 횡격막-복식호흡으로 나누어지며, 흉식호흡과 횡격막-복식호흡을 같이 하는 것이 말산출을 위한 가장 효율적인 패턴으로 보았다(Vennard, 1968). 쇄골호흡은 후두의 긴장을 주는 원인이 되며, 폐활량을 감소시킨다. 또한 후두를 조이는 발성을 하게 되고, 호흡의 지지를 감소시키며 주로 과기능적 음성장애 환자들에게 빈번히 관찰된다(LaBlance et al., 1991). 비동시적인 혹은 역행(paradoxical)의 호흡패턴은 흡기 동안에 흉곽은 확장하는 한편, 복부는 수축하는 호흡패턴이 보고되었으며(Hixon, Goldman & Mead, 1973; Hixon & Hoit, 1998) 이러한 흉부와 복부의 비동시적 호흡패턴은 결과적으로 빠르고 얇은 호흡, 잔여 공기에서 말하기, 호흡근육과 후두근육의 긴장 및 거칠고 조여지는 발성이 된다(LaBlance et al., 1991).

많은 음성 치료 기법들은 호흡 운동의 중요성을 제안한다(Baumgartner, Sapir & Ramig, 2001; Boone, 1988; Kotby, Shiromoto & Hirano, 1993). Greene & Mathieson (1989)은 이완과 잘못된 호흡패턴의 교정에 초점을 두었고, Prater (2000)는 잔여 공기에서 말하는 것을 줄이도록 하였으며, 흡기와 호기를 잘 조절하고 리드미한 호흡을 할 수 있도록 쇄골호흡을 제거하도록 하였다. 최근 많은 음성 치료 기법 중 호흡의 지지와 음성 산출의 하부체계의 균형을 목표로 하는 총체적인 음성치료(holistic voice therapy)가 강조되고 있는데(Stemple, 2005), Stemple (2000)은 vocal function exercises, 액센트 기법(accent method), 공명 음성치료(resonant voice therapy) 및 리실버만 음성치료(Lee Silverman Voice Treatment, LSVT) 등 4가지 음성 치료를 이 범주로 분류하였다. 호흡훈련이 음성 치료 절차에 중요한 근거로는 호흡훈련을 받지 않은 정상인과 일반적인 음성질환자의 호흡기능과 패턴이 다른지

은 같더라도 발생기관의 문제를 보상하기 위해 호흡운동이 강화되어야 하는 지에 대해 파악하는 것은 중요한 일이 될 것이다.

이상의 연구 필요성에 기초하여 다음과 같은 연구문제를 설정하였다: /아/모음 연장 발생시 정상인과 음성질환자군 간에

- (1) 호흡 패턴에 차이가 있는가?
- (2) 최대 흡기량에 차이가 있는가?
- (3) 최대 호기량에 차이가 있는가?
- (4) 흡기시 전체 폐활량에 대한 흉부와 복부호흡 비율에 차이가 있는가?
- (5) 호기시 전체 폐활량에 대한 흉부와 복부호흡 비율에 차이가 있는가?

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구에서는 정상대조군의 경우, 21~66세의 정상 성인 총 55명을 대상으로 하였다. 환자군으로 성대마비환자 15명과 양성성대질환자 20명을 포함한 음성질환자군 35명을 대상으로 하였다. 따라서 정상군과 환자군을 합하여 총 90명이었으며 <표 - 1>과 같다.

정상군은 서울, 경기 지역에 거주하고 있는 21~66세(평균 연령 38.1세)의 정상 성인 55명(남자 25명, 여자 30명)을 대상으로 하였으며, 본 연구의 정상 성인을 선정하기 위해, 첫째, 키와 몸무게가 호흡에 미치는 영향을 통제하기 위하여 면담을 통해 한국인의 평균 신장과 체중 범위에 속하는지 여부와 흡연 유무 및 건강상태와 호흡훈련 유무를 조사하였다. 폐와 호흡기계의 이상 유무를 검사하기 위해 Spirometer (Model 370, Cosmed.)로 노력성 폐활량(Forced Vital Capacity: FVC)을 측정하였으며, 호흡기능 선별 검사지에 답하도록 하여 이상이 있으면 대상자에서 제외하였다. 심장, 신경계, 후두, 말-조음기관, 청력의 문제가 의심되는 경우, 심한 만성 질환을 앓고 있는 경우, 최근 5년 이내에 흡연을 한 경우, 주당 200g 이상의 음주를 하는 경우는 대상자에서 제외하였다. 둘째, 면담에 의해 선정된 대상자들에 대한 객관적 검증을 위해 이비인후과 음성전문가가 후두 정밀내시경이나 스트로보스코피를 통해 성대의 병리 유무를 확인하였고, 음성치료 분야의 전문성을 지닌 언어임상가 2인이 대상자의 음성을 청각각적으로 판단하였다. 셋째, 건강 상태는 휴식시 수축기압, 확장기압, 비만도를 기준으로 평가하였다. 수축기혈압이 남자 115 ± 30 mmHg, 여자 102 ± 30 mmHg, 이완기혈압이 남자 69 ± 18 mmHg, 여자 63 ± 19 mmHg의 범위에 포함된 경우(이동일 외, 1995), 비만도는 평균 신장에 대한 체중이 남자 64.2 ± 20.2 kg, 여자 54.5 ± 7.4 kg의 범위에 포함된 경우만 정상군으로 포함하였다(조중현·양웅석, 1999).

음성질환군은 영동세브란스병원 이비인후과에서 후두정밀내시경 검사에서 편측성 성대마비로 진단받은 환자 15명(남자 4명, 여자 11명)과 양성성대질환자로 진단받은 환자 20명(남자 5명, 여자 15명)

을 대상으로 하였다. 성대마비 위치는 중간위(intermediate) 4명, 부정위(paramedian) 11명이었고, 양성 성대질환군은 라인케부종 2명, 성대폴립 12명(일측성 11명, 양측성 1명), 양측성 성대결절 8명을 대상으로 하였으며, 양성성대질환군은 21~60세로 평균 연령이 38.8세, 편측성 성대마비는 21~63세로 평균 44.9세였다.

<표 - 1> 피검자의 성별과 연령별 분포 특성

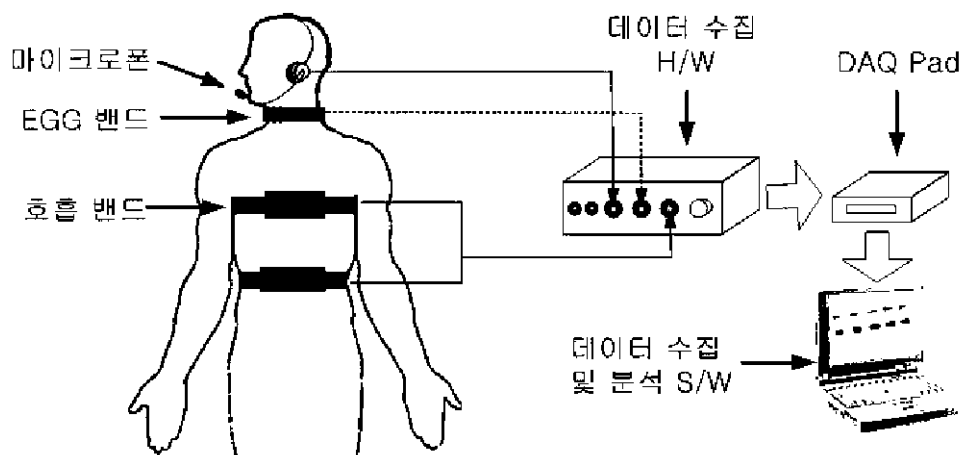
특성	남			여		
	정상군 (n=25)	양성성대질환 (n=5)	성대마비 (n=4)	정상군 (n=30)	양성성대질환 (n=15)	성대마비 (n=11)
연령(세)	34.6 ± 11.5	46.0 ± 14.1	40.3 ± 11.3	39.2 ± 13.8	36.3 ± 9.5	45.2 ± 12.8
신장(cm)	173.8 ± 4.4	173.8 ± 3.9	160.7 ± 5.9	161.9 ± 4.9	159.3 ± 4.0	159.1 ± 5.6
체중(kg)	67.9 ± 8.1	72.8 ± 5.9	70.0 ± 10.1	52.5 ± 5.9	56.2 ± 8.5	57.2 ± 4.7
폐활량(L)	4.3 ± 0.5	3.7 ± 0.7	3.6 ± 0.5	3.0 ± 0.4	3.1 ± 0.6	2.7 ± 0.5

평균 ± 표준편차

2. 실험 방법

음성 자료는 소음이 차단된 방에서 정상적인 발성 중에 호흡의 신호를 측정할 수 있으며 발성 시 공명, 조음기관에 영향을 주지 않고 호흡과 성문 및 발성 기능을 동시에 측정할 수 있는 음성, 성문, 호흡 통합 검사 시스템(이승훈 외, 2005)을 이용하여 호흡과 성문, 발성 자료를 동시에 수집하였다. 대상자는 서 있는 상태에서 EGG 전극을 갑상 연골의 각에서 측방으로 약 1cm 위치에 착용하고, 자료 녹음 전 /아/발성 동안 EGG신호가 화면상에서 파형이 관찰되는지 여부를 확인하였다. 발성시 흉부와 복부의 움직임 변화를 측정하기 위해 피검자는 가능한 옷을 가볍게 입고 흉부와 복부 밴드를 각각 유두와 배꼽 바로 위 부분에 오도록 Piezo Respiratory Belt 측정기를 착용하도록 하였다. 이 때, 호흡 밴드는 발성시 흉부와 복부의 전후좌우 용적 변화에 따라 oscilloscope상에 움직임을 시각적으로 보여주었다. 피검자의 목소리는 헤드셋 마이크 Model C420 (AKG Acoustics, Austria)을 통해 입력되었고 입과의 거리는 마이크로부터 측면으로 5cm 정도 떨어진 위치에 놓았다<그림 - 1>. 먼저 호흡 보정을 하기 위하여, 피검자로 하여금 휴식시 상태로부터 흡식과 복식으로 최대 호기와 흡기를 하도록 하여 환자의 흉부채널에서의 최대/최소, 복부채널에서 최대/최소 호흡 수치를 구하였다. 소리의 크기는 편안한 보통 크기의 /아/발성을 하도록 하였는데 피검자가 선 자세에서 보통크기(65 ± 5dB)가 되도록 digital sound level meter (model, 8925)로 모니터하도록 시각적 피드백을 주었고 음성질환군 중 성대마비군에서는 환자의 특성상 65 ± 5dB가 편안한 보통 크기의 강도가 되지 않고 노력성 발성을 해야 하는 크기였으므로 피검자가 낼 수 있는 자연스러운 보통 크기의 목소리를 내도록 하였다. /아/발성은

22,050Hz로 샘플링하였으며, /아/연장 발성은 선행 연구 결과에 근거하여, 세 번 실시를 원칙으로 하였다 (Bless & Hirano, 1982; Swashima, 1966). 발성 방법은 흡기 시간의 시작점을 확인하기 위하여 “조용한 호흡을 1회 실시한 후, 숨을 최대한 깊이 들여 마신 뒤 편안한 음높이로 중간에 끊지 말고 최대한 길게 내세요”로 지시 사항을 주었다. 검사전 검사자의 시범 뒤에 모음/아/를 발성하도록 하였고, 최대 수행을 보이지 못했거나 검사자의 지시를 바르게 이해하지 못한 경우에는 과제 수행 방법을 다시 설명을 한 뒤 검사를 재실시하였다.



<그림 - 1> 실험절차의 도식화된 그림

3. 자료 분석

가. 호흡 패턴

호흡의 패턴 분류는 일반적으로 크게 흉식호흡, 복식호흡, 쇄골호흡으로 분류된다. Hixon, Goldmen & Mead (1973, 1976)은 정상인을 대상으로 폐용적이 일정하고, 수직적인 움직임의 크기가 동일하다고 가정했을 때, 흉벽 두 부분의 상대적인 움직임 간에 기능적 관계에 따라 호흡의 형태를 크게 흉곽과 복부가 동일한 경우, 복부의 움직임이 많은 경우, 흉곽의 움직임이 더 많은 경우, 하나의 부분이 다른 부분과 동일한 움직임을 보여 전체 폐용적에 변화를 주는 역행의 모순된(paradoxical) 움직임으로 구분하였다. Paradoxical 움직임은 호흡의 흡기와 호기시 흉벽의 움직임이 폐용적이 증가할 때 폐용적의 증가와는 반대로 움직이거나 폐용적이 감소할 때 폐용적 감소와 반대로 움직이는 모순된 흉벽의 움직임을 말한다(Hixon, Mead & Goldman, 1973). 예컨대, 호기시 폐활량이 감소할 때, 반대로 복부가 밖으로 팽창할 때 복부의 모순된 움직임이 있다고 할 수 있다. 본 연구에서는 정상군과 음성질환군을 다 포함하였으나, 흉벽의 전후 측면 움직임만 측정 가능하였으므로 Hixon, Goldmen & Mead (1973)의 분

류에 따라 흉식호흡, 복식호흡, paradoxical 호흡으로 분류하였다. 이 때 /아/모음 연장발성동안 호흡패턴은 흡기시 흉부와 복부호흡의 비율에 따라 분류하였으며, 말 산출 동안 가장 많은 움직임이 일어나는 부위에 따라 호흡패턴을 분류하였다.

나. 호흡의 동적 기능

최대흡기량은 흡기 시작시 상대적 폐활량과 최대 흡기 지점의 폐활량의 차이로 구하여 내었고, 최대호기량은 최대 흡기 지점과 호기가 끝나는 지점 구간 내에서 가장 낮은 부분의 상대적 폐활량을 구하여 차이를 계산해 내었다. 흡기시 흉식 및 복식호흡의 비율과 호기시 흉식 및 복식호흡의 비율은 복부와 흉부의 합한 채널에서 흡기 및 호기 구간을 선정하여 다음과 같은 공식에 의해 복식호흡의 비율을 측정하였고, 흉식호흡의 비율은 $100 - \text{복식호흡의 비율}$ 로 계산해 내었다.

$$\text{복식호흡의 비율} = \frac{R_{ABD}}{R_{CH} + R_{ABD}} \times 100 [\%]$$

다. 분석 변수의 정의

- (1) 최대흡기량(Maximum Inspiratory Volume, MIV) : 흡기 시작시 상대적 폐활량과 최대 흡기 지점의 폐활량의 차이를 말한다.
- (2) 최대호기량(Maximum Expiratory Volume, MEV): 최대 흡기 지점과 호기가 끝나는 지점 구간 내에서 가장 낮은 부분의 상대적인 폐활량의 차이를 말한다.
- (3) 흡기시 전체 폐활량에 대한 흉식호흡의 비율(% contribution Rib cage in Inspiration, RCI): 흡기 구간에서 흉식과 복식호흡의 합에 대한 흉식호흡의 비율을 말한다.
- (4) 흡기시 전체 폐활량에 대한 복식호흡의 비율(% contribution Abdomen in Inspiration, ABI): 흡기 구간에서 흉식과 복식호흡의 합에 대한 복식호흡의 비율을 말한다.
- (5) 호기시 전체 폐활량에 대한 흉식호흡의 비율(% contribution Rib cage in Expiration, RCE): 호기 구간에서 흉식과 복식호흡의 합에 대한 흉식호흡의 비율을 말한다.
- (6) 호기시 전체 폐활량에 대한 복식호흡의 비율(% contribution Abdomen in Expiration, ABE): 호기 구간에서 흉식과 복식호흡의 합에 대한 복식호흡의 비율을 말한다.

3. 통계처리

수집된 자료는 통계분석 패키지인 SPSS (Statistics Package for the Social Science, version 12.0)로 분석하였다. /아/모음 연장 발성시 호흡패턴에 대한 집단 간 차이를 보기 위하여 카이제곱분석(chi-square test) 또는 피셔의 정확도 검정(Fisher's exact test)을 실시하였다. 이와 동시에 성별과 연령을 통제한 상태에서 호흡의 패턴에 대한 집단 간 차이를 살펴보기 위해 다항로지스틱 회귀분석을 실

시하였으며, 정상군을 기준집단으로 하였다.

호흡의 동적 기능을 평가하기 위하여, 전체폐활량에 대한 최대 흡기량, 최대 호기량, 흡기시 흉식 호흡 및 복식호흡의 비율, 호기시 흉식 및 복식 호흡비율을 측정하였으며, 각 종속 변수에 대한 집단 간 차이를 보기 위하여 일원분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였고, 이와 동시에 성별과 연령을 통제한 상태에서 호흡의 동적 기능에 대한 집단 간 차이를 살펴보기 위해 다중회귀분석을 실시하였다.

4. 검사-재검사 신뢰도

전체 자료의 10%인 9명에 해당하는 자료를 임의로 선택한 뒤, 검사자 간 신뢰도와 검사자 내 신뢰도를 분석하였다. 검사자 간 신뢰도 분석을 위하여 이 기기를 다룰 수 있는 생체공학협동과정의 대학원생 1명이 해당 자료를 측정하여 그 결과에 대해 스피어만 상관분석(Spearman correlation analysis)을 실시하였다. 유의수준은 0.05로 검정하였으며 그 결과는 <표 - 2>와 같다.

<표 - 2> 평가-재평가 신뢰도

종속변수†	검사자 내 신뢰도	검사자 간 신뢰도
MIV	0.960	0.833
MEV	0.997	0.850
RCI	0.997	0.843
RCE	0.997	0.833
ABI	0.923	0.829
ABE	0.960	0.833

† MIV (Maximum Inspiratory Volume): 최대흡기량; MEV (Maximum Expiratory Volume): 최대호기량; RCI (% contribution Rib cage in Inspiration): 흡기시 흉식호흡의 비율; ABI (% contribution Abdomen in Inspiration): 흡기시 복식호흡의 비율; RCE (% contribution Rib cage in Expiration): 호기시 흉식호흡의 비율; ABE (% contribution Abdomen in Expiration): 호기시 복식호흡의 비율

Ⅲ. 연구결과

1. /아/모음 연장발성시 집단 간 호흡의 패턴

정상군과 음성질환군의 호흡패턴의 빈도수와 백분율은 <표 - 3>과 같다. 호흡 패턴별로 볼 때, 정상군과 음성질환군에서 모두 흉식 호흡의 비율이 가장 컸다<그림 - 2>. 흉식호흡은 정상군이 52.7%, 양성성대질환군이 50.0%, 성대마비군이 73.4%로, 성대마비군은 흉식호흡이 상대적으로 정상군이나 양성성대질환군에 비해 높았다. 복식호흡은 정상군이 41.8%, 양성성대질환군이 25.0%, 성대마비군이 13.3%로 정상군은 상대적으로 복식호흡의 비율이 높았다. Paradoxical호흡은 정상군이 5.5%, 양성성대

질환군이 25.0%, 성대마비군이 13.3%로 양성성대질환군은 상대적으로 paradoxical호흡이 높았다.

성별과 연령을 통제한 상태에서 집단 간 호흡 패턴에 대한 차이를 살펴보기 위해 다항로지스틱 회귀분석을 실시한 결과는 <표 - 4>와 같다. 정상군에 비해 양성성대질환군은 흉식호흡에 비해 복식호흡을 할 확률이 0.765배 높았으나, 통계적으로 유의하지 않았으며($p > .05$), 정상군에 비해 성대마비군은 흉식호흡에 비해 복식호흡을 할 확률은 0.209배 높았으나, 유의하지 않았다($p > .05$). 한편, 정상군에 비해 양성성대질환군은 흉식호흡에 비해 paradoxical호흡을 할 확률은 1.200배 높았으나, 통계적으로 유의하지는 않았으며($p > .05$), 정상군에 비해 성대마비군은 흉식호흡에 비해 paradoxical호흡을 할 확률은 4.830배 높았으나, 유의한 차이는 보이지 않았다($p > .05$).

<표 - 3> /아/모음 연장발성시 집단 간 호흡 패턴에 대한 빈도수와 백분율

	정상군	양성성대질환군	성대마비군	<i>p</i>
흉식호흡	29(52.7)	10(50.0)	11(73.4)	0.044*
복식호흡	23(41.8)	5(25.0)	2(13.3)	
paradoxical호흡	3(5.5)	5(25.0)	2(13.3)	
계	55(100.0)	20(100.0)	15(100.0)	

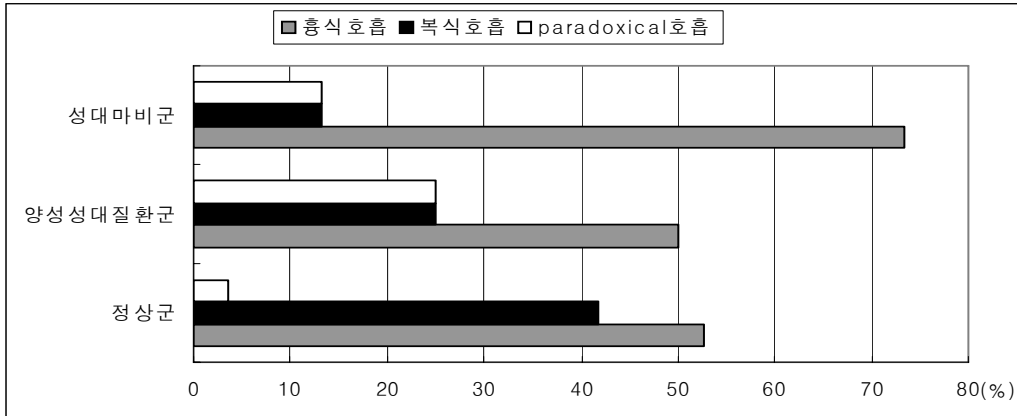
* $p < .05$

<표 - 4> /아/모음 연장발성시 성별과 연령을 통제한 상태에서 집단 간 호흡패턴에 대한 다항로지스틱분석 결과

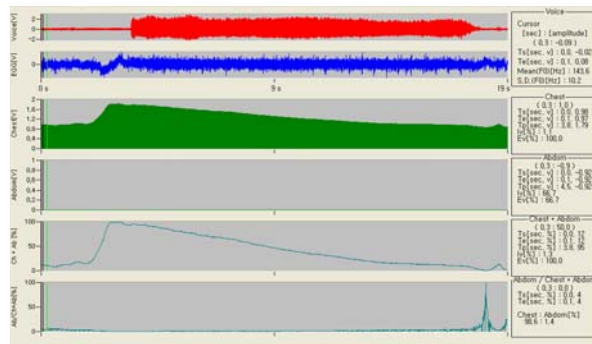
독립변수		흉식 - 복식		흉식 - paradoxical	
		OR [†]	95% CI [‡]	OR [†]	95% CI [‡]
성별	남	1.0		1.0	
	여	0.293	(0.108, 0.798)	1.362	(0.238, 7.798)
연령		1.036	(0.997, 1.077)	1.044	(0.984, 1.107)
집단	정상군	1.0		1.0	
	양성성대질환군	0.765	(0.209, 2.795)	1.200	(0.161, 8.919)
	성대마비군	0.209	(0.039, 1.120)	4.830	(0.932, 25.033)

† OR: odds ratio

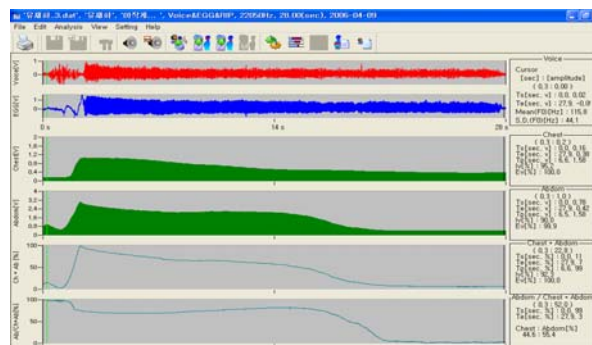
‡ CI: confidence interval



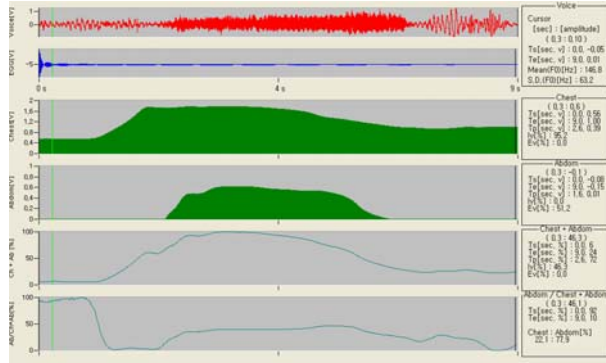
<그림 - 2> /아/모음 연장발성시 집단 간 호흡패턴



<그림 - 3> 음성, 성문 및 호흡 통합 검사 장치에서, /아/모음 연장 발성시 정상 여성의 흉식호흡의 일례



<그림 - 4> 음성, 성문 및 호흡 통합 검사 장치에서, /아/모음 연장 발성시 정상 남성의 복식호흡의 일례



<그림 - 5> 음성, 성문 및 호흡 통합 검사 장치에서, /아/모음 연장발성시 호기 과정에서 복부 paradoxical 움직임을 보이는 여성 성대마비 환자의 일례

2. /아/모음 연장발성시 호흡의 동적 기능

/아/모음 연장발성시 호흡의 동적 기능을 평가하기 위하여, 전체폐활량에 대한 최대 흡기량, 최대 호기량, 흡기시 흉식호흡 및 복식호흡의 비율, 호기시 흉식 및 복식호흡 비율을 측정하였으며, 각 종속 변수에 대한 평균과 표준편차는 <표 - 5>와 같다.

<표 - 5> /아/모음 연장발성시 집단 간 호흡의 동적 기능에 대한 측정치

측정변수†	정상군		양성성대질환군		성대마비군		p
	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	
MIV (%VC)	66.1	19.7	64.4	15.7	71.8	19.1	0.478
MEV (%VC)	80.9	12.2	85.5	12.8	76.1	19.9	0.140
RCI (%VC)	49.7	31.5	58.9	27.0	68.4	16.5	0.068
ABI (%VC)	50.3	31.5	41.1	27.0	35.2	29.5	0.156
RCE (%VC)	55.6	24.9	59.2	17.4	74.3	20.0	0.022*
ABE (%VC)	43.8	23.9	40.8	17.3	25.7	19.9	0.022*

† MIV (Maximum Inspiratory Volume): 최대흡기량; MEV (Maximum Expiratory Volume): 최대호기량; RCI (% contribution Rib cage in Inspiration): 흡기시 흉식호흡의 비율; ABI (% contribution Abdomen in Inspiration): 흡기시 복식호흡의 비율; RCE (% contribution Rib cage in Expiration): 호기시 흉식호흡의 비율 ; ABE (% contribution Abdomen in Expiration): 호기시 복식호흡의 비율
모든 측정변수는 전체 폐활량에 대한 측정치로 표기되었음.

* $p < .05$

<표 - 6> 성별과 연령을 통제한 경우 집단에 따른 동적 호흡 기능에 대한 회귀분석 결과 (기준집단 = 정상군)

종속변수†	집단	회귀계수	t 값	p
MIV	양성성대질환군	-0.996	-0.205	0.838
	성대마비군	8.573	1.562	0.122
MEV	양성성대질환군	5.168	1.422	0.159
	성대마비군	-2.883	-0.701	0.485
RCI	양성성대질환군	7.732	1.019	0.311
	성대마비군	18.958	2.210	0.030*
ABI	양성성대질환군	-7.620	-0.986	0.327
	성대마비군	-15.417	-1.763	0.082
RCE	양성성대질환군	2.110	0.349	0.728
	성대마비군	16.913	2.475	0.015*
ABE	양성성대질환군	-1.424	-0.244	0.808
	성대마비군	-16.200	-2.451	0.016*

† MIV (Maximum Inspiratory Volume): 최대흡기량; MEV (Maximum Expiratory Volume): 최대호기량; RCI (% contribution Rib cage in Inspiration): 흡기시 흉식호흡의 비율; ABI (% contribution Abdomen in Inspiration): 흡기시 복식호흡의 비율; RCE (% contribution Rib cage in Expiration): 호기시 흉식호흡의 비율; ABE (% contribution Abdomen in Expiration): 호기시 복식호흡의 비율.

모든 측정변수는 전체 폐활량에 대한 측정치로 표기되었음.

* $p < .05$

가. 최대흡기량

/아/모음 연장발성시 최대흡기량은 정상군 66.1VC%, 양성성대질환군 64.4VC%, 성대마비군 71.8VC%로 성대마비군이 /아/모음 연장발성 중 가장 흡기 변화량이 컸으며, 양성성대질환군이 흡기 변화량이 가장 작았으나 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다($p > .05$)<표 - 5>. 또한 성별과 연령을 통제한 분석에서도 유의한 차이를 보이지 않았다($p > .05$)<표 - 6>.

나. 최대호기량

/아/모음 연장발성시 최대호기량은 정상군 80.9VC%, 양성성대질환군 85.5VC%, 성대마비군

76.1VC%로 양성성대질환군이 /아/모음 연장발성 중 가장 호기 변화량이 컸으며, 성대마비군이 호기 변화량이 가장 작았으나 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다($p > .05$) <표 - 5>. 또한, 성별, 연령을 통제한 분석에서도 유의한 차이를 보이지 않았다($p > .05$) <표 - 6>.

다. 흡기시 흉식 및 복식호흡의 비율

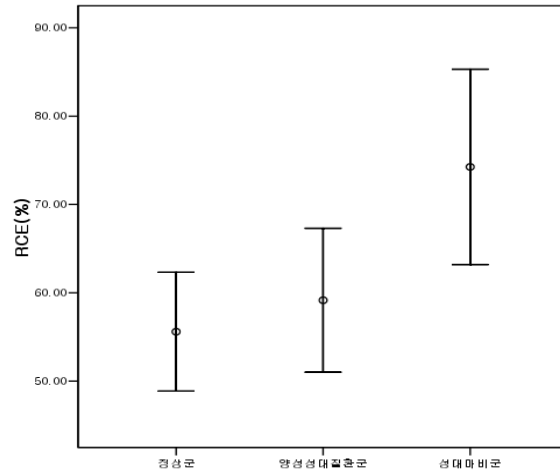
/아/모음 연장발성 동안 흡기시 흉식호흡의 비율은 정상군 49.7VC%, 양성성대질환군 58.9VC%, 성대마비군이 68.4VC%로 성대마비군이 흡기시 가장 흉식호흡의 비율이 컸으나, 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다($p > .05$)<표 - 5>. 성별과 연령을 통제했을 때 흡기시 흉식호흡 비율은 정상군에 비해 양성성대질환군이 평균적으로 7.732 높았으나 통계적으로 유의하지는 않았고, 성대마비군은 통계적으로 유의하게 18.958 높았다<표 - 6>.

/아/모음 연장발성 동안 흡기시 복식호흡의 비율은 정상군 50.3%, 양성성대질환군 41.1%, 성대마비군이 35.2%로 성대마비군이 흡기시 가장 복식호흡의 비율이 낮게 나타났으나 통계적으로 유의하지는 않았다($p > .05$)<표 - 5>. 또한, 성별, 연령을 통제한 분석에서도 유의한 차이를 보이지 않았다<표 - 6>.

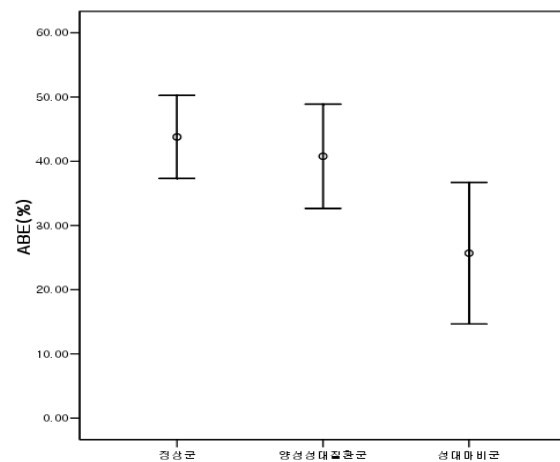
라. 호기시 흉식 및 복식호흡의 비율

/아/모음 연장 발성 동안 호기시 흉식호흡의 비율은 정상군 55.6%, 양성성대질환군 59.2%, 성대마비군이 74.3%로 성대마비군이 호기시 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$)<표 - 5>. 집단 간에 차이를 알아보기 위해 본페로니 방법을 적용하여 사후 검정을 실시한 결과, 성대마비군은 정상군과 양성성대질환군에 비해 모두 유의하게 호기시 흉식호흡의 비율이 높았다($p < .05$)<그림 - 6>. 성별과 연령을 통제했을 때 호기시 흉식호흡의 비율은 정상군에 비해 양성성대질환군이 평균적으로 2.110 높았으나, 통계적으로 유의한 차이는 없었고, 성대마비군은 통계적으로 유의하게 16.913 높았다<표 - 6>.

/아/모음 연장 발성 동안 호기시 전체폐활량에 대한 복식호흡의 비율은 정상군 43.8%, 양성성대질환군 40.8%, 성대마비군이 25.7%로 성대마비군이 호기시 통계적으로 유의하게 복식호흡의 비율이 가장 낮게 나타났다($p < .05$)<표 - 5> <그림 - 7>. 집단 간에 차이를 알아보기 위해 본페로니 방법을 적용하여 사후 검정을 실시한 결과, 성대마비군은 정상군과 양성성대질환군에 비해 모두 유의하게 호기시 복식호흡의 비율이 낮았다($p < .05$). 성별과 연령을 통제했을 때 호기시 전체 폐활량에 대한 복식호흡의 비율은 정상군에 비해 양성성대질환군이 평균적으로 1.424 낮았으나, 통계적으로 유의한 차이는 없었고, 성대마비군은 통계적으로 유의하게 16.200 낮았다<표 - 6>.



<그림 - 6> /아/모음 연장발성시 집단 간 호기시 전체폐활량에 대한 흡식호흡의 상대적 비율



<그림 - 7> /아/모음 연장발성시 집단 간 호기시 전체폐활량에 대한 복식호흡의 상대적 비율

IV. 논의 및 결론

발성시 흉벽 움직임은 이용 가능한 폐용적과 서로 다른 탄성 압력에서 일정한 폐포의 압력을 유지하기 위해서 호흡근의 압력을 조절함으로써 이루어진다(Hixon, Mead & Goldman, 1976; Hoit & Hixon, 1986b; Huber, Chandrasekaran & Wolstencroft, 2005; Stathopoulos & Sapienza, 1997). 이는 ‘흉벽 움직임의 경제성 원리’에 의한 것으로 훈련받지 않은 일반인은 복부보다는 흉곽이 작고 더 빠른 근육

움직임과 세밀한 조절이 가능하기 때문에 말 산출동안 폐용적의 변화와 폐용적의 수축의 주작용은 주로 흉곽의 호기근에 의하여 이루어진다고 하였다(Makiyama et al., 2005).

흉벽 움직임의 동적 측정은 발화시 호흡에 있어서 흉곽과 복부의 움직임이 조화로운지 측정할 수 있다. 작은 자석이 등과 가슴 앞쪽, 허리 및 복부 위에 놓이게 된다. 이 때 흉곽과 복부가 있는 자석 간의 거리는 변동하며 이 정보는 역전류검출관에 기록되거나 그래프로 보여진다. 복부 움직임과 흉곽 움직임 사이의 공간적 협응을 연구하기 위해 Hixon, Mead & Goldman (1976)은 복부와 흉곽 두 영역은 서로 관련이 있기 때문에 복부와 흉곽의 상대적인 앞뒤 직경(antero-posterior diameter: AP diameter)에 자력계(magnetometers)를 사용하였으며, 앞 뒤 움직임 뿐 아니라 측면의 움직임의 변화 측정이 가능한 반둘레 측정(hemicircumferences)(Baken, 1977)과 호흡 인덕티브 체적 변동 기록계(respiratory inductive plethysmograph: RIP)가 사용되었다(Revow et al., 1987).

흉벽 움직임은 정상인 남성을 대상으로 체형(body type: 지방질, 근육형, 마른형)에 따라 구분했을 때 발화시 다른 체형을 가진 사람들은 흉곽의 움직임 비율이 높았으며, 지방질이 많은 체형은 호기시에 더 많은 복부의 움직임을 보였다. 같은 신체 형태일 때에는 호흡 수, 1회 호흡량(tidal volume)은 유사하였으나, 폐용적에 대한 복부와 흉부의 상대적인 기여도는 다르게 나타났다. 일반적으로 여성은 남성에 비해 흉식호흡이 많고, 폐용적 변화에 대한 복부 움직임의 기여도가 남성이 더 많다고 보고되고 있으나 호흡패턴은 성별과 관련된 차이보다 신체 특성과 더 관련성이 있다고 밝히고 있다(Hoit & Hixon, 1986a).

연령에 따른 일반적인 호흡의 동적 측정에서는 조용한 일반적 호흡에서는 잔기 용적(residual volume)을 제외하고는 연령(25세, 50세, 75세)에 따라 의미있는 차이를 보이지 않았다. 흡기단계에서는 흉곽과 복부가 모두 증가하였으나, 흉곽의 기여도가 더 두드러졌고, 호기단계에서 흉벽 이완시 상대적인 움직임은 적은 복부 변화량과 상대적으로 더 많은 흉곽 변화량을 보였다. 발화 호흡에서는 75세의 노인 집단에서 더 많은 폐용적과 흉곽 용적의 시작, 더 많은 폐용적과 흉곽 용적의 변화, 한 호흡 당 더 적은 음절수를 나타내었다(Hoit & Hixon, 1986b).

흉벽 움직임은 자세(서있는, 누워있는)에 따라 중력(gravity)의 영향에 의해 서로 다르게 흉벽 움직임을 조절하게 된다(Hixon, Goldman & Mead, 1973, 1976). 즉, 서있는 자세에서 흉곽 만에 의해서 조절되는 흉벽 조절 기전은 중력이 흉곽에서는 호기적으로, 횡격막과 복부에서는 흡기적으로 작용하고, 반면에 누워 있는 자세에서 중력의 작용은 복벽이 안으로 들어가도록 하고 복부 내용물과 횡격막이 머리쪽으로 움직이게 하여 횡격막과 복부가 호기의 방향으로 작용하게 된다. 흉벽 움직임은 개인 간, 과제 간에 다르게 나타났으나, 대부분 복부보다는 흉곽의 기여도가 두드러졌음을 보고하였다. 강도나 발화 속도는 개인 간 흉곽과 복부의 상대적 움직임에 큰 영향을 주지 않았다(Hixon, Goldman & Mead, 1973).

Titze (1994)는 흡기 동안의 복부 움직임에 대하여 복부가 안으로 들어가고 흉곽이 위로 상승하는 'up-and-in' 혹은 'pear-shape-up' 방법과 복부가 아래쪽으로 밖으로 나오고 흉곽의 위치나 움직임은 강조하지 않는 'down-and-out' 혹은 'pear-shape-down' 두 가지 방식에 대해 언급하였다. 배가 안으로 들

어가는 자세는 주로 횡격막이 매우 높게 등근 천장 모양을 한 형태로 이 때 흉곽은 상대적으로 밖으로 나온 형태를 가지며, 이러한 방식은 흡기와 관련하여 볼 때 전체 폐용적이 증가하는 동안 복부가 안으로 들어가기 때문에 'paradoxical(모순된 역행의 움직임)'이라 지칭한다(Hixon, Goldman & Mead, 1973; Hixon & Hoit, 1998). 이와는 반대로 복부가 밖으로 나옴으로써 복부의 용적이 증가하는 방식은 횡격막의 수축의 결과로서 '복부-횡경막 호흡(abdomino-diaphragmatic breathing)'으로 지칭한다.

흡기시 서있는 자세에서 호흡패턴은 횡격막 수축으로 인하여 복부가 밖으로 나오는 경우, 외늑간근(external intercostal muscle)의 수축으로 흉곽만 밖으로 나오는 경우, 횡격막과 외늑간근의 동시 수축으로 흉곽과 복부가 동시에 확장되는 경우, 복부는 안으로 들어가 횡격막이 흉식시 위치보다 더 높이 올라가고, 이와 동시에 외늑간근의 수축으로 인하여 흉곽이 밖으로 위로 확장하는 복부의 paradoxical 움직임이 있는 경우, 흉곽이 안으로 들어가고 복부가 밖으로 확장되는 흉곽의 paradoxical 움직임이 있는 경우로 분류해 볼 수 있겠다. 그러나, 훈련받지 않은 일반인과 음성장애 환자들에게 심호흡을 하도록 하였을 때, 때때로 복부의 paradoxical 움직임이 관찰될 수 있다고 하였으나, 대부분은 흡기시 흉곽과 복부가 동시에 모두 확장됨을 보일 것이라고 하였다(Hixon & Hoit, 1998). 본 연구에서도 정상군과 환자의 대부분은 흉곽과 복부를 동시에 사용하는 경우가 가장 많았으나, 본 연구는 흉벽 중 폐용적에 기여하는 상대적인 기여도에 따라 흡기시 흉곽의 움직임이 더 많은 경우는 흉식호흡으로, 복부의 움직임이 더 많은 경우는 복식호흡으로 분류하였다.

본 연구에서 모음 연장발성 동안 흡기시 전체 폐활량에 대한 흉식호흡 비율은 정상군은 49.70%, 양성성대질환군은 58.9%, 성대마비군은 68.4%였으며, 호기시 흉식호흡의 비율은 정상군은 55.60%, 양성성대질환군은 59.2%, 성대마비군은 74.3%로 복부보다 상대적으로 흉곽을 더 많이 사용하는 것으로 나타났다. 호흡 패턴을 보면, 정상군은 흉식 호흡이 52.7%로 약간 더 높았고, 각 연령층에서도 흉식호흡이 더 두드러지는 경향을 보였으며, 이는 선행 연구와 일치된 결과를 보였다(Hodge & Rochet, 1989; Hoit et al., 1989; Hoit et al., 1990; Winkworth et al., 1995). 한편 양성성대질환군은 흉식 호흡이 50.0%, 성대마비군은 73.4%로 모든 집단에서 흉식호흡의 비율이 가장 높았으나, 상대적으로 성대마비군은 흉식호흡의 비율이 정상군이나 양성성대질환군에 비해 높았으며, 양성성대질환군은 paradoxical호흡이 높았고, 정상군은 복식호흡의 비율이 높았다. 서있는 자세에서 횡격막보다는 흉곽을 더 많이 사용하는 원인에 대하여 한 연구(Watson & Hixon, 1985)는 흉곽은 흉벽의 약 3/4을 차지하므로 흉곽의 대부분을 차지하는 반면, 횡격막은 흉벽의 약 1/4정도만 차지하므로 폐포 압력에 있어서 횡격막의 움직임보다는 흉곽의 움직임이 동일한 변화를 일으키기 위해서는 더 많이 확장할 필요가 없는 장점이 있다고 하였다. 또한 흉곽의 흡기근은 횡격막에 비하여 크기가 더 작고, 숫자적으로 더 많으며, 빠른 움직임을 보이기 때문에 흡기적 노력에 있어서 더 세밀한 조절을 제공하는 것으로 보았다. 복근은 일반적으로 조용한 호흡 동안에는 잘 관찰되지 않으나 운동이나 호기적 노력시에 관찰된다(Hixon, 1973). Hoit et al. (1988)은 정상 성인 남성과 여성의 말 산출동안 근전도 검사에 의한 복부 근육의 움직임 패턴을 보고하였는데, 복부 근육의 활동은 신체 자세, 폐용량, 말 과제에 의해 영향을 받고, 성별에 의한 차이는 없는 것으로 보고하였다. 즉, 서 있는 자세에서 읽기와 대화시 일반적으로 복부의 내복사근(internal oblique abdominis), 외

복사근(external oblique abdominis), 복횡근(transverse abdominis)을 포함한 측면 움직임이 많고, 이 중에서도 복부의 윗부분 보다는 아랫부분의 활동이 증가함을 보고하였다. 또한 복직근은 능동적 호기 동안에는 별로 중요한 역할을 하지 않고 자세 조절에 더 중요한 역할을 한다고 하였고 복사근이나 복횡근이 능동적인 호기 과정에 더 관여한다고 하였다(Leanderson & Sundberg, 1988). 또한, Hoit et al. (1988)은 큰 소리를 산출할 때와 적은 폐용량에서 말을 산출할 때 복근 활동이 증가한다고 하였다. 실제로 본 연구에서 호흡패턴을 보면, 정상군은 대부분 흉곽과 복부를 같이 사용하였으나, 상대적으로 흉식호흡의 비율이 더 많았으며, 실제로 복부만 사용한 복식호흡은 매우 적었다. 한편, 양성성대질환군은 상대적으로 다른 집단에 비해 역행의 모순된(paradoxical) 호흡 패턴 비율이 높았는데, 흡기시 복부가 축소하는 패턴은 어깨를 지나치게 들어 올릴 때 상대적으로 복부가 축소하였으며, 이는 쇄골호흡과 관련이 있었다. 또한 호기 중에 흉벽 움직임의 모순된 비동시적 움직임이 정상군 및 음성질환자군에서 관찰되었는데, 호기 동안 흉곽 용적이 감소할 때, 역으로 복부는 호기와는 반대방향으로 밖으로 나오는 형태를 보였다. 이는 복근은 흡기근이 아닌 호기근으로서 호기시 복부를 수축시키는 작용을 하지만, 호기 동안 복부의 팽창을 보인 것은 /아/연장 발성 동안 호기근인 복근을 사용한다기보다 폐의 탄성력이 감소함에 따라 호기의 소모를 적게 하기 위하여 흡기적 검사가 과도하게 일어난 것으로 추측된다. Melissinos et al. (1981)은 정상인의 노력성 폐활량(FVC)에 대한 흉벽 움직임에 대한 연구에서 호기 동안 우선적으로 폐의 상엽(upper lobe)부터 호기류가 빠져 나감을 보고하였으며, 호기 초기에 복부의 모순된 움직임으로 인해 폐용량 변화가 지연되었으며, 흉곽 하부(lower rib cage)의 변화는 단순히 흉부의 흡기근에 의해서라기보다는 횡경막 활동에 의한 것이며 이것은 복부의 형태에도 영향을 준다고 하였다. 또한 흡기 동안 흉곽의 용적 증가와 함께 복부 수축이 관찰되었는데, 이러한 현상에 대해 Hoit et al. (1988)은 흡기 동안 순간적인 복근 활동의 감소는 낮은 폐용량에서 빠른 흡기를 할 때 복부에 의해 제공되는 저항을 감소시킴으로써 흡기를 하기 위한 횡경막의 수축을 도와주고 상대적으로 흉곽이 상승하도록 도와준다고 하였다.

한편, 양성성대질환군은 통계적으로 유의하지는 않았으나, 최대흡기량은 64.40%VC로 정상군 66.12%VC, 성대마비군 71.81%VC에 비해 제일 작았다. 이러한 결과는 모든 피검자에게 동일하게 과제 시작 전 보통 호흡을 1회 시행하고 심호흡을 한 뒤, /아/연장 발성을 시작하도록 지시사항을 주었음에도 불구하고, 집단 간 평균적인 차이를 보인 것은 호흡의 패턴과 관련이 있을 것으로 보인다. 본 연구에서 양성성대질환군은 성대결절, 폴립, 라인케부종을 포함하였는데 성대 결절 환자 중 4례에서 어깨가 상승하는 쇄골호흡과 같은 호흡의 패턴을 보였다. 호흡패턴 중 쇄골호흡은 최대 호흡시 어깨를 들어 올려 목 보조 근육을 과긴장 시키며, 머리를 앞으로 내밀어 숨을 깊이 들이 쉬면 공기의 양은 증가하지만, 지속적인 발성을 위해 들여 마신 공기가 효과적으로 호기로 분배될 수 없다. 쇄골호흡은 가장 비효과적인 호흡형태로서 환자는 호기를 할 때, 어깨가 올라가며, 목 보조 근육을 호기의 주요 근육으로 사용한다. 이러한 호흡법은 좋은 발성에 불충분한데 그 이유는 첫째, 폐의 가장 위쪽 끝이 확장되는 것만으로는 충분한 흡기를 할 수 없으며 둘째, 호흡에서 목 보조 근육들을 사용할 때 목 주변의 근육들이 현저히 긴장하므로 적은 양의 공기 흡입을 위해 많은 힘이 들어간다. 대부분의 음성질환자들은 쇄골호

흡과 횡격막-복부호흡의 중간 형태의 호흡 패턴을 보이며, 호기시 상흉곽이 현저하게 아래로 내려가지 않는다(Boone & McFarlane, 2000).

복식-횡격막 호흡은 음성 치료나 음성 훈련에서 사용되는 중요한 촉진적 절차로 강조되고 있다(Baumgartner, Sapir & Ramig, 2001; Boone, 1988; Kotby, Shiromoto & Hirano, 1993; Proctor, 1980; Robert, 1988). 그 이유는 복식-횡격막호흡은 흉식호흡이나 쇄골호흡에서 사용되는 부가적인 호흡 근육사용으로 인해 나타날 수 있는 목과 어깨 근육의 지나친 긴장을 줄일 수 있으며 호흡 주기 동안에 좀 더 많은 공기가 교환됨으로써 호흡 속도가 감소되고 호기류가 더 길게 산출되는 효과를 지닌다(문영일, 1999). 이와 동시에 호기를 더 잘 조정함으로써 성대의 진동이 자동적으로 이루어지도록 하며 음성의 초점을 후두 부위에서 호흡기로 이동시켜 좋은 공명을 유도하고 음성 산출에 있어서 중요한 요소인 호기와 발성 시작 간의 타이밍을 좀 더 적절하게 조절 할 수 있는 장점이 있다(Thyme-Frokjaer & Frokjaer-Jensen, 2001).

또한 Hixon, Goldman & Mead (1973)의 연구에 의하면, 보통 크기의 /아/연장 모음 발성 동안 폐활량 근처에서 거의 잔여량 부분 근처까지 사용하였다고 보고하였다. 본 연구의 정상군에서는 최대 호기량이 전체 폐활량의 80.90%를 사용하여 선행 연구와 비슷한 패턴을 보였다. 최대 호기량은 통계적으로 유의하지는 않았으나, 양성성대질환군이 85.50%로 정상군 80.90%, 성대마비군 76.06%보다 컸으며, 성대마비군이 가장 작았다. Makiyama et al. (2005)은 정상군이 성대마비환자나 라인케부종 환자에 비해 큰 소리로 발성했을 때, 평균 호기류율과 성문하압은 조금 증가하고 성문저항의 변화가 큰 반면, 양성성대질환의 일종인 라인케부종 환자는 평균호기류율에 비해 호기적 폐의 압력 증가와 함께 성문저항도 증가하였다고 보고하였다. 반면에 성대마비환자는 두드러진 호기적 노력으로 인한 호기적 폐 압력이 크게 증가하여, 성문을 통과하는 호기류로 인해 소음이 증가한다고 하였다. 편측 성대마비 환자들은 성문의 불완전 폐쇄로 인해 성문에 공기 역학적 저항이 결핍되고, 반대로 라인케부종 환자는 성문저항이 지나치게 된다. 따라서 큰 소리를 산출할 때 호기적 조절은 정상군은 주로 후두의 조절에 의해 이루어지고 호기적 노력은 적은 반면, 라인케부종 환자는 후두 조절과 호기적 노력이 동시에 작용하게 되며, 성대마비환자들은 후두 조절을 할 수 없으므로 불가피하게 음성 산출을 위해 주로 근육에 의한 호기적 조절이 요구된다. Koizumi, Kogo & Matsuya (1996)에 의하면 폐용적의 증가와 호기압의 증가는 측운상피열근(LCA)의 활동에 영향을 주며 성대 내전을 향상 시킨다고 하였다. 측운상피열근은 성대 내전근으로서 성대를 꼭 닫는 역할을 하는 데 후두 내전근의 활동은 증가된 호기압에 의해 증가됨을 관찰하였다. Hoit & Hixon (1986a)와 Titze (1994)는 호기 조절의 단계를 세 가지 단계로 세분화하였다. 호기의 초기 단계에서는 폐와 흉곽의 탄성력에 의해 적절한 폐압력이 형성되고 이 때 압력은 횡격막을 유지함으로써 조절될 수 있다. 호기의 두 번째 단계에서는 탄성 외에 내늑간근이 작용하게 되는데, 탄성이 더 이상 작용하지 않을 때 폐에 압력을 줌으로써 흉곽이 감소하게 된다. 호기의 마지막 단계에서는 복근이 폐압력을 조절하는 주요 구성 요소가 된다. 따라서 본 연구에서 성대마비 환자군은 발성시 후두 조절을 하지 못하고 근육에 의한 호기적 노력에 의해 /아/모음 연장 발성을 유지해야 하는 데, 최대 흡기량이 정상군과 양성성대질환군에 비해 가장 컸음에도 불구하고 성대마비 환자가 낮은 최대 호기량을 보인

것은 두 가지 이유로 추측해 볼 수 있겠다. 즉, 성대마비군은 불완전한 성문폐쇄로 인해 최대 호기압이 낮거나 혹은 정상군이나 양성성대질환군에 비해 흡기시 전체 폐활량에 대한 흉식호흡의 비율이 가장 높고, 호기시에도 전체 폐활량에 대한 흉식호흡의 비율이 유의하게 높아 복식호흡을 사용하는 것에 비해 호기를 길게 유지할 수 없기 때문인 것으로 생각되며 이는 불완전한 성문폐쇄의 영향 이외에 최대연장발성시간의 단축과도 연관지을 수 있겠다. 또한 양성성대질환군에서 최대 흡기량이 유의하지는 않았지만, 정상군이나 성대마비군보다 적은 것은 흡기시 성대의 수직적인 위치(vertical laryngeal position)와 관련이 있을 것으로 생각된다. 과기능적 음성장애에서는 습관적으로 높아진 후두의 위치가 관찰되며 음성 치료의 중요한 목표가 된다(Boone & McFarlane, 2000). Iwarsson & Sundberg (1998)는 흡기시 폐용량이 클수록 성문이 크게 열리고, 후두 위치가 낮아짐을 보고한 바 있다.

결론적으로 /아/모음 연장발성시 호흡의 동적 기능은 정상군과 음성질환군에서 흡기와 호기시 흉곽의 두드러진 움직임이 관찰되었으며, 호흡패턴의 형태는 정상군과 두 음성질환군 모두 흉식호흡의 비율이 가장 높게 나타나 정상군이나 음성질환군은 주로 복부보다는 흉곽을 주로 사용하는 것으로 나타났다. 이와 더불어, 음성질환자는 호흡의 기능인 폐활량은 정상군과 차이가 없었으며, 흉식호흡의 비율이 더 높은 점도 정상군과 차이가 없음을 확인할 수 있었다. 그러나, 성대마비군에서 흉부의 과도한 확장은 불완전한 성문폐쇄를 보상하기 위하여 기류를 최대한 흡입하고자 하는 호흡패턴으로 생각된다. 따라서 성대 내전 위치와 질량 변화로 인하여 호기류의 밸브 기능인 후두에 문제가 생길 때, 적절한 성문하압을 형성하기 어려우므로, 기존의 흉부를 주로 사용하는 호흡 패턴으로는 효율적인 음성산출이 어렵다. 따라서 일상 대화와 같이 긴 발화나 큰 소리를 내기 위해서는 복식호흡을 통해 적절한 성문하압을 형성하고 호기류를 증가시켜 성대 진동이 잘 이루어 질 수 있도록 음성치료시 호흡 훈련이 병행되어야 함을 확인할 수 있었다.

본 연구에서는 다음과 같은 몇 가지 제한점을 가진다. 첫째, 집단의 성별, 연령별 분포도에 있어서 성대결절이나 성대마비 환자들은 주로 여성이 대부분이었으므로 남녀 표본수를 일정하게 고려하지 못하였다. 연령이 호흡 기능에 미치는 영향에 대해서는 선행 연구에 의하면, 후두의 밸브기능과 관련이 있는 성문저항은 만 70세 이후부터 유의하게 감소하는 것으로 나타났으며(Melcon, Hoit & Hixon, 1989), 호흡의 기능도 만 70세 이후에 유의하게 감소하는 것으로 보고 되고 있다(Hoit & Hixon, 1986a). 따라서 본 연구에서는 70세 이상의 노인층은 포함하지 않았다. 따라서 본 연구는 성과 연령을 통제한 상태에서 집단에 의한 독립적인 효과를 살펴보고자 회귀분석을 실시하였다. 둘째, 본 연구에서 사용된 기기는 흉벽의 전후 움직임을 측정하기 때문에 쇄골호흡과 같이 수직적인 움직임에 대한 변화를 전체 폐용적에 포함시키지 못하였다. 따라서 추후의 연구에서는 수직적인 움직임의 변화도 동시에 측정할 수 있는 센서를 이용한다면, 음성질환자의 동적 호흡 패턴을 더 잘 반영할 수 있을 것으로 생각된다. 셋째, 호흡의 동적 기능 및 패턴은 다양한 말 과제에 따라 다르며, 개인 간, 자세, 다양한 크기에 따라 다르게 나타나므로, /아/모음 연장발성의 결과를 말 호흡의 동적 패턴으로 일반화하는 데는 문제가 있다. 따라서 추후 연구에서는 다양한 조건의 크기 및 읽기, 말하기, 노래하기와 같은 과제로 확대해서 검사할 필요가 있겠다.

참 고 문 헌

- 문영일(1999). 『올바른 발성. 음성직업인을 위한 음성치료와 관리』. 서울: 청우.
- 이동일 · 신지애 · 전국진 · 문창형 · 황병욱 · 홍택중(1995). 정상 혈압인 20대 성인에서 자동혈압측정기로
계측한 혈압 동태에 관한 고찰. 『순환기』, 23(3), 363-372.
- 이승훈 · 정원혁 · 최홍식 · 김수찬 · 임재중 · 김덕원(2005). 음성, 성문 및 호흡 통합 검사 시스템의 개발.
『음성과학』, 12, 77-94.
- 조중현 · 양용석(1999). 건강검진을 위해 내원한 한국건강성인의 인체 계측치. 『대한내과학회지』, 56,
560-568.
- Aronson, A. E. (1990). *Clinical voice disorders* (3rd ed.). New York, NY: Thieme Inc.
- Baken, R. J. (1977). Estimation of lung volume change from torso hemicircumferences. *Journal of
Speech and Hearing Research*, 20, 808-812.
- Baken, R. J. & Cavallo, S. A. (1981). Prephonatory chest wall posturing. *Folia Phoniatrica*, 33,
193-203.
- Baken, R. J., Cavallo, S. A. & Weissman, K. L. (1979). Chest wall movements prior to phonation.
Journal of Speech and Hearing Research, 22, 862-872.
- Baumgartner, C. A., Sapir, S. & Ramig, T. O. (2001). Voice quality changes following phonatory-respiratory
effort treatment (LSVT) versus respiratory effort treatment for individuals with Parkinson
disease. *Journal of Voice*, 15(1), 105-114.
- Bielamowicz, S. & Stager, S. (2006). Diagnosis of unilateral recurrent laryngeal nerve paralysis:
Laryngeal electromyography, subjective rating scales, acoustic and aerodynamic measures.
Laryngoscope, 116(3), 359-364.
- Bless, D. M. & Hirano, M. (1982). Verbal instruction: A critical variable in obtaining optimal performance
for maximum phonation time. Proceedings of the American Speech-Language-Hearing
Association (ASHA) annual conference. Toronto, Ontario.
- Boone, D. R. (1988) Respiratory training in voice therapy. *Journal of Voice*, 2(1), 20-25.
- Boone, D. R. & McFarlane, S. C. (2000). *The voice and voice therapy* (6th ed.). Boston, MA: Allyn
and Bacon.
- Borden, G. J., Harris, K. S. & Raphael, L. J. (1994). *Speech science primer: Physiology, acoustics
and perception of speech* (3rd ed.). Baltimore, MD: Williams & Wilkins.
- Gordon, M. T., Morton, F. M. & Simpson, I. C. (1978). Airflow measurements in diagnosis
assessment and treatment of mechanical dysphonia. *Folia Phoniatrica*, 30, 372-379.
- Greene, M. C. & Mathieson, L. (1989). *The voice and its disorders* (5th ed.). San Diego, CA:
Singular Publishing Group.

- Hixon, T. J. (1973). *Respiratory function in speech*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Hixon, T. J., Goldman, M. H. & Mead, J. (1973). Kinematics of the chest wall during speech production: Volume displacements of the rib cage, abdomen and lung. *Journal of Speech and Hearing Research, 19*, 297-356.
- Hixon, T. J. & Hoit, J. D. (1998). Physical examination of the abdominal wall by the Speech-Language Pathologist. *American Journal of Speech and Language Pathology, 8*, 335-346.
- Hixon, T. J., Mead, J. & Goldman, M. H. (1976). Dynamics of the chest wall during speech production: Function of the thorax, rib cage, diaphragm and abdomen. *Journal of Speech and Hearing Research, 19*, 297-356.
- Hixon, T. J. & Putnam, A. B. (1983). Voice disorders in relation to respiratory kinematics. *Seminars in Speech and Language, 4*, 217-231.
- Hillman, R. E., Holmberg, E. B., Perkell, J. S., Walsh, M. & Vaughn, C. (1989). Objective assessment of vocal hyperfunction: An experimental framework and initial results. *Journal of Speech and Hearing Research, 32*, 373-392.
- Hodge, M. M. & Rochet, A. P. (1989). Characteristics of speech breathing in young women. *Journal of Speech and Hearing Research, 32*, 466-480.
- Hoit, J. D. & Hixon, T. J. (1986a). Body type and speech breathing. *Journal of Speech and Hearing Research, 29*, 313-324.
- Hoit, J. D. & Hixon, T. J. (1986b). Age and speech breathing. *Journal of Speech and Hearing Research, 30*, 351-366.
- Hoit, J. D., Hixon, T. J., Altman, M. E. & Morgan, W. J. (1989). Speech breathing in women. *Journal of Speech and Hearing Research, 32*, 353-365.
- Hoit, J. D., Hixon, T. J., Watson, P. J. & Morgan, W. J. (1990). Speech breathing in children and adolescents. *Journal of Speech and Hearing Research, 33*, 51-69.
- Hoit, J. D., Plassman, B. L., Lansing, R. W. & Hixon, T. J. (1988). Abdominal muscle activity during speech production. *Journal of Applied Physiology, 65*, 2656-2664.
- Huber, J. E., Chandrasekaran, B. & Wolstencroft, J. J. (2005). Changes to respiratory mechanism during speech results of different cues to increase loudness. *Journal of Applied Physiology, 98*, 2177-2184.
- Isshiki, N. & Leden, H. (1964). Hoarseness: Aerodynamic studies. *Archives of Otolaryngology, 80*, 206-213.
- Iwarsson, J. & Sundberg, J. (1998). Effects of lung volume on vertical larynx position during phonation. *Journal of Voice, 12*(2), 159-165.
- Koizumi, H., Kogo, M. & Matsuya, T. (1996). Coordination between palatal and laryngeal muscle activities in response to rebreathing and lung inflation. *Cleft Palate-Craniofacial Journal, 33*(6), 459-462.

- Kotby, M. N., Shiromoto, O. & Hirano, M. (1993). The accent method of voice therapy: Effect of accentuations on F_0 , SPL and airflow. *Journal of Voice*, 4, 319-325.
- LaBlance, G. R., Steckol, K. F., Cooper, M. H. & Louis, S. (1991). Non-invasive assessment of phonatory and respiratory dynamics. *Ear, Nose and Throat Journal*, 70(10), 691-696.
- Leanderson, R. & Sundberg, J. (1988). Breathing for singing. *Journal of Voice*, 2(1), 2-12.
- Makiyama, K., Yoshihashi, H., Mogitate, M. & Kida, A. (2005). The role of adjustment of expiratory effort in the control of vocal intensity: Clinical assessment of phonatory function. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 132(4), 641-646.
- Melcon, M. C., Hoit, J. & Hixon, T. J. (1989). Age and laryngeal airway resistance during vowel production. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 54, 282-286.
- Melissions, C. G., Goldman, M., Bruce, E., Elliot, E. & Mead, J. (1981). Chest wall shape during forced expiratory maneuvers. *Journal of Applied Physiology*, 50(1), 84-93.
- Omori, K., Kacker, A., Slavitt, D. H. & Blaugrund, S. M. (1996) Quantitative videostroboscopic measurement of glottal gap and vocal function: An analysis of thyroplasty type I. *Annals of Otolaryngology, Rhinology and Laryngology*, 105, 280-285.
- Plant, R. L. (2005). Aerodynamics of the human larynx during vocal fold vibration. *Laryngoscope*, 115, 2087-2100.
- Parter, R. J. (2000). *Voice therapy: Clinical studies* (2nd ed.). San Diego, CA: Singular Publishing Group.
- Proctor, D. (1980) *Breathing, speech and song*. New York, NY: Springer-Verlag.
- Revow, M. D., England, S. J., Stogryn, H. A. & Wilkes, D. L. (1987). Comparison of calibration methods for respiratory inductive plethysmography in infants. *Journal of Applied Physiology*, 63(5), 1853-1861.
- Robert, W. J. (1988). On the teaching of breathing for the singing voice. *Journal of Voice*, 2(1), 26-29.
- Sapienza, C. M., Stathopoulos, E. T. & Brown, W. S. (1997). Speech breathing during reading in women with vocal nodules. *Journal of Voice*, 11(2), 195-201.
- Stathopoulos, E. T. & Sapienza, C. M. (1997). Developmental changes in laryngeal and respiratory function with variations on sound pressure level. *Journal of Speech and Hearing Research*, 40, 595-614.
- Schutte, H. K. (1992). Integrated aerodynamic measurements. *Journal of Voice*, 6(2), 127-134.
- Stemple, J. C. (2000). *Voice therapy: Clinical studies* (2nd ed.). San Diego, CA: Singular Publishing Group.
- Stemple, J. C. (2005). A holistic approach to voice therapy. *Seminars in Speech and Language*, 26(2), 131-137.

- Swashima, M. (1966). Measurements of the phonation time. *Japanese Journal of Logopedics and Phoniatrics*, 7, 23-29.
- Thyme-Frokjaer, K. & Frokjaer-Jensen, B. (2001). *The accent method: A rational voice therapy in theory & practice*. Oxon, UK: Speechmark Publishing, Ltd.
- Titze, I. R. (1992). Phonation threshold pressure: A missing link in glottal aerodynamics. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 91(5), 2926-2935.
- Titze, I. R. (1994). *Principle of voice production*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Vennard, W. (1968). *Singing: The mechanism and the technic*. New York, NY: Carl Fischer.
- Watson, P. J. & Hixon, T. J. (1985). Respiratory kinematics in classical (opera) singers. *Journal of Speech and Hearing Research*, 28(1), 104-122.
- Wilson, D. K. (1987). *Voice problems in children*. Baltimore, MD: Williams and Willkins.
- Winkworth, A. L., Davis, P. J., Adams, R. D. & Ellis, E. (1995). Breathing pattern during spontaneous speech. *Journal of Speech and Hearing Research*, 38, 124-144.
- Yoshioka, H., Sawashima, M., Hirose, H., Ushimima, T. & Honda, K. (1971). Clinical evaluation of air usage during phonation. *Annual Bulletin of the Research Institute of Logopedics and Phoniatrics*, 11, 175-190.

ABSTRACT

**Speech Breathing Pattern and Kinematic Breathing
Function in Normal Subjects and Patients with Dysphonia :
/a/ Vowel Production**

Seong Hee Choi

(Graduate Program in Speech and Language Pathology & Dept. of Otorhinolaryngology,
The Institute of Logopedics & Phoniatics, Yonsei University College of Medicine)

Do-Hyun Nam, Hong-Shik Choi

(Dept. of Otorhinolaryngology, The Institute of Logopedics & Phoniatics,
Yonsei University College of Medicine)

This study aimed to compare the speech breathing pattern and kinematic breathing function during sustained /a/ vowel phonation in two dysphonic groups with 20 benign voice disorders (8 vocal nodules, 2 Reinke's edemas, 10 vocal polyps) and 15 cases of unilateral vocal fold palsy (UVFP), as well as 55 normal controls, using an integrated analysis system of respiration, EGG, and voice. Two hypotheses were investigated: (1) is the respiratory pattern different between the normal group and 2 dysphonic patient groups?; and (2) are there differences between the groups in maximum inspiratory volume (MIV), maximum expiratory volume (MEV), % contribution rib cage in inspiration (RCI), % contribution abdomen in inspiration (ABI), % contribution rib cage in expiration (RCE), and % contribution abdomen in expiration (ABE)? Multiple regression analysis after adjusting for sex and age gave only one statistically significant result: relative chest movement of total lung volume of benign voice disorders in inspiration and expiration was higher tendency than in the normal group but it was not significantly different. However, that of UVFP was significantly higher than that of the normal group. In speech breathing pattern, there was a tendency that rib cage breathing & paradoxical breathing, compared with abdomen breathing, were observed more frequently in the UVFP and benign voice disorders groups than in normal group. It was difficult to make proper subglottal air pressure to produce an efficient voice with rib cage breathing if the vocal folds have some problems of valving function of the larynx such as vocal folds position due to an absence of nerve innervation and change of vocal folds mass. Therefore, our study results confirmed that abdomen breathing training was needed to form proper subglottal air pressure and increase the airflow to vibrate the mucosal wave of the vocal folds in the management of dysphonic patients in the clinical setting. Further study should be extended to various loudness and different speech tasks (reading, singing etc.) in order to study breathing patterns and dynamic breathing function related to speech production.

Key Words: speech breathing pattern, kinematic breathing function, dysphonia

▶ 게재 신청일: 2006년 9월 20일

▶ 게재 확정일: 2006년 10월 30일

▶ 최성희(제 1 저자): 연세대학교 대학원 언어병리학협동과정, 연세대학교 의과대학 이비인후과학교실,
음성언어의학연구소 연구원, e-mail: shgrace67@gmail.com

▶ 남도현(공동저자): 연세대학교 의과대학 이비인후과학교실, 음성언어의학연구소 연구교수,
e-mail: dhnambar@hanmail.net

▶ 최홍식(교신저자): 연세대학교 의과대학 이비인후과학교실 교수, 음성언어의학연구소장,
e-mail: hschoi@yumc.yonsei.ac.kr