

음성진전 유무에 따른 내전형 연축성 발성장애의 보툴리눔 독소-A 주입 후 음성 특성 변화 양상

The Aspect of Voice Characteristics Change after Botulinum Toxin-A Injection in Patients
with Adductor Spasmodic Dysphonia according to Vocal Tremor

고 혜 주¹⁾ · 최 홍 식²⁾ · 임 성 은³⁾ · 최 예 린⁴⁾

Ko, Hyeju · Choi, Hong-Shik · Lim, Sung-Eun · Choi, Yaelin

ABSTRACT

As BTX-A, which has been known to be the most effective treatment for ADSD, is not effective in treating vocal tremors, voice assessment must be employed to perform differential diagnosis of SD and vocal tremor in an accurate fashion. In this study, the characteristics of vocal changes after botulinum toxin injection were compared by analyzing the voice characteristics resulting from the presence of vocal tremors using objective analysis devices, with the aim of helping to provide prognoses and to determine remedial effects in clinical cases comprising patients with adductor spasmodic dysphonia accompanied by voice tremors. Respiratory function tests, aerodynamic analysis, electroglottography (EGG), acoustic analysis, auditory perception tests, and K-VHI had been conducted at intervals of four, eight, and twelve weeks before and after injection, targeting a group of 17 ADSD female patients (a ADSD group of four with vocal tremor and a ADSD group of 13 without voice tremor). For average FVC and FEV1, the T group showed statistically significant low averages compared with the NT group, whereas the T group showed statistically significant high average ATRI compared with the NT group. In addition, the T group showed a statistically significant *Fatr*, lower than that of the NT group. For the ADSD group of patients with voice tremor, their vocal tremor remained unchanged despite noticeable decrease in wringing voices. In other words, as the vocal tremor and wringing voices are two distinctive features, there is a need for the two features to be targeted separately for differential diagnosis.

Keywords: adductor spasmodic dysphonia (ADSD), vocal tremor, BTX-A injection, vital capacity test, aerodynamic analysis, acoustic analysis

1. 서론

1.1 연구목적

연축성 발성장애(spasmodic dysphonia, 이하 SD)는 후두에 국한적으로 발생하는 근긴장이상(focal dystonia)의 한 종류로

- 1) 명지대학교, juya2501@nate.com, 제1저자
 - 2) 연세대학교 의과대학, hschoi@yuhs.ac, 제2저자
 - 3) 연세대학교 의과대학, selim0424@hanmail.net, 제3저자
 - 4) 명지대학교, yaelinchoi@gmail.com, 교신저자
- 이 논문은 제1저자의 석사학위논문을 요약한 것입니다.

접수일자: 2012년 8월 14일
수정일자: 2012년 9월 13일
게재결정: 2012년 10월 19일

현재까지 정확한 원인이 밝혀지지 않은 상태이다(Ludlow et al., 2008). SD의 정확한 유병률에 대한 보고는 조사되어 있지 않으나 일본의 경우 후두암의 환자 수와 비교했을 때 연축성 발성장애 환자는 인구 10만명 당 0.29명으로 추정되고 있다(Yamazaki, 2001). 일본의 유병률을 참고하여 우리나라 인구를 4,800만명으로 계산 했을 때 우리나라는 전국적으로 약 1,600명 정도의 연축성 발성장애 환자가 있으리라 추정된다. 또한 최근 10년 동안, 진단방법의 발전으로 인해 SD로 진단 받은 환자가 늘고 있고 치료 받기 원하는 환자도 증가하고 있다(윤보람 외, 2011; 정성민, 2002).

SD는 크게 내전형 연축성 발성장애(adductor spasmodic dysphonia, 이하 ADSD), 외전형 연축성 발성장애(abductor spasmodic dysphonia, 이하 ABSD), 내전형과 외전형이 혼합된 혼합형으로 나누어진다. 이 중 쥐어짜는 듯한 소리(strained-strangled

sounding), 음성단절(voice break), 거친 음성(hoarse voice), 음도 이탈(pitch break)등의 특징이 나타나는 ASD는 전체 SD 환자의 80%로 가장 많이 나타나고 여성이 전체 환자의 60~85%를 차지한다(Ludlow et al., 2008; Pearson & Sapienza, 2003).

SD는 현재까지 정확한 원인이 밝혀지지 않았으나 많은 신경학적 기능장애(neurologic dysfunction)의 증거가 나타남으로써 기질적 문제가 주요한 원인으로 간주되고 있다(Swenson et al., 1992). 최근에는 신체 여러 부위의 근긴장이상과 SD를 동반한 환자의 유전자 검사를 통해 미토콘드리아 DNA(mitochondrial DNA, mtDNA) 변이와 같은 유전자 변이가 SD를 발생시킬 수 있다는 증거를 발견하였다(Djarmati et al., 2009; Peng, Crumley & Ringman., 2003). SD의 치료는 근본적인 원인이 정확히 밝혀지지 않아 성대의 연축을 감소시켜 일시적으로 증상을 호전시키는 방법에 집중되어 있다. 이 중 신경말단의 신경근접합부에서 아세틸콜린의 분비를 억제하는 작용을 하여 근육의 활성도를 감소시키는 보툴리눔 독소(botulinum toxin, 이하 BTX)를 이용한 보툴리눔 독소 주입술(botulinum toxin injection)이 가장 안전하고 효과적인 치료법으로 보고되고 있다. 보툴리눔 독소 주입술이란 성대에 보툴리눔 독소를 주입하여 성대의 근육을 마비시켜 연축을 감소시키는 것이다(Blitzer & Brin, 1991; Tucker, 1992; 양윤수, 2010; 정성민, 2002). 그러나 보툴리눔 독소 주입술은 일정시간이 지나면 약효가 줄어들고 3~6개월 마다 반복적으로 주입해야 한다(Ludlow, 2009). 또한 주입 후 약 2주 정도 까지 기식성의 음성이 나타나다가 약 4주 정도부터 점차 음성이 좋아지는 등, 주입 후 시간이 경과함에 따라 음성 상태가 변화 한다(Aronson et al., 1993; Cantarella et al., 2006). 그러므로 임상적으로 보툴리눔 독소 주입술을 원하는 SD 환자들에게 보툴리눔 독소 주입 후의 효과나 정상 음성의 지속기간에 대해 객관적 수치를 잘 제시해야 할 필요가 있다.

ASD 환자의 경우 25% 정도에서 뚜렷한 원인 없이 음성진전(vocal tremor)이 동반된다(Blitzer, Brin & Stewart, 1998; Brin et al., 1992). 진전(tremor)이란 손, 발, 머리, 입술, 턱 등의 신체 일부분에서 관찰되는 불수의적이고 율동적인 움직임으로 이러한 진전이 성대에 발생하여 청지각적으로 불안정하고 떨리는 듯한 목소리를 나타내는 것을 음성진전이라고 한다(Brown & Simonson, 1963; Ludlow, Bassich & Connors, 1986). 음성진전은 후두부를 지배하는 신경의 신호가 다른 근육들의 신호보다 더 중추적인 역할을 하지 못하여 신경의 조정시스템에 문제가 발생했을 때 나타날 수 있다. 즉 발성 시 필요한 근육들에 대해 신경신호가 우선적으로 작용해야 하나 다른 부수적인 근육에 대한 신경신호가 우선되어 발성 시 신호들을 방해할 때 나타나는 것으로 추정된다(남도현, 최홍식, 2007). 이러한 음성진전은 음향학적으로 주파수 불규칙성의 증가와 관련되며, 성대 접촉률의 증가와 관련된 쉼어짜는 듯

한 목소리와는 청지각적으로 다른 특성이다(황연신, 김재욱, 최홍식, 2009). ASD에서 가장 효과적인 치료법으로 알려진 보툴리눔 독소 주입술은 음성진전에도 효과적인 경우도 있다. 그러나 많은 경우 보툴리눔 독소 주입술이 음성진전에는 효과적이지 못하는데 그 이유는 ASD 환자의 보툴리눔 독소 주입은 갑상피열(thyroarytenoid) 근육에 주입을 하는 것이 일반적이지만 음성진전은 운상갑상근 등 다른 후두 근육들 뿐만 아니라 인두, 혀 기저부, 구개와 같이 다양한 부위에서 발생할 수 있기 때문이다(Kendall & Leonard, 2011; Laura et al., 2011).

SD 환자들에게서 음성진전이 함께 나타나는 것은 보편적인 일이며 음성진전이 심각한 경우 SD와 유사한 음성단절이 나타날 수도 있다. 그러나 현재 음성진전으로부터 SD를 분리하거나 진단하기 위한 표준화된 방법이 없다. 그러므로 음성장애 전문가인 언어병리학자와 이비인후과 의사는 음성을 통해 SD와 음성진전을 정확하게 감별하고 진단해야 한다(Aronson et al., 1968; Laura et al., 2011).

최근 국외에서는 음성진전을 동반한 ASD 환자들에게서 음성진전을 감별하기 위한 연구가 진행되었으나 국내에서는 이와 같은 연구가 전혀 이루어지지 않았다. 그러므로 음성진전 유무에 따른 ASD 환자의 보툴리눔 독소 주입술 후 음성기능의 향상에 차이가 있는지를 밝히고 그 예후를 예측하는데 임상적인 자료를 제시해야 할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 이러한 제한점들을 보완하여 음성진전 유무에 따른 ASD의 음성특성을 객관적인 기기를 통해 평가하여 이 두 그룹의 음성 측면에서의 차이를 객관적 수치로 제시하고자 하였다. 또한 보툴리눔 독소 주입 후 음성의 변화를 살펴보기 위해 보툴리눔 독소 주입 후 4주, 8주, 12주로 반복적으로 음성평가를 시행하였다. 이를 통해 음성진전을 동반한 ASD 환자의 보툴리눔 독소 주입술 후의 효과나 회복 및 지속기간, 음성 변화 특성을 파악하여 임상에서 예후 제시 및 치료효과 판정에 도움을 주고자 하였다.

본 연구는 음성진전을 동반한 ASD군과 음성진전을 동반하지 않은 ASD군 간의 보툴리눔 독소 주입 후 음성특성 변화 양상을 비교하기 위해 두 군 간의 폐활량 검사, 공기역학적 검사, 전기성문파형 검사, 음향학적 검사, 언어치료사 및 대상자의 청지각적 평가 점수와 한국어판 음성장애지수 점수에 차이가 있는지 알아보려한다.

2. 연구 방법

2.1. 연구대상

본 연구는 강남세브란스병원 기관윤리위원회(Institutional Review Board, IRB, No.3-2011-0068)의 승인을 받았고 연구 참여에 동의한 ASD 여성 환자만을 대상으로 하였다. 2011년 5

월~2012년 6월 강남세브란스병원 이비인후과에서 보틀리눔 독소 주입을 받은 20세 이상 80세 이하의 ASD 여성 환자 총 17명을 최종 대상으로 포함하였다. 이들은 강남세브란스병원 이비인후과를 내원하여 후두스트로보스코피 등의 음성정밀검사를 통해 이비인후과 음성후두 전문의 1인에게 ASD로 진단 받았다. 보틀리눔 독소 주입은 근전도검사기(electromyographic, 이하 EMG)를 이용하여 음성후두 전문의 1인이 시행하며 편측 갑상피열근에 주입하였다. ASD의 음성진전의 유무는 음성후두 전문의 1인의 청지각적 평가에 따라 분류하였다<표 1>. 본 대상자들은 보틀리눔 독소 주입기간 동안 음성치료를 받지 않았다.

표 1. 연구 대상자 정보
Table 1. Information of subjects

| 유형 [†] | 인원(명) | 연령(세) | 주입량(U) |
|-----------------|-------|-----------|----------|
| T | 4 | 64.3±11.1 | 1.4±0.3 |
| NT | 13 | 44.8±17.7 | 1.5±0.3 |
| 총 | 17 | 49.4±18.2 | 1.49±0.3 |

mean±SD

† T : ASD with vocal tremor,

NT : ASD without vocal tremor

2.2. 연구도구

본 연구의 음성검사는 보틀리눔 독소 주입 전과 주입 후 4주, 8주, 12주로 총 4회 실시하였다.

2.2.1. 폐활량(vital capacity) 검사

폐활량 측정기구인 MicroQuark[®](Italy Comsed)를 사용하였다. 코집게로 코를 막은 후 마우스피스에 입에 물고 공기를 최대한 들이마시도록 하였다. 그리고 처음 3회는 편안하게 호흡을 한 후, 이어지는 네 번째 호흡에 공기를 최대한 많이 들이마신 다음 최대한 빠른 속도로 모두 호기하도록 하였다. 연속으로 총 3회 반복 실시하여 그 중 최대치를 최종 분석의 대상으로 하였다. 이를 통해 노력성 폐활량(forced vital capacity, 이하 FVC)⁵⁾, 1초간 노력성 호기량(forced expiratory volume at one second, 이하 FEV₁)⁶⁾, 1초간 노력성 폐활량에 대한 비(1 second forced expiratory volume/Forced vital capacity, 이하 FEV₁/FVC)⁷⁾를 측정하였다.

5) 서서히 최대의 흡기 후 급속한 호기 시 배출시키는 최대의 노력성 폐활량

6) 최대 노력성 호기를 시작한 후 1초 동안에 내린 공기량

7) FVC와 FEV₁의 비율

2.2.2. 공기역학적 검사

2.2.2.1. 최대연장발성시간(maximum phonation time, MPT)

음성산출 시 공기의 기류를 측정하는 기구인 Phonatory Aerodynamic System(Model 6600, KayPentax, NJ, USA)을 이용하였다. 편안한 상태에서 평상 시 사용하는 음도(pitch)와 강도(loudness)를 유지하며 모음 /아/를 최대한 길게 발생하도록 하였다. 총 3회 반복하여 측정된 후 이 중 가장 길게 발생한 값을 최종 분석의 대상으로 하였다.

2.2.2.2. 평균호기류율 및 성문하압

음성산출 시 공기의 기류를 측정하는 기구인 Phonatory Aerodynamic System(Model 6600, KayPentax, NJ, USA)을 사용하였다. 구강내 튜브(intraoral tube)를 마스크에 끼우고 공기가 새어나가지 않도록 마스크를 코와 입에 완전히 밀착시킨 후 튜브를 앞니 사이에 위치시키도록 하였다. 평상 시 사용하는 음도와 강도로 /pa/를 1초에 한 번씩 산출하는 속도로 5회 산출하였다. 5회 반복 중 중간 3회의 평균값을 분석하였다(김재욱, 임성은, 최홍식, 2009; 최재남 외, 2007). 이를 통해 평균호기류율(mean airflow rate, 이하 MFR), 성문하압(subglottal pressure, 이하 Psub), 음성효율(vocal efficiency, 이하 VE)⁸⁾을 측정하였다.

2.2.3. 전기성문과형 검사

Lx Speech studio(Laryngograph Ltd, London, UK)의 Speech Pattern Element Acquisition(SPEAD) 프로그램을 이용하여 전기성문과형검사(electroglottography, 이하 EGG)를 시행하였다. 앉은 자세에서 EGG 전극(electrode)을 대상자의 갑상연골 양쪽 연골 판 부위에 고정시키고 평상시의 편안한 목소리와 말 속도로 「가을」 문단을 읽게 하였다(윤보람 외, 2011). 이를 통해 평균기본주파수 분포(DFx mean), 주파수 불규칙성(CFx), 평균음성강도 분포(DAx mean), 강도 불규칙성(CAx), 평균성문폐쇄율 분포(DQx mean)를 측정하였다.

2.2.4. 음향학적 검사

Multispeech 소프트웨어프로그램의 MDVP(Multi-dimensional Voice Program)를 이용하였고 Sound card는 SoundBlaster사의 Audigy2 ZS를 사용하여 검사를 시행하였다. 조용한 방에서 편한 자세로 앉은 상태에서 마이크는 대상자의 입과 15cm 정도 떨어진 곳에 두고 평상시의 편안한 음도와 강도로 /아/를 4초 이상 발생하게 하였다(최성희 외, 2005; 최홍식 외, 2000). 이를 통해 기본주파수(fundamental frequency, 이하 F₀), 주기간 주파수 변동율(jitter), 주기간 진폭 변동율(shimmer), 잡음 대 배음비(noise-to-harmonic ratio, 이하 NHR), 상대적 평균 변이(relative

8) 음향역학(acoustic power)을 공기역학(aerodynamic power)으로 나눈 값

average perturbation, 이하 RAP)⁹⁾, 기본주파수변이(fundamental frequency variation, 이하 vF_0)¹⁰⁾, 음성강도 변이(peak amplitude variation, 이하 vAm)¹¹⁾, FTRI(F_0 -tremor intensity index)¹²⁾, ATRI(amplitude tremor intensity index)¹³⁾, Fatr(amplitude tremor frequency)¹⁴⁾, Fftr(F_0 -tremor frequency)¹⁵⁾을 측정하였다.

2.2.5. 청지각적 평가와 K-VHI

2.2.5.1. 언어치료사의 청지각적 평가

대상자가 「가을」 문단을 읽는 동안 숙련된 1인의 언어치료사가 GRBAS scale(grade, roughness, breathy, asthenic, strained)을 사용하여 주관적으로 평가하였다. 평가 범위는 4점 척도로 0~3점(0: 정상, 1: 경도, 2: 중등도, 3: 고도)으로 구성되어 있고 0.5단위 평정도 허용하였다(최재남 외, 2007).

2.2.5.2. 대상자의 청지각적 평가

ADSD 환자가 보이는 주된 증상을 중심으로 윤보람 등(2011)이 제작한 평가문항을 이용하여 대상자 본인의 음성을 청지각적으로 평가하도록 하였다. 평가 범위는 5점 척도로 0~4점으로 구성되어 있다(0: 증상이 없음, 1: 아주 가끔 나타남, 2: 가끔 나타남, 3: 자주 나타남, 4: 항상 나타남).

2.2.5.3. 한국어판 음성장애지수(Korean-Voice Handicap Index, 이하 K-VHI)

심리측정적 평가도구 중에서 가장 대표적인 VHI를 한국어로 변환한 K-VHI를 사용하여 대상자의 삶의 질을 평가 하였다. 평가 범위는 5점 척도로 0~4점으로 구성되어 있으며 신체적, 기능적, 정서적 영역으로 나누어져있다. 각 하위 항목은 10개씩 총 30개의 문항으로 구성되어 있으며 평가치의 총합을 최종 분석에 이용하였다(김재옥 외, 2007).

2.3. 통계 분석

통계분석은 Statistical Product and Service Solution(SPSS, version, 19.0) 통계 프로그램을 이용하였다. 음성진전 유무에

따른 ADSD군의 보틀리눔 독소 주입 후 집단별 변화 양상을 살펴보고자 반복측정 분산분석(repeated measures of ANOVA)을 실시하였다. 유의 수준은 0.05 미만에서 검정하였다.

3. 연구 결과

3.1. 폐활량 검사

두 군 간의 FVC 평균<그림 1>, FEV₁ 평균<그림 2>의 변화 양상에는 통계적으로 유의한 차이가 있었다. T군이 NT군 보다 FVC, FEV₁의 평균이 통계적으로 유의하게 낮았다($p < .05$) <표 2>.

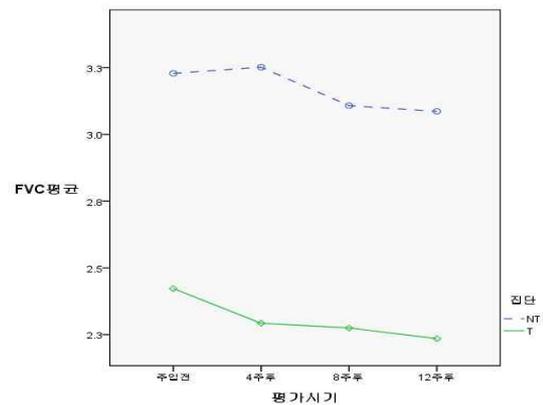


그림 1. 음성진전 유무에 따른 FVC 평균 차이
Figure 1. FVC mean difference according to vocal tremor

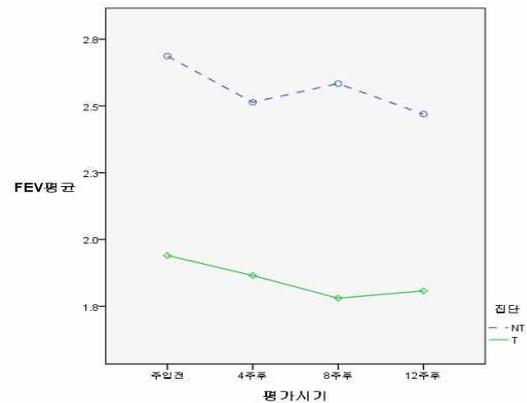


그림 2. 음성진전 유무에 따른 FEV₁ 평균 차이
Figure 2. FEV₁ mean difference according to vocal tremor

- 9) 음도의 3주기 길이 내에서의 음도변이 정도
- 10) 인접해있는 주기간의 기본주파수변이에 대한 상대적인 표준편차
- 11) 인접해있는 주기간의 음성강도변이에 대한 상대적인 표준편차
- 12) 기본주파수의 진전 분석을 위해 변조된 주파수의 저주파 요소 중 가장 에너지가 큰 주파수의 에너지가 전체 주파수 에너지 중 차지하는 비율
- 13) 음성강도의 진전 분석을 위해 변조된 진폭의 저주파 요소 중 가장 에너지가 큰 주파수의 에너지가 전체 주파수 에너지 중 차지하는 비율
- 14) 음성강도의 진전 분석을 위해 진폭 변조된 저주파 요소 중 가장 에너지가 큰 주파수
- 15) 기본주파수의 진전 분석을 위해 주파수 변조된 저주파 요소 중 가장 에너지가 큰 주파수

표 2. T군과 NT군 간의 폐활량에 대한 repeated measures of ANOVA 분석 결과
Table 2. Repeated measures of ANOVA analysis for differences in vital capacity between T group and NT group

| 변수 | 시점 | 주입 후 | | | | p - 값 | |
|--------------------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|------|
| | | 주입 전 | 4주 | 8주 | 12주 | 개체간 | 개체내 |
| FVC(ℓ) | T | 2.4±0.7(1.5) | 2.3±0.7(1.6) | 2.3±0.8(1.6) | 2.2±0.7(1.5) | .026* | .074 |
| | NT | 3.2±0.6(1.9) | 3.3±0.7(1.74) | 3.1±0.6(2.2) | 3.1±0.6(2.0) | | |
| | 시점*집단 | | | | | | |
| FEV ₁ (ℓ) | T | 1.9±0.5(1.1) | 1.9±0.6(1.2) | 1.8±0.6(1.3) | 1.8±0.6(1.2) | .028* | .215 |
| | NT | 2.7±0.5(1.8) | 2.5±0.5(1.56) | 2.9±0.5(1.6) | 2.8±0.6(2.0) | | |
| | 시점*집단 | | | | | | |
| FEV ₁ /FVC(%) | T | 80.2±4.1(9.5) | 82.0±3.5(7.7) | 81.7±4.8(11.5) | 83.3±5.1(10.1) | .672 | .794 |
| | NT | 85.8±5.3(14.8) | 81.4±7.0(15.0) | 83.9±5.4(25.1) | 79.5±6.8(27.7) | | |
| | 시점*집단 | | | | | | |

mean±SD(range)
*p < .05

표 3. T군과 NT군 간의 공기역학적 검사 차이에 대한 repeated measures of ANOVA 분석 결과
Table 3. Repeated measures of ANOVA analysis for differences in aerodynamic analysis between T group and NT group

| 변수 | 시점 | 주입 후 | | | | p - 값 | |
|------------------------------|-------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------|-------|------|
| | | 주입 전 | 4주 | 8주 | 12주 | 개체간 | 개체내 |
| MFR (ml/sec) | T | 20.0±14.1(30) | 15.0±9.9(19.9) | 35.0±33.2(70.0) | 25.0±19.2(40) | .107 | .349 |
| | NT | 48.5±55.7 (180) | 82.1±66.1 (203.1) | 85.4±68.5 (210) | 61.6±54.9 (210) | | |
| | 시점*집단 | | | | | | |
| Psub (cmH ₂ O) | T | 9.2±1.3(3.0) | 6.7±3.2(6.8) | 7.6±2.6(5.3) | 8.1±2.0(4.5) | .202 | .132 |
| | NT | 7.5±2.4(9.2) | 6.2±1.8(5.2) | 6.5±2.5(7011.4) | 6.3±1.3(4.7) | | |
| | 시점*집단 | | | | | | |
| VE (ppm) | T | 5765.6±5398.5 (12078.0) | 673.4±229.2 (511.4) | 1845.1±2750.9 (16737.4) | 2688.1±3694.3 (7692.2) | .229 | .047 |
| | NT | 2267.1±3453.5 (12412.2) | 433.1±543.8 (1973.5) | 1618.9±4572.8 (16737.4) | 764.9±1862.7 (6885.2) | | |
| | 시점*집단 | | | | | | |
| MPT (sec) | T | 17.0±8.61(19.3) | 8.7±2.7(5.4) | 11.3±2.0(4.8) | 15.0±4.2(10.0) | .526 | .008 |
| | NT | 16.2±7.8(30.5) | 11.9±4.0(13.7) | 15.1±6.9(22.1) | 16.4±6.9(20.6) | | |
| | 시점*집단 | | | | | | |

mean±SD(range)

3.2. 공기역학적 검사

두 군 간의 공기역학적 검사 변화 양상에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다<표 3>.

3.3. 전기성문파형 검사

두 군 간의 전기성문파형검사 변화 양상에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다<표 4>.

3.4. 음향학적 검사

두 군 간의 vAm, ATRI, Fatr 평균의 변화 양상에는 통계적으로 유의한 차이가 있었다. T군이 NT군 보다 vAm<그림 3>, ATRI<그림 4>, Fatr<그림 5>의 평균이 통계적으로 유의하게 높았다(p < .05) <표 5>.

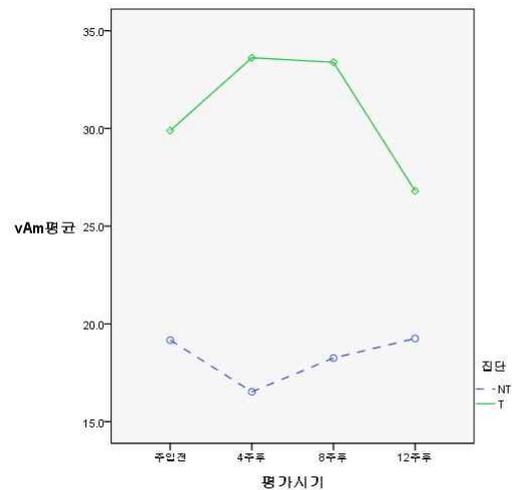


그림 3. 음성진전 유무에 따른 vAm 평균 차이
Figure 3. vAm mean difference according to vocal tremor

표 4. T군과 NT군 간의 전기성문파형 검사 차이에 대한 repeated measures of ANOVA 분석 결과
Table 4. Repeated measures of ANOVA analysis for differences in EGG between T group and NT group

| 변수 | 시점 | 주입 전 | 주입 후 | | | p - 값 | |
|---------------|----------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------|------|
| | | | 4주 | 8주 | 12주 | 개체간 | 개체내 |
| DFx mean (Hz) | T(n=4) | 166.2±21.5(45.0) | 182.0±37.5(86.2) | 163.6±26.7(64.4) | 165.4±22.5(48.0) | .719 | .035 |
| | NT(n=12) | 172.6±30.2(105.5) | 184.5±32.2(95.5) | 173.8±27.2(155.3) | 168.9±26(83.6) | | |
| | 시점*집단 | | | | | .756 | |
| CFx (%) | T(n=4) | 20.2±6.9(14.7) | 20.0±11.6(22.1) | 18.9±13.8(32.0) | 14.2±7.4(16.9) | .677 | .543 |
| | NT(n=12) | 13.4±10.7(31.5) | 17.8±14.0(44.8) | 15.6±16.9(51.4) | 15.3±12.1(38.4) | | |
| | 시점*집단 | | | | | .594 | |
| DAx mean (dB) | T(n=3) | 55.0±1.6(3.8) | 53.5±3.3(7.4) | 54.0±12.6(26.1) | 61.6±14.5(29.2) | .327 | .069 |
| | NT(n=12) | 52.9±9.0(27.7) | 57.7±11.6(30.2) | 62.1±10.4(27.6) | 65.7±9.0(28.1) | | |
| | 시점*집단 | | | | | .604 | |
| CAx (%) | T(n=3) | 9.0±0.5(0.9) | 6.0±5.8(10.4) | 5.5±5.7(10.1) | 4.8±3.6(18.3) | .992 | .634 |
| | NT(n=12) | 5.3±2.9(9.1) | 5.6±3.2(9.7) | 7.4±6.2(19.3) | 7.0±4.3(14.3) | | |
| | 시점*집단 | | | | | .158 | |
| DQx mean (%) | T(n=3) | 42.6±4.8(9.1) | 34.4±6.0(15.7) | 40.5±7.2(14.3) | 44.0±4.1(8.8) | .520 | .001 |
| | NT(n=12) | 47.5±9.1(31.3) | 38.1±5.5(15.7) | 41.8±8.2(28.8) | 45.0±8.0(27.6) | | |
| | 시점*집단 | | | | | .755 | |

mean±SD(range)

표 5. T군과 NT군 간의 음향학적 검사 차이에 대한 repeated measures of ANOVA 분석 결과
Table 5. Repeated measures of ANOVA analysis for differences in acoustic analysis between T group and NT group

| 변수 | 시점 | 주입 전 | 주입 후 | | | p - 값 | |
|------------|----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|------|
| | | | 4주 | 8주 | 12주 | 개체간 | 개체내 |
| F0(Hz) | T | 181.5±12.8 (30.2) | 197.1±54.2 (130.1) | 179.4±24.2 (56.1) | 188.5±41.6 (100.7) | .589 | .266 |
| | NT | 167.4±35.0 (117.0) | 188.6±35.2 (119.1) | 179.4±30.4 (109.2) | 175.2±36.7 (132.6) | | |
| | 시점*집단 | | | | | .869 | |
| Jitter(%) | T | 3.6±2.9(6.5) | 4.1±2.0(4.8) | 4.6±0.6(1.2) | 2.8±1.3(3.0) | .283 | .193 |
| | NT | 2.6±1.8(6.2) | 3.0±1.6(4.9) | 2.7±1.8(6.1) | 2.7±2.5(8.0) | | |
| | 시점*집단 | | | | | .371 | |
| Shimmer(%) | T | 7.9±5.6(11.8) | 9.9±4.6(9.5) | 8.0±1.2(2.6) | 7.0±3.0(6.2) | .232 | .960 |
| | NT | 7.3±6.0(19.0) | 5.8±3.5(9.4) | 6.7±4.2(13.0) | 8.1±8.3(28.3) | | |
| | 시점*집단 | | | | | .468 | |
| NHR | T | 0.4±0.2(0.5) | 0.3±0.1(0.2) | 0.3±0.2(0.44) | 0.3±0.1(0.2) | .170 | .118 |
| | NT | 0.2±0.2(0.5) | 0.2±0.2(0.6) | 0.2±0.1(0.3) | 0.2±0.1(0.4) | | |
| | 시점*집단 | | | | | .539 | |
| RAP(%) | T | 1.8±1.6(3.6) | 2.2±1.1(2.5) | 2.5±0.3(0.8) | 1.4±0.6(1.2) | .361 | .108 |
| | NT | 1.4±0.9(3.0) | 1.7±0.8(2.7) | 1.6±0.9(3.2) | 1.5±1.3(4.1) | | |
| | 시점*집단 | | | | | .405 | |
| vF0(%) | T | 11.6±6.6(15.3) | 13.5±13.4(30.8) | 12.4±7.6(15.8) | 9.2±7.5(17.3) | .437 | .449 |
| | NT | 10.4±14.2(36.6) | 6.7±8.9(30.0) | 7.8±11.3(37.2) | 5.7±5.9(15.5) | | |
| | 시점*집단 | | | | | .622 | |
| vAm(%) | T | 29.9±10.5(19.9) | 33.6±14.6(33.5) | 33.4±8.6(18.6) | 26.8±9.0(19.3) | .027* | .707 |
| | NT | 19.2±12.2(34.8) | 16.5±9.1(30.0) | 18.3±7.8(28.8) | 19.3±13.1(45.0) | | |
| | 시점*집단 | | | | | .313 | |
| FTRI(%) | T(n=4) | 3.9±1.9(4.4) | 2.5±2.3(5.2) | 3.2±2.4(5.5) | 3.7±2.6(5.4) | .218 | .356 |
| | NT(n=11) | 2.8±4.4(14.8) | 1.5±2.1(10.1) | 1.1±1.0(9.4) | 2.0±2.5(8.0) | | |
| | 시점*집단 | | | | | .756 | |
| ATRI(%) | T(n=3) | 8.2±5.5(10.3) | 17.2±5.1(9.8) | 14.5±3.4(6.4) | 11.8±2.4(9.1) | .033* | .192 |
| | NT(n=6) | 7.6±4.5(20.1) | 7.1±3.5(10.2) | 6.0±2.8(7.9) | 7.0±7.0(19.5) | | |
| | 시점*집단 | | | | | .088 | |
| Fatr(Hz) | T(n=3) | 4.1±0.7(1.2) | 3.5±1.0(1.9) | 3.2±1.0(1.9) | 3.8±1.2(3.2) | .026* | .467 |
| | NT(n=6) | 5.3±1.0(5.9) | 3.7±0.9(4.0) | 4.6±1.2(3.5) | 5.2±2.6(7.1) | | |
| | 시점*집단 | | | | | .809 | |
| Fftr(Hz) | T(n=4) | 4.0±0.6(1.4) | 3.6±2.4(4.9) | 2.9±0.8(1.8) | 3.9±0.7(1.7) | .086 | .775 |
| | NT(n=11) | 5±1.33(4.4) | 4.2±1.5(4.6) | 5.2±2.1(7.2) | 4.4±1.7(5.2) | | |
| | 시점*집단 | | | | | .443 | |

mean±SD(range)

*p < .05

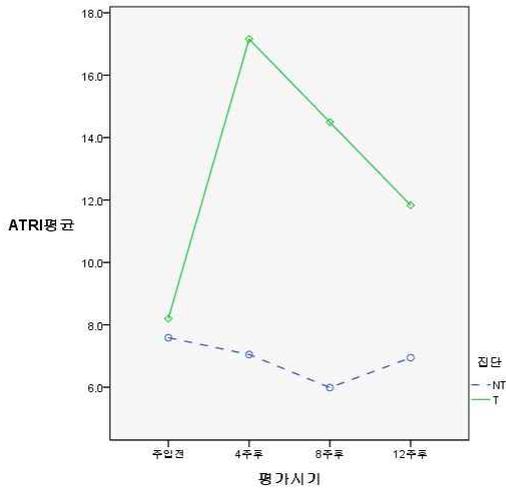


그림 4. 음성진전 유무에 따른 ATRI 평균 차이

Figure 4. ATRI mean difference according to vocal tremor

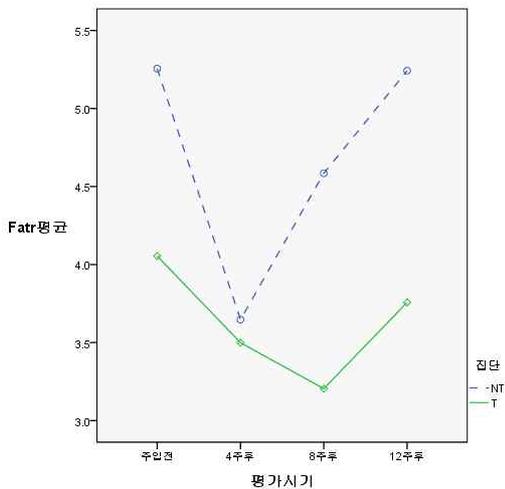


그림 5. 음성진전 유무에 따른 Fatr 평균 차이

Figure 5. Fatr mean difference according to vocal tremor

3.5. 청지각적 평가와 K-VHI

두 군 간의 청지각적 평가와 K-VHI 변화 양상에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다<표 6> <표 7> <표 8>.

4. 논의 및 결론

본 연구는 음성진전 유무에 따른 ASD의 음성 특성을 파악하기 위해 음성진전이 동반된 ASD군(T군)과 음성진전이 동반되지 않은 ASD군(NT군)의 두 그룹으로 나누어 보틀리눔 독소 주입 후 음성 변화의 양상에 차이가 있는지를 살펴보았다.

첫째, 폐활량 검사 결과 T군의 FVC와 FEV₁의 평균은 NT군에 비해 통계적으로 유의하게 낮았다($p < .05$). ASD 환자

의 경우 증상의 경감을 위해 스스로 호흡의 압력을 줄여서 목 소리를 작게 하려는 경향이 있다. 이로 인해 호흡 근육들의 활용능력이 저하되어 호흡압력이 줄어들면서 폐활량도 줄어들게 된다(남도현 외, 2005). 본 연구에서 T군은 연속(spasm)과 진전(tremor)이 동시에 발생하므로 NT군에 비해 그 증상이 심하였다. 즉 T군은 NT군 보다 증상 경감을 위한 노력을 더 많이 해야 하므로 호흡 근육들의 활용 능력이 NT군에 비해 훨씬 저하되어 폐활량이 더 낮았을 것이다. 또한 음성진전의 경우, 성대뿐만 아니라 얼굴, 복부근, 횡격막 등 다양한 신체 부위의 떨림으로 발생하기도 하여(Paul et al., 2000) 호흡기능에 더 영향을 줬을 가능성이 있음을 의미한다. 실제로 T군 4명 중 1명이 심한 머리진전(head tremor)이 있었다. 그러나 T군의 평균 연령(64.3 ± 11.1)이 NT군(44.8 ± 17.7)군 보다 높아 호흡기능이 더 낮았을 수도 있다.

둘째, 두 군 간의 보틀리눔 독소 주입 후 MFR 평균의 변화 양상에는 통계적으로 유의한 차이가 없었으나 T군이 NT군 보다 MFR의 평균이 낮았다. 또한 T군은 주입 전(20ml/sec)에 비해 주입 8주 후(35ml/sec) 증가하였고 NT군은 주입 전(48.55ml/sec)에 비해 주입 4주 후(82.1ml/sec)에 증가였다. Paul 등(2000)의 연구에 의하면 음성진전 환자를 대상으로 보틀리눔 독소 주입 후 2주, 6주, 10주, 16주에 반복적으로 음성평가를 한 결과, 주입 2주 후 공기의 기류가 증가한 이후 주입 6주 후에 다시 감소하여 본 연구의 결과와 일치하지 않았다. 이는 본 연구에서의 T군의 평균 주입량은 1.4단위였으나 Paul 등(2000)의 연구에서는 주입량이 15단위로 매우 높았고 연구 대상자가 음성진전이 동반된 ASD군과 음성진전만 있는 환자군을 모두 대상으로 하여 본 연구와의 차이가 있었을 것이라 생각된다. 음성진전은 성대 외의 다른 부위에 떨림이 있는 경우 주입효과가 현저히 감소할 것이라고 하였는데(Paul et al., 2000) 본 연구에서도 T군의 MFR이 주입 전(20ml/sec)에서 주입 후 최대로 증가한 수치가 35ml/sec였고 NT군의 경우 주입 전 48.5ml/sec에서 주입 후 최대로 증가한 수치가 85.4ml/sec로 NT군의 증가율이 더 컸다. 즉 T군은 보틀리눔 독소 주입 후 청지각적으로 귀어찌는 듯한 목소리는 현저히 감소하였으나 음성진전이 여전히 남아 있어 지속적으로 공기의 흐름에 영향을 줬을 것이다.

두 군 간의 보틀리눔 독소 주입 후 MPT 평균의 변화 양상에는 통계적으로 유의한 차이가 없었으나 주입 전에는 T군이 NT군 보다 MPT 평균이 높았고 주입 후에는 T군이 NT군 보다 MPT의 평균이 낮았다. 성대에서 공기를 낭비하게 되면 많은 공기를 소비하기 때문에 호흡이 짧아지고 폐활량 및 성대 접촉률과 관계가 있는 MPT도 짧아진다. 그러므로 긴 호흡을 유지하려면 호흡압력과 성대접촉이 조화를 잘 이루어야 한다(남도현, 최홍식, 2007). ASD의 경우 발생 시 성대근이 불수의적으로 수축하여 목에 힘을 주는 발성을 하게 됨으로써 공

표 6. T군과 NT군 간의 GRBAS 차이에 대한 repeated measures of ANOVA 분석 결과
Table 6. Repeated measures of ANOVA analysis for differences in GRBAS between T group and NT group

| 변수 | 시점 | 주입 전 | 주입 후 | | | p - 값 | |
|----------|-------|-------------|------------|------------|--------------|-------|------|
| | | | 4주 | 8주 | 12주 | 개체간 | 개체내 |
| grade | T | 1.5±0.6 (1) | 1.3±0.5(1) | 1.3±0.3(1) | 1.0±0.4(1) | .137 | .003 |
| | NT | 1.2±0.7 (2) | 0.7±0.5(2) | 0.7±0.4(2) | 0.8±0.6(1.5) | | |
| | 시점*집단 | | | | | | .376 |
| rough | T | 0.0±0.0(0) | 0.0±0.0(0) | 0.0±0.0(0) | 0.0±0.0(0) | .243 | .919 |
| | NT | 0.1±0.3(1) | 0.1±0.2(1) | 0.2±0.3(1) | 0.1±0.2(1) | | |
| | 시점*집단 | | | | | | .919 |
| breathy | T | 0.0±0.0(0) | 0.4±0.5(1) | 0.5±0.6(1) | 0.4±0.5(1) | .804 | .018 |
| | NT | 0.1±0.2(1) | 0.3±0.4(1) | 0.3±0.4(1) | 0.3±0.3(1) | | |
| | 시점*집단 | | | | | | .476 |
| asthenic | T | 0.0±0.0(0) | 0.0±0.0(0) | 0.0±0.0(0) | 0.0±0.0(0) | - | - |
| | NT | 0.0±0.0(0) | 0.0±0.0(0) | 0.0±0.0(0) | 0.0±0.0(0) | | |
| | 시점*집단 | | | | | | - |
| strained | T | 1.5±0.6 (1) | 1.0±0.7(2) | 0.9±0.6(2) | 0.9±0.5(1) | .185 | .001 |
| | NT | 1.2±0.7(2) | 0.5±0.5(2) | 0.4±0.5(1) | 0.6±0.6(1.5) | | |
| | 시점*집단 | | | | | | .748 |

mean±SD(range)

표 7. T군과 NT군 간의 환자의 청지각적 평가 차이에 대한 repeated measures of ANOVA 분석 결과
Table 7. Repeated measures of ANOVA analysis for differences in auditory perception tests between T group and NT group

| 변수 | 시점 | 주입 전 | 주입 후 | | | p - 값 | |
|----------|-------|----------|----------|----------|----------|-------|------|
| | | | 4주 | 8주 | 12주 | 개체간 | 개체내 |
| 청지각평가(점) | T | 11±5(12) | 9±4(8) | 10±7(12) | 9±4(8) | .821 | .028 |
| | NT | 13±4(15) | 10±5(18) | 9±4(18) | 12±4(13) | | |
| | 시점*집단 | | | | | | .621 |

mean±SD(range)

표 8. T군과 NT군 간의 K-VHI 평가 차이에 대한 repeated measures of ANOVA 분석 결과
Table 8. Repeated measures of ANOVA analysis for differences in K-VHI between T group and NT group

| 변수 | 시점 | 주입 전 | 주입 후 | | | p - 값 | |
|-------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|-------|
| | | | 4주 | 8주 | 12주 | 개체간 | 개체내 |
| 합계(점) | T | 70±20(42) | 47±18(44) | 47±16(36) | 55±22(48) | .735 | <.001 |
| | NT | 69±30(92) | 53±23(83) | 49±23(77) | 55±22(99) | | |
| | 시점*집단 | | | | | | .962 |
| P(점) | T | 25±4(10) | 16±7(15) | 17±7(16) | 19±7(15) | .630 | .014 |
| | NT | 24±10(30) | 19±7(25) | 18±7(20) | 22±8(28) | | |
| | 시점*집단 | | | | | | .615 |
| F(점) | T | 21±9(20) | 17±7(16) | 15±4(10) | 16±6(15) | .886 | .043 |
| | NT | 22±10(35) | 15±8(30) | 14±8(26) | 19±10(40) | | |
| | 시점*집단 | | | | | | .684 |
| E(점) | T | 24±9(19) | 14±7(14) | 16±7(15) | 21±12(26) | .753 | .014 |
| | NT | 23±12(34) | 18±11(35) | 17±10(35) | 23±11(36) | | |
| | 시점*집단 | | | | | | .673 |

mean±SD(range)

기의 흐름을 적게 사용하여 주입 후에 비해 주입 전에는 MFR이 감소하고 MPT는 다소 길어지는 경향이 있다(윤보람 외, 2011). NT군이 폐활량이 낮은 T군 보다 주입 전 MPT 평균이 높은 것은 T군에 비해 호흡압력과 성대접촉의 조화가 잘 이루어지지 않아 성대에서 공기가 많이 소모되어 호흡 유지에 어려움이 있음을 추정할 수도 있다. 또한 T군이 NT군에 비해 증상이 심하여 목에 더 많이 힘을 주게 되므로 성대에서 공기의 기류를 더 적게 사용함으로써 MPT 평균이 더 길었을 것이라 판단된다. 반면 주입 후 MPT 평균은 T군이 NT군에 비해 훨씬 낮아졌다. 이는 편측 갑상피열근을 마비시키는 보틀리눔 독소가 연속을 효과적으로 감소시켜 NT군의 호흡압력과 성대접촉의 조화가 잘 이루어졌으나 음성진전은 감소시키지 못해 오히려 T군의 경우 낮은 호흡압력과 성대조절의 실패로 MPT 평균이 더 낮았다고 해석할 수 있다.

두 군 간의 보틀리눔 독소 주입 후 Psub와 VE 평균의 변화 양상에는 통계적으로 유의한 차이가 없었으나 T군이 NT군 보다 더 높은 경향을 보였다. 이는 T군의 경우 목에 힘을 많이 주는 긴장성 형태의 발성과 함께 불수의적인 떨림이 나타나 발성 시 큰 강도의 음성을 사용하는 경향이 있었는데 이로 인해 Psub와 VE가 증가하였을 것으로 판단된다. VE는 발성 시 성문폐쇄능력의 변화를 반영하는 후두조절 능력의 지표로서 매우 유용하며 성문에서 생성된 소리 강도와 성문하압 및 호기류율의 비로 측정된다(최재남 외, 2007). 박선영 등(2008)의 연구에 따르면 큰 강도 발성 시 기류는 적게 사용하게 되고 음성효율은 높아진다고 하였다.

셋째, 전기성문과형 검사 결과 통계적으로 유의한 차이는 없었으나 평균기본주파수 분포인 DFx 평균은 T군(166.2Hz)이 NT군(172.6Hz)보다 더 낮았다. 이는 평균 연령이 NT군에 비해 T군이 더 높으므로 음도가 낮은 것으로 생각된다. 두 군 모두 주입 전에 비해 주입 4주 후 DFx 평균이 높아져 보틀리눔 독소 주입의 효과가 있음을 추정할 수 있다. 윤보람 등(2011)의 연구에 의하면 주입 전 ASDD 환자의 DFx는 174.9Hz에서 주입 후 181.94Hz로 통계적으로 유의하게 높아졌고 본 연구의 결과와 일치하였다. 낮은 DFx는 덜 여성적인 목소리를 의미하는 것으로 두 군 모두 정상 여성 성인보다 낮은 음도를 가지고 있으며 주입 후 보틀리눔 독소의 효과로 음도가 높아지긴 하였으나 정상 성인 여성의 음도인 220 ± 20 Hz 보다는 여전히 낮았다. 주파수 불규칙성인 CFx 평균은 주입 전의 경우 T군의 CFx(20.2%)에 비해 NT군의 CFx(13.4%)가 더 낮았다. 또한 통계적으로 유의한 차이는 없었으나 T군은 주입 전에 비해 주입 8주 후(18.9%)와 주입 12주 후(14.2%) 감소하는 양상을 보였으나, NT군은 주입 전(13.4%)에 비해 주입 4주 후(17.8%) 오히려 CFx가 증가하였다. 즉 음성진전 유무에 따라 CFx의 변화 양상에 차이가 있을 것으로 추측된다. 황연신 등(2009)에 의하면 CFx는 발성 시 하나의 음높이를 형

성하지 못하고 계속 변화하는 것으로 음성진전과 관련된 변수라고 하였다. 본 연구에서도 T군의 경우 CFx가 더 높았으며 이로 인해 NT군 보다 청지각적으로 더 떨리는 음성으로 느껴진다고 판단된다.

통계적으로 유의한 차이는 없었으나 평균음성강도 분포인 DAx 평균은 T군의 경우 주입 전(55dB)에 비해 주입 4주 후(53.5dB) 감소하였다가 8주 후(54dB)부터 다시 증가한 반면, NT군은 DAx 평균이 주입 전(52.9dB)에 비해 주입 4주 후(57.7dB)부터 지속적으로 증가하여 두 군 간의 변화 양상이 달랐다. ASDD 환자는 발성 시 성대가 연속되는 것을 극복하기 위해 일부러 속삭이는 듯한 음성을 사용하기도 한다(윤보람 외, 2011). NT군의 경우 주입 전 보상작용으로 작은 목소리를 사용하던 습관에서 보틀리눔 독소 주입의 효과로 편안한 발성을 사용하면서 시간이 지날수록 점차 음성강도가 커진 것으로 판단할 수 있다. T군의 경우 주입 후 오히려 음성강도가 감소하였는데 음성진전이 개선되지 않아 여전히 작은 목소리를 습관적으로 사용하는 것이 그 원인이라 생각된다.

또한 통계적으로 유의하지는 않았으나 강도 불규칙성인 CAx 평균은 T군의 경우 주입 전(9%)보다 주입 4주 후(6%), 주입 8주 후(5.5%)에 꾸준히 감소하였으나 NT군은 주입 전(5.3%)보다 주입 4주 후(5.6%), 주입 8주 후(7.4%)에 꾸준히 증가하였다. 또한 주입 전 T군의 CAx 평균(9%)이 NT군의 CAx 평균(5.3%) 보다 높았다. 즉 ASDD는 음성진전 유무에 따라 CAx의 변화 양상이 다르며 이를 통해 음성진전 및 음성단절과 관련 있는 CAx는 연속과 음성진전을 감별하는데 민감할 것으로 추정된다.

두 군 간의 DQx 평균은 통계적으로 유의한 차이가 없었고 두 군 모두 주입 전에 비해 주입 4주 후 감소하였다가 주입 8주 후에 증가하는 양상을 보였다. 이는 주입으로 인해 성대의 접촉이 잘 이루어지지 않아 목선 음성이 관찰되는 것과도 관련 있을 것이라 판단된다. 선행연구에 의하면 ASDD 환자들은 보틀리눔 독소 주입 전 발화 시 성대에 힘을 주어 발성하여 성문폐쇄율이 증가한다고 하였다. 또한 주입 후에는 보틀리눔 독소의 효과로 성대가 갑작스럽게 연속하는 것이 줄어들면서 힘이 덜 들어가는 편안한 발성을 하게 되어 성문폐쇄율이 줄어든다고 하였고 본 연구의 결과와 일치하였다(윤보람 외, 2011). T군(42.6%) 보다 NT(47.5%)군의 DQx 평균이 더 높았는데 이는 음성진전 보다는 성대의 갑작스런 연속으로 인한 과내전이 DQx에 더 영향을 준다고 해석할 수 있다.

넷째, 음향학적 검사 결과 통계적으로 유의한 차이는 없었으나 T군이 NT군 보다 F_0 평균이 낮았고 두 군 모두 정상 성인 여성의 음도인 220 ± 20 Hz보다 낮았다. 이는 앞서 논의했던 DFx 평균의 결과와 일치하였다.

통계적으로 유의한 차이는 없었으나 주기간 주파수 변동율인 jitter와 주기간 진폭 변동율인 shimmer는 T군이 NT군 보다

높았고 이는 T군이 비주기적인 성대진동이 더 많이 일어났음을 시사한다(최재남 외, 2007). 특히 shimmer는 T군의 경우 주입 전(7.9%)에 비해 주입 4주 후(9.9%) 증가하였다가 주입 12주 후(7%) 감소하였다. NT군의 경우 주입 전(7.3%)에 비해 주입 4주 후(5.8%) 감소하였다가 주입 8주 후(6.7%)부터 다시 증가하였으며 두 군 간의 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 즉 shimmer의 경우 T군은 주입 후 증가하는 양상을 보임으로써 본 연구에서의 NT군 및 선행연구와 일치하지 않았다(Zwimer et al., 1991). Kendall 등(2011)은 음성진전을 동반한 ASD 환자를 대상으로 보틀리눔 독소를 갑상피열근에만 주입한 군과 갑상피열근과 내피열근(interytenoid)에 동시에 주입한 군을 비교하였다. 그 결과 갑상피열근과 내피열근에 동시에 주입한 경우 갑상피열근에만 주입한 군보다 통계적으로 유의하게 shimmer와 F_0 범위가 낮았다고 하였다. 즉 음성진전이 동반된 ASD의 경우 편측 갑상피열근에만 보틀리눔 독소를 주입했을 때 음성기능의 향상이 덜 효과적일 수도 있다는 것을 의미한다. Jitter, shimmer, NHR은 두 군 모두 정상군(jitter:0.74%, shimmer:3.34%, NHR:0.19)보다 더 높았다. 높은 jitter와 shimmer는 거친 소리, 바람 세는 듯한 소리와 지각적으로 연관되어 있으며(최홍식 외, 2000) 주입 후 성대 기능마비로 바람 세는 듯한 목소리가 산출되면서 jitter와 shimmer가 높아진 것으로 해석할 수 있다.

음도변이를 측정하는 변수인 RAP와 vF_0 는 통계적으로 유의하지 않으나 T군이 NT군 보다 높았고 이는 본 연구에서 jitter의 결과와 일치하였다. 즉 음성진전과 연축이 동시에 나타나는 경우 연축만 있는 경우보다 성대 움직임의 비주기성이 더 많이 나타나며 이러한 특성으로 인해 T군이 NT군보다 호흡과 발성의 조절 능력이 더 심하게 손상된 것을 추정할 수 있다. 높은 기본주파수 및 강도변이는 후두의 발생위치에 대한 강직성과 호흡과 발성 기관의 조절 능력이 더 심하게 손상되었기 때문에 나타난다고 하였다(최성희 외, 2005). 또한 vF_0 는 주입 전(11.6%)에 비해 주입 4주 후(13.5%)에 증가하였다가 주입 8주 후(12.4%)부터 다시 감소하는 양상을 보인 반면, NT군은 주입 전(10.4%)에 비해 주입 4주 후(6.7%)에 감소하였다가 주입 8주 후 7.8%로 증가하여 통계적으로 유의하지는 않으나 두 군 간의 보틀리눔 독소 주입 후 변화양상이 서로 달랐다. 즉 vF_0 는 성대의 연축성 운동과 관련된 지표로 주입 전에 비해 주입 후 감소한다는 선행연구 결과와 본 연구에서 NT군의 연구 결과와 일치하였다(Crevier et al., 1997). 이를 통해 보틀리눔 독소의 효과는 음성진전 보다 쥐어짜는 듯한 목소리에 더 효과가 있는 것으로 판단된다.

음성강도 변이를 측정하는 변수인 vAm 의 평균은 T군이 NT군 보다 통계적으로 유의하게 높았다. 이는 본 연구에서 shimmer의 결과와 비슷하였고 T군이 NT군 보다 호흡과 발성 기관의 조절 능력이 더 심하게 손상 되었다는 것을 시사한다

(최성희 외, 2005). T군이 NT군 보다 주입 전(29.9%)에 비해 주입 4주 후(33.6%) 증가하였다가 주입 12주 후(26.8%)에는 다시 감소하였으나 NT군은 주입 전(19.2%)에 비해 주입 4주 후(16.5%) 감소하였다가 주입 8주 후(18.3%)에 다시 증가하는 양상을 보여 음성진전 유무에 따라 그 변화 양상이 통계적으로 유의하게 달랐다. 이를 통해 음성진전은 연축에 비해 기본주파수 변이뿐만 아니라 음성 강도 변이도 매우 높게 나타남을 알 수 있다. 또한 T군의 경우 보틀리눔 독소 주입의 효과로 연축은 감소하였으나 음성진전이 여전히 남아 있어 음성강도 변이가 더 커졌으나 NT군은 연축이 감소하면서 강도의 변이가 감소하였다고 추정할 수 있다.

음성강도의 진전 분석을 위한 변수인 F_{atr} 의 평균은 T군이 NT군 보다 통계적으로 유의하게 낮았고 ATRI의 평균은 T군이 NT군 보다 통계적으로 유의하게 높았다. 이는 본 연구에서 vAm 의 평균의 결과와 일치하였고 주파수의 변이 보다 음성강도의 변이가 T군과 NT군을 감별진단 하는데 유용한 지표가 될 수 있음을 시사한다.

ATRI의 평균은 T군의 경우 주입 전(8.2%)에 비해 주입 4주 후(17.2%) 증가하였다가 주입 8주 후(14.5%) 감소하는 양상을 보였다. 반면 NT군의 경우 주입 전(7.6%)에 비해 주입 4주 후(7.1%)부터 감소하는 양상을 보여 두 군 간의 보틀리눔 독소 주입 후 변화 양상이 달랐으며 통계적으로 유의미한 차이가 있었다($p < .05$). F_{atr} 의 평균은 T군이 NT군 보다 통계적으로 유의하게 낮았다. T군의 경우 주입 전(4.1Hz)에 비해 주입 4주 후(3.5Hz) 감소하였고 주입 8주 후(3.8Hz) 증가하였다. 반면 NT군의 경우 주입 전(5.3Hz)에 비해 주입 4주 후(3.7Hz) 감소하였다가 주입 8주 후(4.6Hz) 다시 증가하는 양상을 보여 두 군 간의 보틀리눔 독소 주입 후 변화 양상에 통계적으로 유의미한 차이가 있었다($p < .05$).

ATRI는 진폭의 저주파 요소 중 에너지가 큰 주파수의 에너지가 전체 주파수 에너지 중 차지하는 비율이며 F_{atr} 은 저주파 요소 중 가장 에너지가 큰 주파수로 ATRI와는 달리 음성강도의 변화가 나타나는 비율을 나타낸다(최성희 외, 2005). 즉 T군의 경우 보틀리눔 독소 주입 후 연축은 감소하였으나 음성진전은 감소하지 않아 전체 주파수 에너지 중 진폭변이가 큰 음성진전의 비율이 증가하여 ATRI가 증가하였고 반면 음성진전이 남아 있긴 하나 연축이 감소하면서 전체적으로 음성강도의 변화가 줄어들어 F_{atr} 의 평균은 감소한 것으로 판단된다. 이에 비해 NT군은 보틀리눔 독소 주입의 효과로 연축이 감소하여 F_{atr} 과 ATRI가 주입 전에 비해 주입 후 모두 감소하였다. 즉 강도 변화의 폭이 큰 음성진전은 보틀리눔 독소 주입으로 제거되는 것이 어려움을 시사한다. Kendall 등(2011)에 의하면 음성진전이 동반된 ASD 환자에게 갑상피열근과 내피열근에 동시에 보틀리눔 독소를 주입한 결과 주파수와 진폭 변이성은 개선되었으나 음성진전은 여전히 나타났다고 하여

음성진전과 꺾어짜는 듯한 목소리에는 분명한 차이가 있음을 증명하였다. 또한 음성진전은 4-7Hz의 범위에서 떨림이 발생하며 주파수 진동이 두드러지게 나타나지만 SD는 6Hz 정도의 음성단절이 성대의 내전 동안 강한 강도 진동으로 주로 관찰되므로 음성진전과 연속은 분명히 감별해야 할 것이다(최성희 외, 2005).

두 군 간의 통계적으로 유의한 차이는 없었으나 기본 주파수의 진전 분석을 위한 FTRI의 평균은 T군이 NT군에 비해 높았고 Fftr의 평균은 T군이 NT군에 비해 낮았다. 특히 Fftr은 기본주파수의 주기적 진전이 나타나는 비율을 나타낸 것으로 이는 연속 보다 음성진전이, 전체 주파수 에너지 중 에너지가 큰 주파수가 차지하는 비율은 크지만 기본주파수의 주기적 진전은 적게 나타나는 것으로 해석할 수 있다.

다섯째, 청지각적 평가와 K-VHI 검사 결과 grade와 strained는 T군과 NT군 모두 주입 전에 비해 주입 후 감소하였다. grade와 strained 평균은 주입 전과 주입 후 모두 T군이 NT군보다 높았다. 이는 T군의 음성을 특징적으로 보여주는 것으로 GRBAS 중 음성진전을 평정할 수 있는 평정법이 없어 음성진전이 strained 평가 시 영향을 준 것으로 판단된다. 또한 T군은 보툴리눔 독소 주입 후에도 목소리의 떨림이 어느 정도 남아 있어 NT군에 비해 grade와 strained에 큰 변화가 없었던 것으로 판단할 수 있다. Barkmeier 등(2001)은 음성단절(voice breaks)은 꺾어짜는 듯한 목소리와 음성막힘(voice stoppages)으로, 음성진전은 음성 산출시의 주기적인 변이(periodic modulation)로 정의한 후 평정 하였다. 그 결과 ASD는 음성진전 보다 음성단절이 두드러지게 나타났고 20명의 성인 중 2명은 음성진전이 동반된 ASD로 분류 되었다. 즉 음성진전과 꺾어짜는 듯한 목소리는 구분할 필요가 있으며 이를 평정하기 위한 기준이 필요하다는 것을 시사한다. 대상자의 청지각적 평가와 K-VHI를 시행한 결과, 두 군 간의 보툴리눔 독소 주입 후 변화 양상에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 대상자의 청지각적 평가의 경우 두 군 모두 주입 전에 비해 주입 4주 후 매우 감소하여 환자들의 음성이 크게 개선되었음을 확인하였다. 그러나 환자의 삶의 질을 평가하기 위한 K-VHI는 주입 전에 비해 주입 4주 후 조금 감소하였고 이는 음성이 개선된 것에 비해 만족스럽지 못한 결과였다. 이는 주입 후 2~3주 동안 주입 부위의 부종과 성대마비의 결과로 성대가 약해져 완전히 닫히지 않아 발생하는 기식화된 음성으로 인해 환자들이 일상생활에서 불편함이 남아 있음을 시사한다(최홍식 외, 2000). 그러나 두 군 모두 주입 8주 후 K-VHI 점수가 현저히 감소하여 어느 정도 기간이 지나면 주입의 부작용이 저하되면서 정상적인 음성으로 일상생활에 만족감을 느낀다는 것을 알 수 있었다.

결론적으로 음성진전을 동반한 ASD군과 음성진전을 동반하지 않은 ASD군 간의 폐활량 검사 측정변수인 FVC,

FEV₁과 음향학적 검사 측정변수인 vAm, Fatr, ATRI에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 다른 측정변수들에서는 통계적으로 유의한 차이가 없었으나 두 군 간의 보툴리눔 주입 전과 주입 후의 음성 특성 변화 양상이 달랐다. 즉 ASD 환자는 음성진전 유무에 따라 보툴리눔 독소 주입에 다르게 반응하므로 음성진전과 꺾어짜는 듯한 목소리 및 음성단절은 다른 특성이며 감별진단 할 필요가 있다는 것을 알 수 있었다. 또한 보툴리눔 독소 주입은 두 군 모두 효과가 있었으나 음성진전 보다는 꺾어짜는 듯한 목소리에 더 효과적인 것으로 판단된다.

본 연구의 의의는 음성진전 유무에 따라 두 군 간의 차이를 객관적 수치로 제시함으로써 두 군 간의 보툴리눔 독소 주입의 효과가 다르며 감별 진단이 필요한 근거를 제시하였다는 점에 있다. 그리고 후향적(Retrospective) 연구가 아닌 전향적(Prospective) 연구였다는 점에 그 의의가 있다.

본 연구의 제한점은 첫째, ASD 환자 중 여성 환자 17명만을 대상으로 하였고 연령 범위가 20대부터 70대까지 이르러 연구 결과에 영향을 줬을 가능성이 있다. 둘째, 두 군 간의 대상자 수와 평균연령에 차이가 있으므로 각 군의 대상자 수와 연령을 일치시켜 연구해야 할 필요가 있다. 셋째, 보툴리눔 독소 주입 횟수와 주입량, 중증도를 통제하여 연구해야 할 필요가 있다. 넷째, 청지각적 평가 시 음성진전을 평가 할 수 있는 평정법을 사용하지 못하였다.

감사의 글

본 연구는 한국언어청각임상학회의 『이승환 장학금』으로부터 연구비를 지원받았습니다.

참고문헌

- Aronson, A. E., Brown, J. R., Litin, E. M. & Pearson, J. S. (1968). spastic dysphonia. Comparison with Essential (voice) tremor and other neurologic and psychogenidystonias. *J Speech Hear Disord*, 33, 219-31.
- Aronson, A. E., McCaffrey, T. V., Litchy, W. J. & Lipton, R. J. (1993). Botulinum toxin injection for adductor spastic dysphonia: patient self-ratings of voice and phonatory effort after three successive injections. *Laryngoscope*, 103(6), 683-92.
- Barkmeier, J. M., Case, J. L. & Ludlow, C. L. (2001). Identification of symptoms for spasmodic dysphonia and vocal tremor : a comparison of expert and nonexpert judges. *J Commun Disord*, 34(1-2), 21-37.
- Blitzer, A. & Brin, M. (1991). Laryngeal dystonia : A series with botulinum in therapy. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 100, 85-89.

- Blitzer, A., Brin, M. F. & Stewart, C. F. (1998). Botulinum toxin management of spasmodic dysphonia: a 12-year experience in more than 900 patients. *Laryngoscope*, 108, 1435-441.
- Brin, M. F., Fahn, S., Blitzer, A., Raming, L. O. & Stewart, C. (1992). Movement disorders of the larynx. In A. Blitzer, M. F., Brin, C. T., Sasaki, S. Fahn, K. S. & Harris. (Eds.). *Neurologic disorders of the larynx*. New York: Thieme.
- Brown, J. R. & Simonson, J. (1963). Organic voice tremor : A tremor of phonation. *Neurology*, 13, 520-25.
- Cantarella, G., Berlusconi, A., Maraschi, B., Ghio, A. & Barbieri, S. (2006). Botulinum toxin injection and airflow stability in spasmodic dysphonia. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 134(3), 419-23.
- Choi, H. S., Lee, J. H., Kim I. S., Koh. Y. W., Oh, J. S., Bae, J. H., Yun, H. C. & Choi, S. H. (2000). The acoustic and aerodynamic aspects of patients with spasmodic dysphonia. *J Korean Soc Logoped Phoniater*, 11(1), 98-103.
(최홍식, 이주환, 김인섭, 고윤우, 오종석, 배정호, 윤현철, 최성희 (2000). 연축성 발성장애 환자의 음향학적 및 공기역학적 양상. 대한음성언어의학회지, 11(1), 98-103.)
- Choi, J. N., Kim, H. H., Nam, J. M. & Choi, H. S. (2007). Characteristics of Glottal Area Waveform and Phonation in Patients with Unilateral Vocal Fold Palsy or Sulcus Vocalis. *Korean Journal of Communication Disorders*, 12(3), 487-507.
(최재남, 김향희, 남정모, 최홍식 (2007). 일측성 성대마비와 성대구증의 성문면적파형과 발성비교. 언어청각장애연구, 12(3), 487-507.)
- Choi, S. H., Kim, H. H., Lee, W. Y. & Choi, H. S. (2005). Voice Tremor in Parkinsonism : A Preliminary Study for Differential Diagnosis. *J Korean Soc Speech Sci*, 12(3), 19-33.
(최성희, 김향희, 이원용, 최홍식 (2005). 파킨슨증의 음성 진단: 감별진단을 위한 예비연구. 음성과학, 12(3), 19-33.)
- Crevier-Buchman, L. C., Laccourreye, O., Papon, J. F. & Nurit, D. (1997). Adductor spasmodic dysphonia(Case reports with acoustic analysis following botulinum toxin injection and acupuncture). *J Voice*, 11(2), 232-237.
- Djarmati, A., Schneider, S. A., Lohmann, K., Winkler, S., Pawlack, H., Hagenah, J., Brüggemann, N., Zittel, S., Fuchs, T., Raković, A., Schmidt, A., Jabusch. H. C., Wilcox, R., Kostić, V. S., Siebner, H., Altenmüller, E., Münchau, A., Ozelius, L. J. & Klein, C. (2009). Mutations in THAP1 (DYT6) and generalised dystonia with prominent spasmodic dysphonia: a genetic screening study. *Lancet Neurol*. 28(5), 416-8.
- Hwang, Y. S., Kim J. O. & Choi, H. S. (2009). Characteristics of connectes speech in ADSD. *J Korean Soc Speech Sci*. 1(1), 93-98.
(황연신, 김재옥, 최홍식 (2009). ADSD의 연속 발화 특성. 말소리와 음성과학, 1(1), 93-98.)
- Jung, S. M. (2002). Spasmodic dysphonia, Etiology, Diagnosis. *J Korean Soc Logoped Phoniater*. 13(1), 65-71.
(정성민 (2002). 연축성 발성장애의 원인 및 진단. 대한음성언어의학회지, 13(1), 65-71.)
- Kim, J. O., Lim, S. E., Park, S. Y., Choi, S. H., Choi, J. N. & Choi, H. S. (2007). Validity and reliability of Korean-version of voice handicap index and voice related of quality of life. *J Korean Soc. Speech Sci*. 14(3), 111-125.
(김재옥, 임성은, 박선영, 최성희, 최재남, 최홍식 (2007). 한국어판 음성장애지수와 음성 관련 삶의 질의 타당도 및 신뢰도 연구. 음성과학, 14(3), 111-125.)
- Kim, J. O., Lim, S. E. & Choi, H. S. (2009). Aerodynamic Characteristics of Healthy Korean Voice Using Phonatory Analysis System. *Oral*. 12, 82-86.
(김재옥, 임성은, 최홍식 (2009). 한국 정상 성인 음성의 Phonatory Analysis System을 이용한 공기역학적 특성 분석. 제1회 한국언어치료학회·한국언어청각임상학회 공동학술대회 논문집, Oral. 12, 82-86.)
- Kendall, K. A. & Leonard, R. J. (2011). Interarytenoid muscle botox injection for tretment of adductor spasmodic dysphonia with vocal tremor. *J Voice*. 25(1), 114-9.
- Kent, R. D., Kent, J. F. & Rosenbek, J. C. (1987). Maximum performance tests of speech production. *Journal of Speech Hear Res*, 52, 367-87.
- Laura, J., Adam, M., Edie, R., John, M., John, J., Hyder, A. & Michael, M. (2011). Coprevalence of tremor with Sapsmodic Dysphonia : A Case-Control Study. *Laryngoscope*, 121, 1752-55.
- Ludlow, C., Bassich, C. & Connors, N. (1986). Phonatory characteristics of vocal fold tremor. *Journal of phonetics*, 14, 509-15.
- Ludlow, C. L., Adler, C. H., Berke, G. S. Bielamowicz, S. A., Blitzer, A. & Bressman, S. B. (2008). Research priorities in spasmodic dysphonia. *Otolaryngol Head Neck Surgery*, 139(4), 495-505.
- Ludlow, C. L. (2009). Treatment for spasmodic dysphonia: limitation of current approaches. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*, 17(3), 160-5.
- Nam, D. H., Choi, S. H., Choi, J. N. & Choi H. S. (2005). The Aerodynamic & Respiratory Muscle Pressure Aspects of Patients with Adductor Spasmodic Dysphonia. *J Korean Soc Speech Sci*. 12(4), 203-213.
(남도현, 최성희, 최재남, 최홍식 (2005). 내전형 경련성 발성장애의 호흡압력과 공기역학적 특징. 음성과학, 12(4), 203-213.)

- Nam, D. H. & Choi, H. S. (2007). Respiration and vocalization. *koonja publisher*. Department of otorhinology, Institute of logopedics and phoniatrics, Yonsei university college of medicine.
- (남도현, 최홍식 (2007). 호흡과 발성. 군자출판사. 연세대학교 의과대학 이비인후과학교실 음성언어의학연구소)
- Paul, Warrick., Christopher, Dromey., Jonathan C., Irish., Lisa, Durkin., Anthony, Pakiam. & Anthony, Lang. (2000). Botulinumtoin for essential tremor of the voice with multiple anatomical sites of tremor : A crossover Design study of unilateral versus bilateral injection, *Laryngoscope*, 110(8), 1366-74.
- Park, S. Y., Kim J. O., Lim S. E., Nam, D. H. & Choi, H. S. (2008). The perceptual evaluation and aerodynamic analysis of spasmodic dysphonia. *J Korean Soc Logoped Phoniatr*. 19(1), 38-42.
- (박선영, 김재욱, 임성은, 남도현, 최홍식 (2008). 연속성발성장애의 청지각적 평가 및 공기역학적 특성. 대한음성언어의학회지, 19(1), 38-42.)
- Pearson, E. J. & Sapienza, C. M. (2003). Historical approaches to the treatment of Adductor-Type Spasmodic dysphonia(ADSD): review and tutorial. *Neuro Rehabilitation*, 18(4), 325-38.
- Peng, Y., Crumley, R. & Ringman, J. M. (2003). Spasmodic dysphonia in a patient with the A to G transition at nucleotide 8344 in mitochondrial DNA. *Mov Disor*, 18(6), 716-8.
- Swashima, M. (1966). Measurements of the phonation time. *Jap Journal of Logopedphoniatr*, 7, 23-29.
- Swenson, M. R., Zwirner, P., Murry, T. & Woodson, G. E. (1992). Medical evaluation of patients with spasmodic dysphonia. *J Voice*, 6(4), 320-4.
- Tucker, H. M. (1992). Combination surgical therapy for spasmodic dysphonia. *J voice*, 6, 355-57.
- Yang, Y. S. (2010). Spasmodic Dysphonia. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg*. 53(9), 519-26.
- (양윤수 (2010). 연속성 발성장애. 대한이비인후과학회지, 53(9), 519-26.)
- Yamazaki, R. (2001). Epidemiological investigation in spasmodic dysphonia-Investigation by questionnaire. *Japan Journal of Logopedics and Phoniatrics*, 42, 343-47.
- Yun, B. R., Kim H. H., Choi, Y. L. & Choi, H. S. (2011). Voice Characteristics of Adductor Spasmodic Dysphonia before and after Botulinum toxin-A injection. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg*. 54(2), 148-53.
- (윤보람, 김향희, 최예린, 최홍식 (2011). 내전형 연속성 발성장애 환자의 보툴리눔 독소-A 주입술 전·후의 음성 특성 비교. 대한이비인후과학회지, 54(2), 148-53.)
- Zwirner, P., Murry, T., Swenson, M. & Woodson, G. E. (1991). Acoustic changes spasmodic dysphonia after botulinum toxin injections. *J Voice*, 5(1), 78-84.
- **고혜주 (Ko, Hyeju), 제1저자**
 명지대학교 사회교육대학원 언어치료학과
 서울특별시 서대문구 남가좌동 50-3
 Tel: 010-2768-7048
 Email: juya2501@nate.com
 관심분야: 음성장애, 신경언어장애
 현재 난치병아동돕기운동본부 언어치료사
 - **최홍식 (Choi, Hong-Shik), 제2저자**
 연세대학교 의과대학 이비인후과학교실, 음성언어의학연구소
 서울특별시 강남구 도곡동 146-92번지
 Tel: 02-2019-3461
 Email: hschoi@yuhs.ac
 관심분야: 음성장애, 두경부외학, 음성의학
 현재 연세대학교 의과대학 이비인후과학교실 교수 및 음성언어의학연구소 소장
 - **임성은 (Lim, Sung-Eun), 제3저자**
 연세대학교 의과대학 이비인후과학교실, 음성언어의학연구소
 서울특별시 강남구 도곡동 146-92번지
 Tel: 02-2019-2587
 Email: selim0424@hanmail.net
 관심분야: 음성장애
 현재 강남세브란스병원 음성언어치료사
 - **최예린 (Choi, Yaelin), 교신저자**
 명지대학교 언어치료학과 & 연세대학교 의과대학 이비인후과학교실 음성언어의학연구소
 서울특별시 서대문구 남가좌동 50-3
 Tel: 02-300-0882
 Email: yaelinchoi@gmail.com
 관심분야: 말장애, 음성장애, 음성학
 현재 명지대학교 사회교육대학원 언어치료학과 부교수