

성대마비 및 성대용종 환자의 수술 전과 후의 공기역학적 변수 비교

연세대학교 의과대학 강남세브란스병원 이비인후과, 후두음성언어의학연구소,¹
강남대학교 교육대학원 언어치료교육전공,² 보아스이비인후과³
이다혜¹ · 김재옥² · 오재국³ · 최홍식¹

= Abstract =

Comparison of Pre and Post-operational Phonatory Aerodynamic Parameters in Vocal Polyp and Vocal Cord Palsy Patients

Dahye Lee¹, Jaeock Kim², JaeKoon Oh³ and Hong-Shik Choi¹

¹Department of Otorhinolaryngology, Gangnam Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine,
Institute of Logopedics and Phoniatrics, Seoul; and

²Graduate School of Education, Kangnam University, Major in Speech Pathology Education, Seoul; and
³BOAZ Ear, Nose & Throat Clinic, Seoul, Korea

Background and Objectives : Aerodynamic analysis is an examination which provides information regarding various vocalization measures indicating laryngeal efficiency. Voice evaluation using such examination must be capable of distinguishing between normal to abnormal voice. It also observes variables on aerodynamic characteristics by gender in regards to patients of vocal disorders, especially of vocal cord paralysis and vocal polyp, and compares the conditions before and after surgery. This paper therefore, seeks to build a framework for establishing standard levels of aerodynamical characteristic on vocal disorders. **Subjects and Methods** : The study was intended for a total number of 20 patients with vocal polyp or unilateral vocal cord paralysis. Those with the vocal polyp underwent laryngomicrosurgery and the vocal cord paralysis, vocal fold injection using Restylane. Aerodynamic analysis fulfilled the Maximum sustained Phonation (MXPH) and Voicing Efficiency (VOEF) by using PAS Model 6600 (KayPENTAX, USA). **Results** : In MXPH, increase in PHOT were evident with vocal polyp after surgery. As for patients with vocal cord paralysis, MAXDB, MEADB, DHODB, PHOT all have increased and MEAP, PEF, MEAF decreased after surgery. In VOEF, patients with vocal cord paralysis who underwent surgery showed increase in MAXDB, MEADB, DHODB, FET100, ARES, but decreases in PEF, TARF. **Conclusion** : Overall, it can be concluded that patients with the vocal polyp and vocal cord paralysis seemed to get closer to the normal values after than before surgery in majority of measures. This confirms that the function of their vocal cord has improved nearly to normality through operations.

KEY WORDS : Vocal cord palsy · Vocal polyp · Phonatory aerodynamic.

서 론

장애음성은 여러 요인들로 인해 장애군에 따른 기준치를 표준화하기는 어렵지만 공기역학적 검사가 성대질환의 여부를 판별할 수 있다면 정상과 성대질환 간에 어떠한 차이가 있는지, 수술 전과 후에 어떠한 변화가 생겼는지 등의 연구 문

제를 객관적 수치를 통해 살펴볼 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 다양한 성대질환 중 수술 적용이 가능하고, 병원에 내원하는 환자들의 병변 중 가장 많은 질환으로 판단된 성대용종과 성대마비 환자를 대상으로 공기역학적 특성에 관한 변수들을 살펴보고 이들의 수술 전과 후의 변화 양상을 비교하였다. 이를 통해 성대질환별 공기역학적 특성의 기준치를 제공하는 토대를 마련하고자 하였다.

논문접수일 : 2015년 6월 2일
심사완료일 : 2015년 6월 26일
책임저자 : 최홍식, 06273 서울 강남구 언주로 211
연세대학교 의과대학 강남세브란스병원 이비인후과, 후두음성언어의학연구소
전화 : (02) 2019-3461 · 전송 : (02) 3463-4750
E-mail : HSCHOI@yuhs.ac

대상 및 방법

1. 연구 대상

서울에 소재한 대학병원 이비인후과 음성클리닉에 방문한

성대용종 및 편측성 성대마비로 진단 받은 환자 각 10명씩 총 20명을 대상으로 모두 호흡기 질환이나 청각 장애 등 발생에 영향을 주는 다른 질환이 없는 환자만을 포함시켰다. 편측성 성대마비의 위치는 위치별 분포 중 가장 많은 부분을 차지하는 부정중위(Paramedian)로 일치시켰다.¹⁾ 성대용종 환자의 나이는 평균 41.29±17.57세(18~73세), 성대마비 환자의 나이는 평균 50.60±14.22(38~65세)였다.

성대용종은 후두미세수술(laryngomicrosurgery), 성대마비는 Restylane® 주입술을 실시한 환자를 대상으로 하였다. 수술 후의 검사는 1~6개월(평균 2.5개월) 후에 진행하였고, 6개월 이후에 검사한 환자는 제외시켰다. 또한 수술 이외에 음성치료는 실시하지 않은 대상으로 하였다.

2. 연구 방법

공기역학적 검사는 PAS Model 6600(KayPENTAX, USA)을 이용하여 최대연장발성(Maximum Sustained Phonation; MXPH) 과제와 음성효율성(Voicing Efficiency; VOEF) 과제를 실시하였다.

Maximum Sustained Phonation 과제는 마스크를 얼굴에 밀착시킨 상태에서 숨을 크게 들이마신 후 모음 /a/를 최대한 길게 발생하도록 하였다. 이때 평상시 말할 때의 편안한 높이와 크기로 수행할 것을 주지시켰다. 검사자가 시범을 보였음에도 과한 긴장을 보이거나 수행을 어려워하는 환자는 집주소나 간단한 질문에 대한 대답을 요구하면서 편안한 발성을 유도하였다. 또한 동양인은 코의 높낮이 때문에 마스크를 밀착시켜도 코뼈 부분에서 공기가 새 가능성이 있어 아래 물렁뼈로 이어지는 코뼈부터 시작해서 마스크를 최대한 밀착시키도록 도와주었다.

Voicing Efficiency 과제는 일회용 플라스틱 튜브를 기기에 연결시킨 후 마스크를 얼굴에 밀착시키고 끼워넣은 튜브를 혀 위에 올려놓은 상태에서 /pa/를 한 호흡에 5번씩 총 3번을 수행하도록 하였다. 이 때 환자가 튜브를 혀로 막거나 튜브에 침이 들어가지 않도록 주지시켰으며, MXPH 과제와 마찬가지로 편한 발성을 유도하는 것과 코뼈부터 마스크를 밀착시키는 것을 동일하게 적용하였다.

MXPH 과제에서 살펴볼 수 있는 변수들은 최대음압(Maximum SPL; MAXDB), 최소음압(Minimum SPL; MINDB), 평균음압(Mean SPL; MEADB), 음압범위(SPL Range; RANDB), 유성음 산출 시 평균음압(Mean SPL during Voicing; DHODB), 평균음도(Mean Pitch; MEAP), 최대연장발성시간(Phonation time; PHOT), 최고호기류율(Peak Expiratory Airflow; PEF), 평균호기류율(Mean Expiratory Airflow; MEAF), 호기량(Expiratory Volume; FVC) 등이며

VOEF 과제에서 살펴볼 수 있는 변수들은 최대음압(Maximum SPL; MAXDB), 평균음압(Mean SPL; MEADB), 유성음 산출 시 평균음압(Mean SPL during Voicing; DHODB), 평균음도(Mean Pitch; MEAP), 음도범위(Pitch Range; RANDB), 호기류지속시간(Expiratory Airflow Duration; FET100), 최고성문하압(Peak Air Pressure; RAP), 평균성문하압(Mean Peak Air Pressure; MPAP), 최고호기류율(Peak Expiratory Airflow; PEF), 표적호기류율(Target Airflow; TARF), 호기량(Expiratory Volume; FVC), 유성음 산출 시 평균호기류율(Mean Airflow During Voicing; MFPHO), 공기역학(Aerodynamic Power; APOW), 성문저항(Aerodynamic Resistance; ARES), 음성효율성(Aerodynamic Efficiency; AEF)이다.

검사 수행 시 MXPH 과제와 VOEF 과제 모두 3회 반복 시행하여 각 측정치들의 평균값을 산출한 후 수술 전과 후의 평균을 비교하기 위해 paired sample t-test를 사용하였다.

결 과

1. MXPH 과제

MXPH 과제에 대한 수술 전과 후의 공기역학적 변수를 비교한 결과, Table 1과 같이 성대용종 환자에서 수술 후 PHOT가 증가하였다($t=-2.43, p=.02$).

성대마비 환자는 수술 전보다 수술 후에 MAXDB($t=-2.19, p=.03$), MEADB($t=-2.08, p=.04$), DHODB($t=-2.06, p=.04$), PHOT($t=-3.07, p=.01$)가 증가하였고, MEAP($t=1.05, p=.02$), PEF($t=2.48, p=.02$), MEAF($t=2.44, p=.02$)는 감소하였다(Table 2).

2. VOEF 과제

VOEF 과제에 대한 수술 전과 후의 공기역학적 변수들은 Table 3과 4에 제시하였다. 수술 전과 후를 비교한 결과, 성대용종 환자는 수술 후에 유의미한 차이를 보이는 변수가 없었다.

성대마비 환자는 수술 후 MAXDB($t=-2.10, p=.04$), MEADB($t=-2.21, p=.03$), DHODB($t=-2.43, p=.02$), FET100($t=-2.54, p=.01$), ARES($t=-2.09, p=.04$)이 증가하였고, PEF($t=2.18, p=.03$), TARF($t=2.09, p=.04$)가 감소하였다.

고 찰

성대질환은 그 종류가 다양하고 동일한 병변이라 하더라도 크기와 위치, 기타 양상 등에 따른 변이성이 높으나 병변

Table 1. Difference of aerodynamic parameters in MXPH by vocal polyp pre and post-operation

| MXPH | Unit | Pre-operation | | Post-operation | | t | p |
|-------|------------|----------------|--------------|----------------|--------------|-------|------|
| | | M (SD) | Range | M (SD) | Range | | |
| MAXDB | dB | 83.50 (3.69) | 39.20-73.61 | 84.15 (4.02) | 77.10-90.66 | -0.53 | 0.59 |
| MINDB | dB | 61.37 (8.27) | 39.61-74.42 | 64.93 (7.41) | 43.95-78.21 | -1.43 | 0.16 |
| MEADB | dB | 78.78 (3.22) | 72.43-85.10 | 79.97 (3.56) | 73.32-86.82 | -1.10 | 0.27 |
| RANDB | dB | 22.12 (9.69) | 8.69-48.92 | 19.30 (8.22) | 8.82-43.12 | -0.09 | 0.32 |
| DHODB | dB | 79.07 (3.43) | 72.46-85.52 | 80.07 (3.62) | 73.46-87.18 | -0.91 | 0.36 |
| MEAP | Hz | 155.99 (40.82) | 98.62-222.97 | 154.05 (44.68) | 92.99-227.18 | 0.14 | 0.87 |
| PHOT | sec | 9.94 (2.94) | 6.49-16.68 | 13.36 (5.54) | 4.77-29.70 | -2.43 | 0.02 |
| PEF | Liters/sec | 0.26 (0.16) | 0.03-0.59 | 0.18 (0.11) | 0.04-0.34 | 1.84 | 0.73 |
| MEAF | Liters/sec | 0.15 (0.07) | 0.01-0.33 | 0.10 (0.06) | 0.03-0.25 | 2.15 | 0.38 |
| FVC | Liters | 1.61 (0.90) | 0.11-3.32 | 1.46 (1.16) | 0.27-3.88 | 0.48 | 0.63 |

MXPH : maximum phonation time, M : mean, SD : standard deviation, MAXDB : Maximum SPL, MINDB : Minimum SPL, MEADB : Mean SPL, RANDB : SPL Range, DHODB : Mean SPL during Voicing, MEAP : Mean Pitch, PHOT : Phonation time, PEF : Peak Expiratory Airflow, MEAF : Mean Expiratory Airflow, FVC : Expiratory Volume

Table 2. Difference of aerodynamic parameters in MXPH by VCP pre and post-operation

| MXPH | Unit | Pre-operation | | Post-operation | | t | p |
|-------|------------|----------------|---------------|----------------|--------------|-------|------|
| | | M (SD) | Range | M (SD) | Range | | |
| MAXDB | dB | 79.44 (4.46) | 70.70-87.85 | 82.47 (4.26) | 75.80-90.54 | -2.19 | 0.03 |
| MINDB | dB | 57.09 (5.98) | 47.16-68.20 | 61.13 (7.84) | 44.75-75.42 | -1.83 | 0.07 |
| MEADB | dB | 73.48 (5.52) | 62.70-81.58 | 76.99 (5.09) | 67.01-87.57 | -2.08 | 0.04 |
| RANDB | dB | 22.35 (7.46) | 2.80-37.05 | 21.37 (7.09) | 13.38-32.05 | 0.42 | 0.06 |
| DHODB | dB | 73.79 (5.58) | 65.72-82.71 | 77.24 (4.96) | 67.16-87.59 | -2.06 | 0.04 |
| MEAP | Hz | 177.61 (39.76) | 115.48-239.44 | 164.99 (35.97) | 89.40-223.73 | 1.05 | 0.02 |
| PHOT | sec | 4.40 (4.43) | 0.10-10.15 | 9.12 (5.25) | 2.01-20.02 | -3.07 | 0.01 |
| PEF | Liters/sec | 0.48 (0.46) | 0.05-1.78 | 0.21 (0.13) | 0.07-0.53 | 2.48 | 0.02 |
| MEAF | Liters/sec | 0.32 (0.31) | 0.03-1.15 | 0.13 (0.11) | 0.02-0.47 | 2.44 | 0.02 |
| FVC | Liters | 1.00 (0.88) | 0.10-3.03 | 1.16 (0.95) | 0.14-3.08 | -0.56 | 0.57 |

MXPH : maximum phonation time, M : mean, SD : standard deviation, MAXDB : Maximum SPL, MINDB : Minimum SPL, MEADB : Mean SPL, RANDB : SPL Range, DHODB : Mean SPL during Voicing, MEAP : Mean Pitch, PHOT : Phonation time, PEF : Peak Expiratory Airflow, MEAF : Mean Expiratory Airflow, FVC : Expiratory Volume

에 따라 동일한 추이를 보이는 공기역학적 특성이 있을 것이다. 이에 본 연구는 성대질환 중 수술에 의해 음성이 호전되는 성대용종과 성대마비 환자의 공기역학적 특성을 살펴보고, 이 질환들의 공기역학적 특성이 수술에 의해 어떻게 변화하는지를 비교해 보기 위하여 PAS Model 6600을 이용하여 MXPH 과제와 VOFV 과제를 실시하였으며, 이 때 측정되는 공기역학적 변수들을 분석하였다.

성대용종의 경우, 두 과제에서 수술 전과 비교하여 수술 후에 수치가 증가한 변수는 PHOT로 수술 전 평균 9.94초에서 수술 후 13.36초로 유의미하게 증가하였다. 또한 유의미한 차이는 없었지만 호기류를 관련 변수인 PEF를 살펴보면 수술 전 0.26 L/sec에서 수술 후 0.18 L/sec로 감소하였다. 성대양쪽의 불균형한 무게 차이로 인한 불규칙하고 불완전한 성대 접촉으로 성대진동 시 성대 사이로 빠져나가는 공기가 많은 성대용종 환자 모두에서 최대연장발생시간이 길어지고 호기류율이 감소한 것은 수술 전 성대가 불완전하게 닫히면

서 성문에서 밖으로 나오는 기류의 양이 많았다가 수술 후 성대접촉이 향상되어 정상치에 가까워졌기 때문으로 보인다.

성대마비에서 수술 전보다 수술 후에 수치가 증가한 공기역학적 변수는 MAXDB, MEADB, DHODB, PHOT, FET100, ARES이었고, 수술 후에 수치가 감소한 변수는 MEAP, PEF, MEAF, TARF 였다. 성대마비로 인해 발성 시 성대접촉이 감소하면서 음성을 산출할 때 성문하압을 증가시켜도 위치에너지에서 운동에너지로의 전환이 어렵기 때문에 기도내 압력이 상승되기 어려워져 음성 강도가 높아지지 않지만²⁾ 수술 후에는 성문저항이 증가하면서 적은 성문하압으로도 높은 음압을 산출할 수 있었다. 또한 PEF, MEAF, TARF은 수술 전 각각 0.48 L/sec, 0.32 L/sec, 0.35 L/sec였는데 수술 후 0.21 L/sec, 0.13 L/sec, 0.17 L/sec로 많게는 0.27 L/sec가 감소하였다. 이는 수술 전 불완전 접촉에 의해 성대 사이로 많은 양의 공기가 빠져나갔다가 수술 후 성대접촉이 최대한 높아져 기류가 감소한 것으로 정상음성에서 측정된 정상치

Table 3. Difference of aerodynamic parameters in VOFE by vocal polyp pre and post-operation

| VOEF | Unit | Pre-operation | | Post-operation | | t | p |
|--------|--------------------------|------------------|---------------|-----------------|----------------|-------|------|
| | | M (SD) | Range | M (SD) | Range | | |
| MAXDB | dB | 83.51 (3.81) | 78.77-90.10 | 84.22 (3.85) | 75.98-91.57 | -0.58 | 0.56 |
| MEADB | dB | 81.28 (3.90) | 73.64-87.73 | 82.17 (3.78) | 74.67-89.42 | -0.73 | 0.46 |
| DHODB | dB | 81.27 (3.90) | 73.77-87.73 | 82.09 (3.58) | 74.67-87.88 | -0.69 | 0.49 |
| MEAP | Hz | 154.70 (39.91) | 104.17-220.23 | 155.14 (42.76) | 97.83-217.18 | -0.03 | 0.97 |
| RANP | Hz | 9.64 (8.88) | 1.71-40.69 | 7.34 (7.04) | 2.33-11.84 | 0.91 | 0.36 |
| FET100 | sec | 0.88 (0.23) | 0.53-1.51 | 0.99 (0.21) | 0.61-1.28 | -1.58 | 0.12 |
| RAP | cm H ₂ O | 7.94 (2.09) | 5.04-12.25 | 6.93 (1.82) | 3.95-10.57 | 1.62 | 0.11 |
| MPAP | cm H ₂ O | 6.91 (1.74) | 4.76-11.00 | 0.06 (1.78) | 3.13-9.95 | 1.52 | 0.13 |
| PEF | Liters/sec | 0.20 (0.15) | 0.03-0.46 | 0.15 (0.11) | 0.01-0.55 | 1.09 | 0.28 |
| TARF | Liters/sec | 0.16 (0.12) | 0.01-0.50 | 0.12 (0.10) | 0.01-0.48 | 1.02 | 0.31 |
| FVC | Liters | 0.14 (0.10) | 0.01-0.35 | 0.12 (0.11) | 0.01-0.53 | 0.36 | 0.72 |
| MFPHO | Liters/sec | 0.17 (0.12) | 0.01-0.49 | 0.12 (0.10) | 0.01-0.47 | 1.33 | 0.19 |
| APOW | watts | 0.12 (0.11) | 0.02-0.44 | 0.07 (0.07) | 0.01-0.35 | 1.34 | 0.18 |
| ARES | dyne·sec/cm ⁵ | 90.99 (104.55) | 17.78-402.78 | 89.72 (88.21) | 15.48-220.05 | 0.04 | 0.96 |
| AEFF | p.p.m | 577.33 (1278.43) | 46.72-5916.93 | 664.68 (684.21) | 156.61-2762.15 | -0.26 | 0.78 |

VOEF : voicing efficiency, M : mean, SD : standard deviation, MAXDB : Maximum SPL, MEADB : Mean SPL, DHODB : Mean SPL during Voicing, MEAP : Mean Pitch, RANP : Pitch Range, FET10 : Expiratory Airflow Duration, RAP : Peak Air Pressure, MPAP : Mean Peak Air Pressure, PEF : Peak Expiratory Airflow, TARF : Target Airflow, FVC : Expiratory Volume, MFPHO : Mean Airflow During Voicing, APOW : Aerodynamic Power, ARES : Aerodynamic Resistance, AEFF : Aerodynamic Efficiency, p.p.m : parts per million

Table 4. Difference of aerodynamic parameters in VOFE by VCP pre and post-operation

| VOEF | Unit | Pre-operation | | Post-operation | | t | p |
|--------|--------------------------|-----------------|--------------|-----------------|---------------|-------|------|
| | | M (SD) | Range | M (SD) | Range | | |
| MAXDB | dB | 79.52 (5.19) | 73.24-89.36 | 82.82 (4.70) | 74.83-91.17 | -2.10 | 0.04 |
| MEADB | dB | 76.40 (6.00) | 65.10-88.36 | 80.19 (4.74) | 70.71-89.34 | -2.21 | 0.03 |
| DHODB | dB | 76.40 (6.01) | 65.08-88.36 | 80.68 (5.08) | 74.10-89.34 | -2.43 | 0.02 |
| MEAP | Hz | 173.95 (49.24) | 90.94-258.33 | 173.82 (37.53) | 103.42-236.38 | 0.01 | 0.99 |
| RANP | Hz | 48.58 (60.83) | 3.88-208.40 | 29.55 (41.62) | 4.84-140.34 | 1.15 | 0.25 |
| FET100 | sec | 0.76 (0.26) | 0.46-1.19 | 0.97 (0.26) | 0.63-1.47 | -2.54 | 0.01 |
| RAP | cm H ₂ O | 8.92 (4.10) | 2.86-17.35 | 8.49 (2.73) | 4.47-14.76 | 0.39 | 0.69 |
| MPAP | cm H ₂ O | 7.87 (3.77) | 2.71-15.62 | 7.60 (2.62) | 3.88-13.70 | 0.25 | 0.79 |
| PEF | Liters/sec | 0.45 (0.43) | 0.04-1.43 | 0.21 (0.21) | 0.02-1.00 | 2.18 | 0.03 |
| TARF | Liters/sec | 0.35 (0.33) | 0.03-1.17 | 0.17 (0.18) | 0.02-0.86 | 2.09 | 0.04 |
| FVC | Liters | 0.26 (0.24) | 0.03-0.87 | 0.17 (0.17) | 0.02-0.73 | 1.35 | 0.18 |
| MFPHO | Liters/sec | 0.34 (0.32) | 0.03-1.11 | 0.33 (0.74) | 0.02-3.40 | 0.04 | 0.96 |
| APOW | watts | 0.32 (0.41) | 0.01-1.75 | 0.14 (0.21) | 0.01-1.02 | 1.71 | 0.09 |
| ARES | dyne·sec/cm ⁵ | 54.83 (54.28) | 3.98-185.86 | 128.75 (147.94) | 13.91-423.34 | -2.09 | 0.04 |
| AEFF | p.p.m | 249.83 (469.71) | 2.74-1811.64 | 540.56 (935.64) | 24.64-4022.11 | -1.24 | 0.22 |

VOEF : voicing efficiency, M : mean, SD : standard deviation, MAXDB : Maximum SPL, MEADB : Mean SPL, DHODB : Mean SPL during Voicing, MEAP : Mean Pitch, RANP : Pitch Range, FET10 : Expiratory Airflow Duration, RAP : Peak Air Pressure, MPAP : Mean Peak Air Pressure, PEF : Peak Expiratory Airflow, TARF : Target Airflow, FVC : Expiratory Volume, MFPHO : Mean Airflow During Voicing, APOW : Aerodynamic Power, ARES : Aerodynamic Resistance, AEFF : Aerodynamic Efficiency, p.p.m : parts per million

와 매우 유사한 수치를 보여준다.³⁾

성대마비 환자는 수술 후에 PHOT가 증가하였다. 그러나 수술 후에 증가한 PHOT는 정상음성 산출에서 보이는 정상치나 본 연구의 성대용종의 측정치에 비해서는 낮은 수치를 보였다. 수술 전 평균 4.40초에서 수술 후에는 9.12초로 일반적인 정상 평균치 21초³⁾에 비해 현저히 낮은 수치이다. 이는

성대마비가 수술에 의해서도 성대 진동시 완전한 성대 접촉이 이루어지기는 어려움을 시사한다. 성대마비 환자에서 수술 후 음압, 호기류율, 최대발성시간 등이 증가한 것 외에도 설명한 바와 같이 성대접촉이 증가하였기 때문이며 이는 MPAP을 TARF로 나눈 뒤 0.9806을 곱한 값인 ARES의 변화에서도 볼 수 있다.

결과적으로 성대용종과 성대마비 환자에서 수술 후에 유의미한 차이를 보였던 변수들을 살펴보면, 대부분의 변수에서 정상인의 공기역학적 변수들의 수치를 제시한 연구와³⁾ 비교했을 때 수술 전보다 수술 후가 정상치에 더 가까워지는 경향을 보였다. 이는 수술로 인해 성대기능을 정상에 가깝게 호전되었음을 알려주는 것이며, 본 연구를 통해 제시된 구체적인 수치들은 성대질환자의 공기역학적 변수치들에 대한 추후 연구의 토대가 될 수 있을 것이다.

다만, 공기역학적 특성은 성대질환의 특성에 따른 발성 시의 여러 해부학적 특성들과 생리적인 변수들, 가령 호흡기관으로부터 산출된 압력, 성대의 크기와 성대접촉의 양상 및 시간, 성도의 크기, 모양, 생체역학 등에 의해 달라진다.^{3,4)} 그만큼 변이성이 크기 때문에 공기역학검사의 결과만으로 음성평가의 결과를 단정 지을 수 없으며 다양한 음성평가를 통해 종합적으로 유추해야 한다. 또한, 같은 병변이더라도 환자의 상태, 병변의 위치 및 크기, 병변이 지속된 시간 등의 여러

변수들에 따라 결과에 큰 차이가 날 수 있기 때문에 공기역학검사는 더 민감하게 살펴보아야 한다. 또, 병변별 대상자가 적었던 점을 고려하여 후속 연구에서는 대상자의 수와 다양한 병변을 가진 환자들을 대상으로 변수들을 비교할 필요가 있다.

중심 단어 : 성대용종 · 성대마비 · 공기역학.

REFERENCES

- 1) Heo JH, Song KB, Choi YG. *A Comparison of Aerodynamic Characteristics in Muscle Tension Dysphonia and Adductor Spasmodic Dysphonia. Speech Sciences* 2013;5(4):63-70.
- 2) Kim JO. *Aerodynamic Characteristics, Vocal Efficiency, and Closed Quotient Differences according to Fundamental Frequency Fixation. Speech Sciences* 2013;5(1):19-26.
- 3) Kim JO. *Korean Adult Normative for the KayPENTAX Phonatory Aerodynamic System Model 6600. Speech Sciences* 2014;6(1):105-17.
- 4) Miller CJ, Daniloff R. *Airflow measurements: theory and utility of findings. Journal of Voice* 1993;1:38-43.