

하악골 전돌증 수술 후 하악골 이동량에 따른 발음 양상에 관한 비교 연구

신기영 · 이동근 · 오승환 · 성현모 · 이숙향*

원광대학교 치과대학 구강악안면외과, 원광치의학연구소, 원광대학교 인문대학 영어영문학과*

Abstract

COMPARISON OF SPEECH PATTERNS ACCORDING TO THE DEGREE OF SURGICAL SETBACK IN MANDIBULAR PROGNATHIC PATIENTS

Ki-Young Shin, Dong-Keun Lee, Seung-Hwan Oh, Hun-Mo Sung, Suk-Hang Lee*

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry,

Wonkwang University, Wonkwang Dental Research Institute,

** Department of English Language and Literature, College of Humanities, Wonkwang University*

After performing mandibular setback surgery, we found some changes in patterns and organs of speech. This investigation was undertaken to investigate the aspect and degree of speech patterns according to the amount of surgical setback in mandibular prognathic patients.

Thirteen patients with skeletal Class III malocclusion were studied preoperative and postoperative over 6 months. They had undergone the mandible setback operation via bilateral sagittal split ramus osteotomy(BSSRO). We split the patients into two groups. Group 1 included patients whose degree of mandibular setback was 6mm or less, and Group 2 above 6mm. Control group was two adults with normal speech patterns. A phonetician performed narrow phonetic transcriptions of tape-recorded words and sentences produced by each of the patients and the acoustic characteristics of the plosives, fricatives, and flaps were analyzed with a phonetic computer program (Computerized Speech Lab(CSL) Model 4300B(USA)).

The results are as follows:

1. Generally, Patients showed longer closure duration of plosives, shorter VOT(voice onset time) and higher ratio of closure duration against VOT.
2. Patients showed more frequent diffuse distribution than the control group in friction noise energy of fricatives.
3. In fricatives, frequency of compact form were higher in group 1 than in group 2.
4. Generally, a short duration of closure for /ㄹ/ was not realized in the patient's flaps. Instead, it was realized as fricatives, sonorant with a vowel-like formant structure, or trill type consonant.
5. Abnormality of the patient's articulation was reduced, but adaptation of their articulation after surgery was not perfect and the degree of adaptation was different according to the degree of surgical setback.

Key words : BSSRO, Class III malocclusion, Speech pattern, Plosives, Fricatives, Flap

I. 서 론

음성과 언어는 인간의 모든 활동에서 자기를 표현하고 행

동을 나타내는 가장 기본적인 수단이며 타인과의 의사소통에는 없어서는 안 될 중요한 방법이다. 그러므로 음성이 다양한 형태의 언어로써 정확하게 표현되어 질 때, 비로소 인

간의 모든 활동이 타인에게 올바르게 전달되고 그 결과 인간의 사회적 존재로서의 가치를 인정받는 것이다. 그러나 선천적으로 혹은 후천적으로 말소리를 만들어 내는 음성기관에 형태적, 혹은 기능적 이상이 있다면, 정확한 언어표현은 불가능 할 것이며, 이는 그 개체의 사회적 행동과 삶에 지대한 영향을 끼칠 것임은 분명하다.

구강 악안면 영역은 음성을 발생시키고, 만들어 내는 중요한 기관들이 위치하는 곳이다. 후두(larynx)의 성대(vocal cords)가 진동하여 만들어진 소리는 원통형의 인두강(pharyngeal cavity)을 통과하여 구강과 비강 쪽으로 전달되면서 공명을 일으키며, 식도, 목젖, 인두, 구개, 입술, 혀, 치아, 치은 등의 복잡한 상호작용으로 다양하면서 서로 구별되는 음성이 발생되는데, 특히 구강내의 입술, 혀, 구개, 치아 등과 같은 조음기관(organs of articulation)의 기능이 원활치 않을 때에는 정확한 발음이 불가능하여 의사소통장애가 발생하게 된다¹⁻⁶⁾. 흔히 몇 개 치아의 결손이 있거나 의치를 사용하는 환자, 구개파열을 가진 환자, 심한 악골 기형으로 인한 Ⅱ급 또는 Ⅲ급 부정교합환자, 그리고 구강 내 양성 혹은 악성종양 수술로 인하여 악골이나 혀 등, 구강조직의 결손이 있는 환자 등에서 알아들을 수 없는 소리를 듣게 되는 것도 이 때문이다

다양한 음성기관의 선천적 혹은 후천적 장애로 인하여 발음변화를 나타내는 환자들에 대한 음성학적 연구들은 많은 선학들에 의하여 활발하게 보고되었다. 먼저 구순 구개열을 가진 환자에서 이로 인한 파비음과 구개인두장애현상에 대한 음성학적 연구들은 일찍이 1950년대부터 꾸준히 있어왔으며⁷⁻¹⁸⁾, 치아결손과 의치사용으로 인한 발음장애에 대한 연구¹⁹⁻²²⁾, 구강 내 다양한 수술에 의한 조직 결손에 따른 발음장애에 대한 연구²³⁻²⁵⁾ 등이 다양하게 보고되었다.

특히 심한 안면기형과 이로 인한 부정교합 및 혀와 설골 위치의 이상으로 인한 발음형태의 특성 등에 대한 연구는 악교정 수술이 활발하게 시술되고 있는 최근에 이르러 매우 주목받고 있다. 먼저 안면기형의 형태에 따른 발음의 특성으로 일찌기 Subtelny 와 Sakuda²⁶⁾는 Ⅱ급 부정교합 환자에서는 혀를 하악 전치 위로 내밀게 되어 /s/ 음에서 변형을 초래한다고 하였으며, Goldstein 등²⁷⁾은 Ⅲ급 부정교합환자는 아랫입술이 상악 전치에 닿기 어려워 순치음과 양순음의 조음이 정확치 않다고 보고하였고, Guay 등²⁸⁾은 수평성 파개교합이 심한 하악 전돌증 환자에서는 /v/ 음과 같은 순치음에서 장애가 발생한다고 보고하였다. 또 악안면 기형환자에 대하여 악교정 수술을 시행한 후에는 교합이 정상화되고 악운동 기능이 향상됨에 따라 구강주위조직의 기능적 적응²⁹⁾과 여러 음성기관의 조화로운 재조합³⁰⁾이 이루어져 일반적으로 발성형태가 안정화되고 발음기능이 향상되는 추세를 보인다고 많은 선학들이 긍정적으로 보고하고 있다³¹⁻³⁶⁾.

그러나 현재까지 서양에서의 많은 보고들은 주로 상악골

전돌과 같은 Ⅱ급 부정교합자에 대한 조사가 대부분이고, 외국어 발음에 관한 한정적인 내용이며, 동양인 특히 한국인 발음특성과는 사뭇 달라서 우리말에 대한 한국인 기형환자에 대한 연구가 매우 부족한 실정이다³⁷⁻³⁸⁾. 또 한국인 안면 기형 환자들 중 그 발생률이 가장 높은 골격성 Ⅲ급 하악 전돌증 환자에 대한 연구에서도 악교정 수술 전후, 발음특성을 보고한 몇몇 연구가 있었지만, 이 또한 발음의 공명-음향학적 특성에만 국한되어 연구되었거나³⁹⁾ 특히 발음 명료도에 결정적인 영향을 끼치는 자음특성에 대한 연구가 결여되어⁴⁰⁻⁴¹⁾, 자음과 모음에 대한 음향학적 또는 음성학적 특성 연구가 시급한 실정이다.

일반적으로 골격성 Ⅲ급 부정교합 환자는 상하악 전치부의 괴개가 효과적으로 이루어지지 않고 이에 따라 상하순의 기능발달이 잘 되어있지 않아, 입술에 의한 구내공간폐쇄가 어렵고 또한 혀의 크기가 정상인에 비하여 크고, 혀끝이 상하 전치부에 닿는 정도가 비정상적이어서 우리말의 자음에서는 양순음, 파열음, 치찰음, 마찰음, 탄설음의 음향학적 특성이 정상인과 매우 다를 것으로 예상된다. 모음에서도 혀의 위치가 전방에 치우치고 낮아서 전설모음이나 후설모음의 음향학적 특성이 달라서 서로 구분할 수 없는 발음형태가 발생할 것이다. 또 하악골 후퇴수술이 시행되어진다면 일반적으로 구강 내 용적이 작아지고, 혀와 설골이 하후방으로 이동되면서 상하악 전치부의 관계가 정상화되는데 이에 따라 혀가 전치부 사이에서 혹은 상하 전치의 설측 면에 닿는 정도가 달라질 것이며, 경구개, 연구개 및 목젖과의 위치관계도 변화하고 혀의 상하, 전후, 위치도 변할 것이다. 또한 입술의 기능이 새로운 환경에 적응함에 따라 발달할 것으로 예상되어 많은 발음상의 변화가 올 것으로 기대된다. 위와 같은 변화는 필연적으로 수술 후 새로운 환경에 대한 신체의 적응과정을 거쳐 그 기능의 변화에 따라 안정화 되겠지만 후퇴수술의 양에 따라서도 각각 그 적응정도에 차이를 가져올 것임에 틀림없다.

발음 변화에 관한 음향학적 또는 음성학적 연구방법은 20세기 중반 sound spectrogram이 개발된 후 급속한 발전을 이루었다. 현재 발음의 음성-음향학적 연구에 사용되는 sound spectrograph는 음성 주파수의 성분과 강도의 변화를 전기적 에너지로 변환시켜 그 주파수의 변화를 기록함으로써 음성의 물리적 성질을 객관적으로 관찰 할 수 있게 한 것이다^{5, 37-41)}. 또 이외에 청각적 판단^{16,33)}, 구개도 이용법²⁰⁻²¹⁾, 컴퓨터를 이용한 선형예측법^{6,21)}, cepstrum법²²⁾, 인공전기구개도¹⁹⁾, 음성합성법^{1,2)}, nasometer 이용법³⁹⁾ 등이 있다.

이에 본 연구에서는 최근 개발되어 널리 사용되고 있는 CSL(Computerized Speech Lab)을 이용하여, 한국인 안면 기형 중 가장 발생률이 높은 골격성 Ⅲ급 부정교합 환자를 대상으로, 하악골 후퇴수술 전후 발음특성 중 자음발음에 대하여 정상성인과 비교-분석하여, 골격성 Ⅲ급 부정교

합환자의 발음특성을 파악하고자 한다. 또한 후퇴 수술 량에 따른 발음 변화를 관찰하여 하악골 후퇴수술로 야기된 음성기관의 변화가 발음상에 어떤 영향을 주는지를 분석함으로써 구강과 악골 주위조직의 기능적 적응정도를 조사하려 하였다.

이미 본 연구를 시행하기 전, 예비연구에서 하악골 후퇴 수술 후 모음특성과 /스/음의 특성을 관찰한 바 있고⁴⁾, 또 골격성 Ⅲ급 부정교합환자의 여러 자음에 대한 분석을 실험적으로 실행한 결과 파열음, 마찰음, 탄설음에서 특히 유의한 결과가 나올 것으로 예상되었기 때문에, 본 연구에서는 파열음에 대해서는 폐쇄구간 지속시간과 VOT(voice onset time)지속시간을, 마찰음에 대하여는 FFT의 LTA(long-term average) 분석을 통하여 마찰소음구간의 평균에너지 분포유형을, 그리고 탄설음에 대하여는 스펙트로그램에서 어떤 형태로 폐쇄구간이 실현되는지를 살펴보았다.

Ⅱ. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 1998년 1월부터 2000년 2월까지 원광대학교 치과병원 구강악안면외과에서 하악전돌증을 치료하기 위해 하악골 시상 분할 골절단술을 받은 환자 13명(남 : 7명, 여 : 6명, 평균연령 : 22세)을 대상으로 하였으며, 이들을 하악골의 후퇴량에 따라 6mm 이하로 이동한 군을 1군(6명)으로, 6mm 초과로 이동한 군을 2군(7명)으로 나누고, 음성학자에 의하여 정상적인 발음을 한다고 판명된 정상교합을 가진 성인 2명을 대조군으로 하여 비교 연구하였다.

2. 연구방법

1) 읽을 거리 및 음성 녹음

먼저 연구대상자들에게 수술 전과 수술 후 6개월 이상 경과된 시기에 원광대학교 인문대학 영어영문학부에서 독자적으로 개발한 시험예문을 읽게 하였다. 여기에는 우리말의 모든 단모음, 이중모음, 자음이 모두 포함되도록 C¹V¹C²V²

형태의 목표단어를 만들어 '이것이 __이다.' 라는 문장형태로 고안되었다. 단모음은 고립형으로 무작위 순으로 5번 반복되도록 하였으며, 이중모음은 하나의 문장에 모든 이중모음이 들어가도록 문장을 만들어 2번 읽도록 하였다. 그리고 18개 자음은 무작위 순으로 5번 반복할 수 있도록 하였는데 목표단어의 C¹ 자음 자리에는 18개 자음 중 하나가 들어가고 C² 자음 자리에는 C¹과 같은 장소의 연음으로 하였다. 모음 V¹, V²는 모두 /아/로 하였다 (Table 1). 그리고, 마지막으로 유창성 정도를 파악하기 위하여 '바람과 햇님' 단문을 2번 읽도록 하였다.

녹음은 녹음실에서 피검자에게 연구내용을 설명하고 평소 대화시의 발음으로 하도록 훈련을 시킨 후 마이크와 15cm 거리를 두고 일정한 간격과 크기로 발음시켰다. 녹음 전 피검자에게 준 여러 지시 사항 중, 본 연구와 관련이 있는 것으로서, 이것이 와 C¹V¹C²V² 이다는 각각 하나의 악센트구(Accentual Phrase)로 읽도록 하였다.

녹음은 발음신호인 analog signal을 digital signal로 변환시켜서 동시에 컴퓨터에 입력이 가능한 CSL (Computerized Speech Lab) Model 4300B(USA)를 이용하였다. 표본채취율(sampling rate)은 16kHz로 하였다.

2) 음성분석 및 통계처리

녹음자료의 분석은 동일 음성학자에 의한 청각적 판단과 CSL을 이용한 파열음, 마찰음, 탄설음에 대한 음향학적 분석을 행하였다. 먼저 파열음 분석은 CSL상에 동시간화된 파형과 스펙트로그램에서 목표단어 C¹V¹C²V²의 첫째 파열음 C¹의 폐쇄구간과 VOT(voice onset time, 기식구간)의 지속시간을 측정하였으며, 마찰음 /스, 스/ 분석은 LTA(long-term average)를 이용하여 마찰소음 구간의 평균 에너지의 분포 유형을 보았다. 이때 LTA 분석은 /스/의 경우, 순수 마찰소음 성분과 기식성분 중, 순수 마찰소음 구간만을 대상으로 하였다⁴⁾. 탄설음 /르/의 경우에는 이것이 스펙트로그램에서 어떤 형태로 폐쇄구간이 실현되는지 살펴보았다.

음향분석 결과 얻은 측정치는 윈도우용 SPSS program의 일원분산분석법으로 통계처리를 하여, 대조군과 환자군 사이에 유의한 차이를 보이는지, 그리고 환자 1군과 2군 사이에 또한 유의한 차이를 보이는지를 유의수준 p<0.05 이상에서 살펴보았다.

Ⅲ. 연구성적

1. 청각적 판단

각 환자의 녹음 자료의 음향적 분석에 앞서 발음의 왜곡 정도를 narrow transcription을 통하여 우선 판단하였다.

Table 1. 본 연구에 사용한 읽을 거리 예문

이것이 파파다.	이것이 빠빠다.
이것이 타타다.	이것이 바바다.
이것이 가가다.	이것이 나나다.
이것이 카카다.	이것이 자자다.
이것이 파파다.	이것이 따따다.
이것이 짜자다.	이것이 라라다.
이것이 다다다.	이것이 차차다.
이것이 사사다.	이것이 까가다.
이것이 싸사다.	이것이 하사다.

결과는 거의 발음상 문제를 보이지 않는 환자에서부터, 왜곡이 심하고 읽는 속도가 빨라 목표 단어의 정확한 음향적 분석이 어려울 정도의 환자까지 다양하게 나타났는데, 대부분의 환자에서 관찰되는 것은, 모든 조음 작용들이 대조군에 비하여 약한 결과 일어나는 왜곡이나 약화현상(hypo-articulation)이었다. 예를 들면, 왜곡현상으로는 /사/는 [샤, 차, 싸]로, /짜/는 [샤, 짜, 따]로 발음하는 경우들이 환자에 따라 종종 있었으며, 약화의 예로서 파열음의 파열 소음이 대조군에 비해 약하거나 /파, 타, 카/가 /바, 다, 가/로 발음되는 경우도 종종 관찰되었다. 그 외에, 마찰음 /사/와 /짜/의 마찰성분이 만들어지는 데에 대조군에 비해 긴 시간이 소요되는 듯한 청각적 인상을 주었다.

2. 파열음 분석

1) 파열음 ㅍ, ㅌ, ㅋ의 폐쇄구간 지속시간

파열음 ㅍ, ㅌ, ㅋ의 폐쇄구간의 지속시간은 Fig. 1과 그림 2에서 보는 바와 같이, 술전 /ㅍ/ 경우를 제외하고 술전,

술후 두 경우 모두, 대조군에 비해 환자 1군과 2군의 폐쇄구간의 지속시간이 긴 것으로 나타났다.

술전에서 일원분산분석 결과 유의성이 있는 것으로 나타난 자음은 /ㅍ/[F(2, 78)=13.818, P=.000]과 /ㅋ/[F(2,75)=8.389, P=.001]이 음이었다. Tukey 사후검정 결과 (유의수준 P<0.05) /ㅍ/에서는 대조군과 환자 1군이 한 그룹을 이루어 환자 2군보다 짧은 폐쇄구간을 보였다. /ㅋ/에서는 환자 1군이 대조군과 유의한 차이를 보이지 않을 뿐만 아니라 환자 2군과도 유의한 차이를 보이지 않으나 대조군과 환자 2군은 유의한 차이를 보였다.

술후 또한 /ㅍ/[F(2, 37)=7.492, P=.002]와 /ㅋ/[F(2,38)=9.136, P=.001]이 유의성을 보이고 있다. 사후검정 결과, 두 자음 모두에서 대조군과 환자 1군간에는 유의한 차이가 없으나 두 그룹 모두 환자 2군과는 유의한 차이를 보였다.

종합하자면, 술전에는 대체적으로 환자 1군은 2군에 비해 짧은 폐쇄구간의 지속시간을 보여주어, 짧은 지속시간을 가지고 있는 대조군과 비슷한 경향을 보이고 있다. 술후 또한

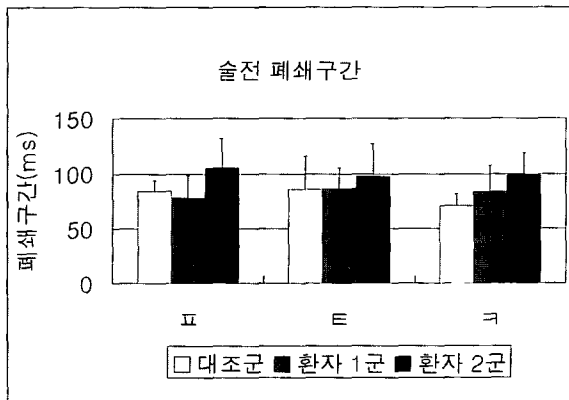


Fig. 1. (술전) 유기파열음의 폐쇄구간 지속시간의 조음장소별 대조군과 환자군 두 군간의 비교. 가는 막대는 표준편차를 나타냄.

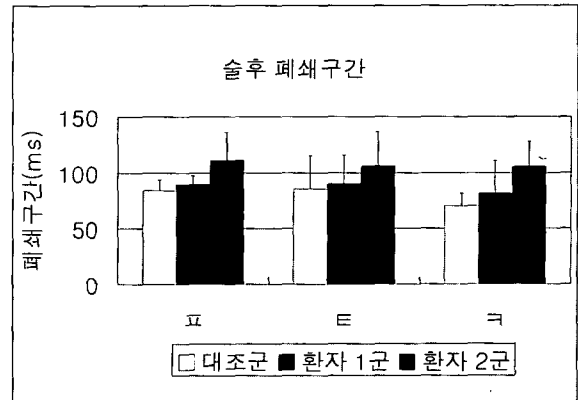


Fig. 2. (술후) 유기파열음의 폐쇄구간 지속시간의 조음장소별 대조군과 환자군 두 군간의 비교. 가는 막대는 표준편차를 나타냄.

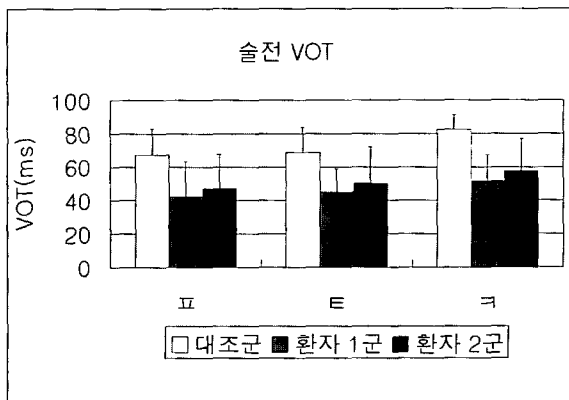


Fig. 3. (술전) 유기파열음의 VOT 지속시간의 조음장소별 대조군과 환자군 두 군간의 비교. 가는 막대는 표준편차를 나타냄.

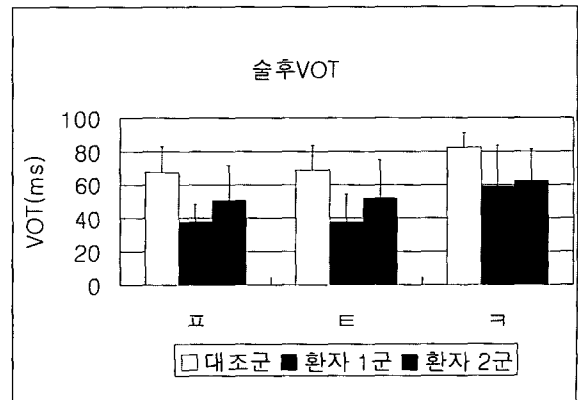


Fig. 4. (술후) 유기파열음의 VOT 지속시간의 조음장소별 대조군과 환자군 두 군간의 비교. 가는 막대는 표준편차를 나타냄.

술전과 유사한 경향을 보임으로써, 술후에 환자군간에 차이를 보이고 있다.

3.2.2. 파열음의 VOT 지속시간

Fig. 3과 Fig. 4에서 볼 수 있듯이 VOT 지속시간 평균값은 대조군에서 가장 길고 환자 1군이 가장 적은 값을 보이고 있다. 일원분산분석 결과 술전에서는 /ㅍ/[F(2, 78)=5.018, P=.009]와 /ㅓ/[F(2, 77)=5.530, P=.006], /ㅋ/[F(2,75)=11.324, P=.000] 세 자음 모두 유의성을 보이고 있다. 사후검정 결과, 세 자음 모두에서 환자 1군과 2군간에는 유의한 차이를 보이지 않았으나, 이 두 그룹 모두 대조군과는 유의한 차이를 보였다.

술후에서 또한 /ㅍ/[F(2, 37)=6.097, P=.005]와 /ㅓ/[F(2, 38)=5.514, P=.008] /ㅋ/[F(2,38)=4.406, P=.019] 세 자음 모두 유의성을 보였다. /ㅍ/와 /ㅓ/에서는 대조군과 환자 2군간, 그리고 환자 1군과 2군간에는 유의한 차이를 보이지 않으나, 대조군과 환자 1군간에는 유의한 차이를 보이고 있다. /ㅋ/에서는 환자 1군과 2군간에는 유의한 차이를 보이지 않는 반면, 두 그룹 모두 대조군과 유의한 차이를 보이고 있다.

종합적으로, 술전 VOT 지속시간은 환자군에서 대조군보다 훨씬 짧게 나타났으며 술후, 환자간에 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다.

3.2.3. 파열음의 폐쇄구간 대 VOT 비율

피검자마다 발화속도가 다를 수 있어 폐쇄구간이나 VOT 지속시간의 절대값은 발화속도의 개인차를 고려하지 못한 값이라고 볼 수 있다. 따라서 피검자간의 발화속도의 차이를 표준화하는 방안으로 폐쇄구간 지속시간 대 VOT 비율을 백분율로 검사하였다.

Fig. 5와 Fig. 6에서 볼 수 있듯이, 대조군의 값이 환자군의 값보다 적게 나타났다. 일원분산분석 결과 술전에서는 /ㅋ/[F(2,75)=9.606, P=.000]가 유의성을 보이고 있다. 사후검정 결과, 환자 1군과 2군간에는 유의한 차이를 보이지 않았으나, 이 두 그룹 모두 대조군과는 유의한 차이를 보였다.

술후에서 또한 /ㅍ/[F(2, 37)=5.497, P=.008]와 /ㅋ/[F(2,38)=6.595, P=.003]가 모두 유의성을 보였다. 그리고 /ㅓ/[F(2, 38)=3.224, P=.051] 또한 거의 유의수준에 가까운 값을 보였다. 사후검정 결과 /ㅍ/와 /ㅓ/에서는 환자군 간에는 유의한 차이를 보이지 않으나, 두 그룹 모두 대조군과 유의한 차이를 보이고 있다.

종합하면, 술전에 환자군은 정상인에 비해 훨씬 큰 비율값을 보이고 있다. 즉, 폐쇄구간은 정상인에 비해 길고 반면에 VOT는 정상인에 비해 짧았다. 여기서도 술후 환자군간에 유의한 차이는 보이지 않았다.

3.3. 마찰음

Fig. 7-1과 Fig. 7-2의 상단 원도우는 파형(waveform)을, 중간 원도우는 스펙트로그램(spectrogram)을, 그리고 하단 원도우는 FFT LTA(long term average) 분석결과를 보여주고 있다. Table 2에서 볼 수 있는 바와 같이 대조군과 환자군의 마찰소음의 LTA 분석 결과, 마찰음의 마찰소음 에너지 분포유형은 크게 전주파수대에 걸쳐 고르게 에너지가 분산된 '분산형'(Fig. 7-1)과 고주파수대에만 집중적으로 에너지가 분포된 '집중형'(Fig. 7-2)을 관찰할 수 있었다. Table 2에서 볼 수 있는 바와 같이, 환자들은 대조군

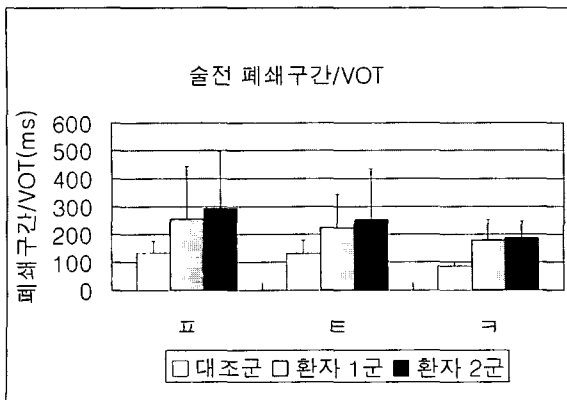


Fig. 5. [술전] 유기파열음의 폐쇄구간 대 VOT 지속시간 백분율의 조음장소별 대조군과 환자군 두 군간의 비교. 가는 막대는 표준편차를 나타냄.

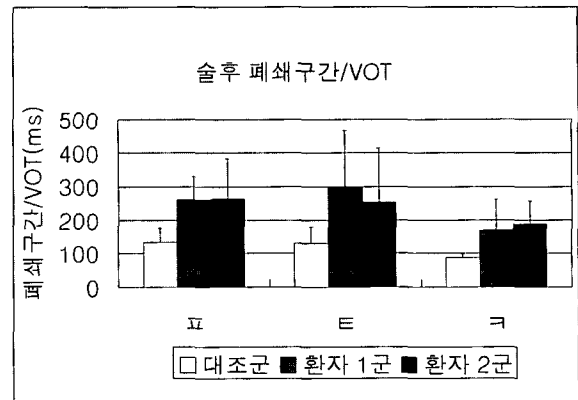


Fig. 6. [술후] 유기파열음의 폐쇄구간 대 VOT 지속시간 백분율의 조음장소별 대조군과 환자군 두 군간의 비교. 가는 막대는 표준편차를 나타냄.

에 비해 분산형 분포를 보이는 경우가 더 많았다.

일반적으로 환자군은 대조군에 비해 분산형 분포를 보이는 경우가 많았으며 대체적으로 이동량이 적은 1군이 술전, 술후 모두 2군에 비해 집중형의 빈도수가 높게 나타나고 있다. 대조군은 /사/에서는 10번 중 7번이 그리고 /싸/는 10번 중 10번 전부가 집중형이었다. 환자군 1군은 술전에는 분산형과 집중형의 빈도수가 비슷했으나 술후에는 집중형이

증가하였다. 환자군 2군 또한 9mm 이동한 환자 2군의 환자 3을 제외하고는 술전에 비해 술후에 집중형이 증가하였다. 즉, 술전에는 환자군이 대조군에 비해 분산형 분포를 많이 보였으나 술후에는 환자 1군의 분산형 분포 빈도수가 줄어들었으며, 따라서 환자 1군이 환자 2군에 비해 성적이 좋았다고 할 수 있다.

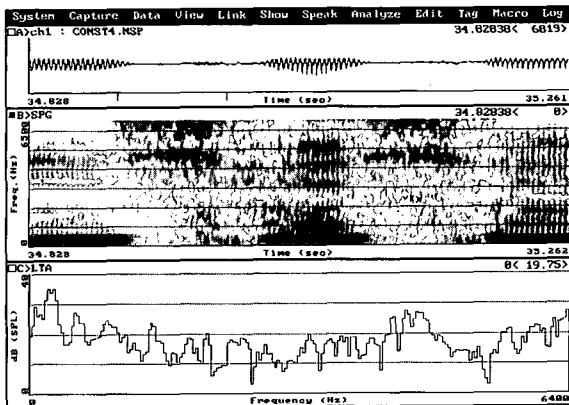


Fig. 7-1. 마찰소음의 에너지 분포(분산형의 대표적인 예).

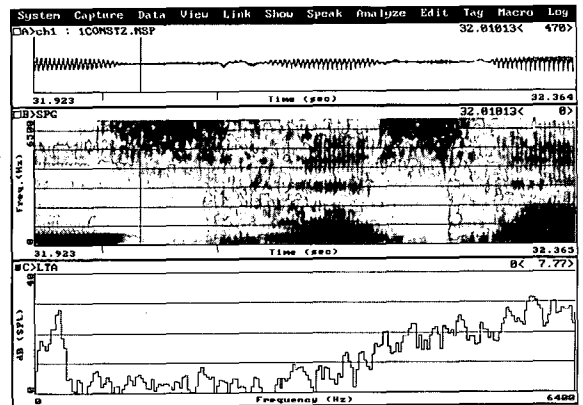


Fig. 7-2. 마찰소음의 에너지 분포(집중형의 대표적인 예).

Table 2. 연마찰음 /사/와 경마찰음 /ㅍ/의 마찰소음 에너지 분포유형. D는 분산분포형(diffuse distribution)을, C는 집중분포형(compact distribution)을, 그리고 M은 D와 C의 중간형을 의미한다. 숫자는 /사/와 /ㅍ/의 5번 반복 중, 해당 분류유형의 빈도수를 의미한다. 숫자 대신 음절과 숫자로 표시한 경우는, 예를 들어 'ㅍ1'는 /사/나 /ㅍ/ 대신에 /ㅍ/로 발음한 횟수를 의미한다. 빈도수 합이 5가 안 되는 경우는 분석이 어려운 경우이다.

	이동량 (mm)	/사/						/ㅍ/					
		술 전			술 후			술 전			술 후		
		D	M	C	D	M	C	D	M	C	D	M	C
대조군	정상인 1	2		3						5			
	정상인 2		1	4						5			
환자 1	환자 1	3	3	2	1		4			5			5
	환자 2	4				ㅍ(5)					ㅍ(3)	1	
환자 3	환자 3	5	3	1							ㅍ(1)		
	환자 4	5	3	1	2		3	ㅍ(2)		2			5
환자 1군	환자 5	6	2		3	1	4	2		3	1		4
	환자 6	6	1		4		1	4	3	1			5
환자 2군	환자 1	7	4			5		2				5	
	환자 2	8	4		1	1	3	1	3	1		3	2
	환자 3	9	2		3	5		ㅍ(2)	3		3	2	
	환자 4	9											
	환자 5	10	2	1	2	3		2		2	3	2	3
	환자 6	10	3	2		3	1	1	3	2		3	1
	환자 7	10			5		2	3			5		

3.4. 탄설음

Fig. 8-1에서와 같이 /ㄹ/이 폐쇄구간과 파열소음을 수반하는 탄설음에서부터 Fig. 8-2에서와 같이 주위 모음보다 에너지가 약하긴 하나 뚜렷한 포먼트 구조를 보이는 공명음으로 실현되고 있다. 즉, 폐쇄구간이 약화되면 약화 정도에 따라 분명한 폐쇄구간을 보이지 않고 대신, 마찰소음이나 더 약화되면 공명음으로 실현될 것이다.

분석 결과, Table 3에서 볼 수 있는 바와 같이 대조군에서는 전반적으로 /ㄹ/의 혀끝을 사용한 빠른 폐쇄가 확실히 일어나서 많은 경우 폐쇄구간을 갖거나 (정상인 1: 4번, 정상인 2: 31js), 마찰음 정도로 실현된 경우(정상인 1: 1번,

정상인 2: 1번) 가 대부분이었다.

술전 환자군에서는 일반적으로 빠르고 정확한 폐쇄가 이루어지지 않아서 공명음으로 실현되거나 (환자 1군 환자 4, 6과 환자 2군 환자 1, 6), 접촉면적이 넓어 개방이 여러 번 나타나는 trill 유형도 보인다(예, 환자 1군 1). 환자에 따라서는 술전에 대조군 수준으로 정확하게 발음하는 경우도 있었으나, 이런 경우 술후에는 오히려 술전보다는 덜 정확한 조음을 보이는 것으로 나타났다(예, 환자 2군 환자 2, 7).

술후에는 환자 1군 2군 모두 전반적으로 개선된 양상을 보인다. 특히 환자 1군의 환자 1은 술전에 공명음으로 4번 마찰음으로 1번 실현되었는데, 술후에는 공명음으로 2번, 확실한 폐쇄구간으로 1번 실현되었고, 폐쇄구간에 파열과

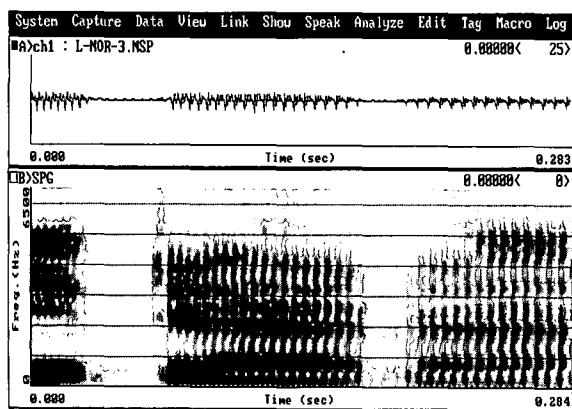


Fig. 8-1. 악센트구 음절초성의 /ㄹ/의 음성적 실현 유형(폐쇄구간과 파열소음을 수반하는 유형).

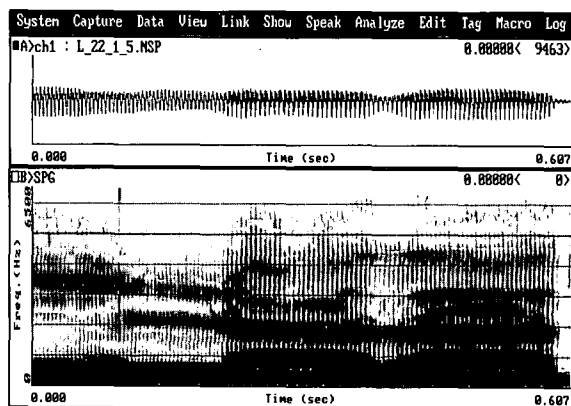


Fig. 8-2. 악센트구 음절초성의 /ㄹ/의 음성적 실현유형(공명음으로 실현되는 유형).

Table 3. 탄설음 /ㄹ/의 음성적 실현. 숫자는 /ㄹ/의 5번 반복 중, 해당 분류유형의 빈도수를 의미한다. 숫자 대신 음절과 숫자로 표시한 경우는, 예를 들어 '나(3)'은 /라/ 대신에 /나/로 발음한 횟수를 의미한다. 빈도수 합이 5가 안 되는 경우는 분석이 어려운 경우이다.

	이동량 (mm)	술 전					술 후				
		공명음	마찰음	trill형	폐쇄	폐쇄 + 파열	공명음	마찰음	trill형	폐쇄	폐쇄 + 파열
대조군	정상인1		1			4					
	정상인2	1	1		1	2					
환자 1군	환자 1	3	1	2	1	1	3		2		
	환자 2	4	4	1			2			2	
	환자 3	5								나(3)	
	환자 4	5	4	1							
	환자 5	6	1		1	3	5				
	환자 6	6	4	1			5				
환자 2군	환자 1	7	4	1			2	2			
	환자 2	8				5	1		2	1	
	환자 3	9	1			2	2		1	4	
	환자 4	9		1			1				
	환자 5	10	1			3	1	3		2	
	환자 6	10	4	1			1		1	3	
	환자 7	10				4	1		1	2	

기식성분을 동반한 경우가 2번이었다.

IV. 총괄 및 고찰

음성을 모음과 자음으로 구분하여 분석하는 것이 음성학이나 언어학자의 일반적인 경향이다. 모음은 공기의 흐름이 성도를 통과할 때 막히지 않고 다만 입술이나 혀의 운동으로 그 통로의 모양이 달라질 때 나는 소리로서 입술에서 조음이 이루어 질 경우에는 그 모양에 따라 원순모음과 평순모음으로, 혀의 전후위치에 따라서 전설모음과 후설모음으로, 혀의 높낮이에 따라 고모음과 저모음으로 분류된다. 모음을 분석할 때에는 모음의 가장 중요한 음향지표인 formant의 형태와 관계를 파악하는 방법이 가장 일반적으로 사용되는데 여성은 남성보다 17% 높은 위치에서 formant가 형성되며, 소아는 성인보다 25% 높은 위치에서 형성된다고 보고되고 있다^{23,24)}.

반면 자음은 폐로부터의 공기의 흐름이 구강의 여러부위에서 다양한 방법으로 차단되어 파열, 또는 마찰에 의하여 발생하는 음으로서 혀, 입술, 치아, 입천장 등에 의하여 변조(modulation)되고 구강이나 부비강 등 여러 공동강에서 소리가 강화되어 개개의 특색있는 언어음으로 표현된다. 자음은 그 조음방법(mode of articulation)에 따라, 먼저 조음에 의한 좁힘을 지속적으로 유지하여 난류원음을 발생시키는 마찰음(frictive), 성도를 완전히 폐쇄한 후 이것을 급히 여는 파열음(stop, plosive), 파열에서 마찰로의 중간인 파찰음(affricate), 구강을 폐쇄하고 비강의 일부를 관여시키는 비음(nasal), 영어의 /l, r/과 같이 마찰이 일어나지 않을 정도의 협착을 보이면서 공기가 비교적 자유로이 흘러나가는 유음(liquid), 조음양상은 모음과 비슷하나 지속되지 않고 이행적으로 변화하는 반모음 등으로 구분된다⁴³⁾.

자음의 음향지표는 모음과는 다르며, 그 특성에 따라 연구 방법이 다른데, 주파수를 중심으로 그 존재 범위를 분석하는 방법, 발생지속시간을 파악하는 법, 또는 후속모음의 formant 주파수의 변이를 연구하는 방법 등이 있으며, 최근에는 컴퓨터를 이용한 방법 등이 소개되고 있다³⁷⁾.

일반적으로 골격성 Ⅲ급 부정교합 환자는 상악 전치부의 관계가 정상인과 반대로 하악 전치가 상악전치 앞에 위치하여, 상하순과 치아에 의한 피개가 효과적으로 이루어지지 않아 구내공간폐쇄가 어렵고, 이에 따라 상하순의 기능 발달이 잘 되어있지 않다. 또한 혀의 크기가 정상인에 비하여 크고, 혀의 위치가 전방에 치우치고 또한 낮아서, 혀끝이 상악 전치부에 닿을 때 넓은 면적이 닿게 되고 효과적으로 상악전치 후면에 닿는 정도가 비정상적이어서 우리말의 자음에서는 양순음, 파열음, 치찰음, 마찰음, 탄설음의 음향학적 특성이 정상인과 매우 다를 것으로 예상된다. 모음에서도 전설모음이나 후설모음의 음향학적 특성이 다르게 발생

될 것이다⁴¹⁾.

또 하악골 후퇴수술이 시행되어 진다면 일반적으로 구강 내 용적이 작아지고, 혀와 설골이 하후방으로 이동되면서 상악 전치부의 관계가 정상화되는데 이에 따라 혀가 전치부 사이에서 혹은 상하 전치의 설측면에 닿는 정도가 달라질 것이며, 경구개, 연구개 및 목젖과의 위치관계도 변화하고 혀의 상하, 전후, 위치도 변할 것이다. 또한 입술의 기능이 새로운 환경에 적응함에 따라 발달할 것으로 예상되어 많은 발음상의 변화가 올 것으로 기대된다. 위와 같은 변화는 필연적으로 수술 후 새로운 환경에 대한 신체의 적응과정을 거쳐 그 기능의 변화에 따라 안정화되겠지만 후퇴수술의 양에 따라라도 각각 그 적응정도에 차이를 가져올 것임에 틀림없다.

이에 따라 본 연구에서는 이들 환자들의 자음조음 특성을 다각적인 방법으로 분석하였고 이를 정상인의 그것과 비교하였으며, 또한 하악골 후퇴수술의 변화를 하악골의 후퇴량에 따라 조사하여 수술에 의한 발음기관의 변화를 살펴보았다. 본 연구를 시행하기 전, 골격성 Ⅲ급 부정교합 환자의 모음특성과 /s/음에 대한 연구를 시행하여 발표한 바 있으며⁴¹⁾, 또 여러 자음특성에 대한 예비연구를 시행하여 골격성 Ⅲ급 부정교합 환자에서 특징적으로 보이는 발음이상을 관찰한 결과, 파열음과 마찰음, 탄설음에서 정상인과 다름을 확인하였다. 이에 이들 음에 대하여 CSL을 이용한 집중적인 연구를 시작한 것이다.

먼저 유기파열음 /p, t, k/의 폐쇄구간 지속시간을 조사하였다. 파열음 중 연파열음 /b, d, g/와 경파열음 /ㅃ, ㅌ, ㄱ/의 분석을 시행하지 않은 것은 연파열음인 경우, 유성음화, 기식음화(breathiness) 등의 변수가 있을 수 있으며, 경파열음의 경우에는 근육의 긴장·등의 변수가 있을 수 있기 때문이다. 실험 결과 정상인에 비하여 폐쇄구간 지속시간이 유의성 있게 길게 나타났고, 골격성 부정교합의 정도가 심한 환자 2군에서 그 정도가 약한 1군에 비하여서도 길게 나타났다. 또 악교정 수술을 시행하여 하악골을 정상위치로 재위치 시킨 후에는 환자 1군에서는 정상인과 차이가 없어, 수술에 의한 발음교정 효과를 알 수 있었으나, 하악골 후퇴량이 큰 환자 2군에서는 정상인과 환자 1군의 지속시간에 비하여 길게 나타나, 후퇴량이 큰 경우 악구강계의 여러 음성기관이 충분히 정상화되지 못함을 알 수 있었다.

다음으로 유기파열음의 VOT 지속시간을 조사한 결과에서는 정상인에 비하여 골격성 Ⅲ급 부정교합 환자에서 짧게 나타났고 환자 1군과 2군간의 차이는 구별되지 않았다. 또 수술 후 환자들의 VOT도 정상인에 미치지 못하는 못하였고, 환자군 간의 차이는 보이지 않아 하악골 후퇴량의 많고 적음이 수술 후 VOT 지속시간 개선에는 별 영향을 끼치지 않는 것으로 조사되었다.

이 때, 피검자마다 자신은 보통속도로 읽는다 하더라도 개인의 발화 속도가 다를 수 있으므로, 폐쇄구간이나 VOT 지속시간의 절대값은 발화속도의 개인차를 고려하지 못한 값이라고 볼 수 있다. 즉, 평상시 느리게 말하는 사람은 빠른 속도로 말하는 사람에 비해 지속시간의 절대값이 크게 나타날 것이다. 이러한 피검자간의 발화속도의 차이를 표준화하는 방안으로 폐쇄구간 지속시간 대 VOT 비율을 백분율로 검사하여 보았다. 그 결과 정상인에서 유의성 있게 짧게 나타나, 위와 같은 결과가 발화속도의 차이에 의한 것이 아니고 환자의 발음구조 차이에 의한 것임이 증명되었다.

위와 같은 결과는 골격성 Ⅲ급 부정교합 환자에서는 극심한 하악골의 돌출로 인하여 상하악 전치부의 피개가 불완전하고, 상 하순의 기능성 위축으로 인하여 구강폐쇄능력이 정상인에 비하여 떨어지기 때문인 것으로 해석된다. 즉, 파열음은 먼저 구강 내에 협착이 이루어져 공기가 갇히고, 갇힌 동안 압력이 상승하면서 파열이 일어날 때 조음이 이루어지는데, 구강폐쇄 능력이 부족하다면 폐쇄가 지속되는 시간, 즉 파열을 위한 구내 압력이 상승하는 시간이 정상인보다 길어질 것이다. 또 환자들의 폐쇄구간이 긴 다른 이유로 대조군에 비하여 구강 내 폐쇄 시에 접촉 면적이 넓어 이를 파열시키는 데에 긴 시간이 소요된 것이라는 설명도 가능할 것이다.

또 유기자음인 경우 구강파열과 동시에 성대가 진동하여 후행 모음이 발생하는 것이 아니라 어느 정도 시간이 경과된 후에 성대의 진동이 시작되어 기식성분 즉 자음의 발음이 확실하게 들리게 된다. 성대가 진동하려면 성문하압이 성문상압보다 같거나 커야 하므로, 구강파열로부터 성대진동까지의 시간은 성문하압이 성문상압보다 커질 때까지 걸리는 시간이라 할 수 있으며, 이에 걸리는 시간을 VOT라 한다. 본 연구 결과에서 골격성 Ⅲ급 부정교합자의 경우, 정상인에 비하여 VOT가 짧게 나타난 것은 폐쇄가 불완전하여 구내 압력이 정상인에 비하여 낮기 때문인 것으로 사료된다. 또한, 하악골 후퇴 량에 따른 VOT의 차이는 발견할 수 없는 것으로 보아서, 후퇴량이 큰 영향을 끼친다고는 생각할 수 없는 항목이다.

우리말의 /s, ʃ/은 치찰음으로서 조음시 혀끝이 윗니 뒤에 가까이 하여 마찰소음을 만들어 발음된다. 영어의 /s/를 비롯한 치찰음(sibilants)이나 우리말의 /s, ʃ/ 모두 조음-음향학적으로 다른 마찰음들과는 달리, 마찰소음을 만드는 데에 단순히 주요 조음기관에 의해 만들어진 협소한 공간에서의 마찰만으로 이루어지는 것이 아니고, 상악전치와 혀끝 사이의 협소한 공간에서 생성된 마찰 소음은 하악전치에서 다시 한 번 소용돌이를 일으키며 증폭됨으로써 조음이 이루어 지는 것이다. 이 때 아랫니가 일종의 장애물 역할을 하며, 따라서 치찰음 조음에서는 고주파수대에 강한 마찰소음 에너지가 집중될 것이다³⁾.

이에 본 연구에서는 골격성 Ⅲ급 부정교합 환자의 마찰소음 에너지 분포 유형을 정상인과 비교하고 또 수술 변화된 양상을 하악골 후퇴량에 따라 파악하여 수술의 마찰음 발음에 대한 효과를 조사하고자 하였다. 그 결과, 마찰음의 경우 환자들은 대조군에 비해 분산형 마찰소음 에너지 분포를 보이는 경우가 더 많았고 수술 후에는 술전에 비해 집중 분포형을 많이 보이고 있다 (환자 2군의 환자 3은 예외적으로 수술 후에 더 분산형을 보이고 있긴 하지만). 또 대체적으로 이동량이 적은 환자 1군이 술전, 수술 후 모두 환자 2군에 비해 보다 많은 집중형 분포를 보이고 있다.

이러한 현상은 골격성 Ⅲ급 부정교합 환자의 경우, 하악골의 전돌로 인하여 /s/ 조음시 혀끝이 상악전치의 설면이 아니라, 절단면, 또는 상하 전치 사이에 넓게 위치하기 때문인 것으로 해석되며²⁸⁻³⁰⁾ 따라서 마찰소음 에너지가 한 곳에 집중되기보다는 전 주파수대에 걸쳐 비교적 고른 분포를 보이는 것이다. 또 술전에 비해 수술 후 보다 집중형을 많이 보이는 것은 보다 치찰음 조음이 보다 정확해져 대조군과 같이 협착면이 좁아지고 또한 혀끝이 치조쪽에서 협착을 이루는 것으로 볼 수 있겠다. 그러나 이동량이 적은 환자 1군에 비하여 2군에서 분산형태를 띠는 것은 수술에 의한 음성기관의 적응이 한계가 있음을 나타낸 것이다.

우리말 /r/은 악센트구 음절 초성에서 짧은 폐쇄구간이나, 또는 짧은 폐쇄구간과 파열, 그리고 기식성분까지 보이는 탄설음으로 실현된다. 즉, 혀끝으로 치조 또는 윗니 뒤를 빠르게 한 번 치고 떨어지면서 조음되며 이 소리는 영어의 'water, letter' 같은 단어에서 /t/ 소리가 약화되어 나는 소리와 유사하다. 그러나 골격성 Ⅲ급 부정교합 환자는 혀를 빠르게 움직이거나 또는 정확히 치조에 빠르게 갖다 대고 떨어뜨리는 것이 정상인에 비해 용이치 않을 것이며, 환자에 따라서는 혀끝 대신에 혀를 넓게 접촉하여서 이 소리를 발음하기도 할 것으로 예상되며, 이에 따라 스펙트로그램상에서 분명한 폐쇄구간을 보기가 쉽지 않을 것이다.

이에 따라 본 연구에서는 골격성 Ⅲ급 부정교합 환자의 탄설음에서 폐쇄구간을 조사하고 또 /r/ 발음이 어떻게 실현되는가를 살펴봄으로써, 이들 환자의 발음특성을 파악하고 또 하악골 후퇴수술이 탄설음 발음에 미치는 영향을 분석하고자 하였다.

그 결과, 정상인에서는 전반적으로 /r/의 혀끝을 사용한 빠른 폐쇄가 확실히 일어나서 많은 경우 폐쇄구간을 갖거나, 혹은 정확히 발음하지 못하는 경우엔 마찰음 정도로 실현된 경우가 대부분이었으나, 환자군에서는 폐쇄구간이 보이지 않고, 대신 공명음으로 실현되거나, 접촉면적이 넓어 파열이 여러 번 나타나는 현상도 보였다 (본 연구에서는 이를 'trill형'이라고 명명하였다. 엄격히 말하자면 실제 trill과는 조음이 완전히 다르지만 단지 음향적으로 비슷하게 나타나기 때문이다). 이러한 현상은 혀의 움직임이 느리고 혀

끝으로 전치설면이나 치조면에 빠르게 접촉시키지 못하고 혀의 넓은 범위로 갖다대기 때문인 것으로 해석되며, 폐쇄 구간이 약화되면 약화 정도에 따라 분명한 폐쇄 구간을 보이지 않고 이에 따라 탄설음 /ㄹ/의 발음이 제대로 실현되지 못하고 대신, 마찰소음이나 더 약화되면 공명음으로 실현된 것이라 추측할 수 있다. 그러나 수술 후에는 이러한 현상의 발생이 유의성 있게 줄어들어 하악골 후퇴수술이 발음에 이로운 영향을 끼쳤음을 알 수 있다. 또 수술시 하악골의 이동량에 따라 그 효과를 비교하였을 때는 두 군간에 큰 차이는 없는 것으로 나타났다.

이상과 같은 결과로서 골격성 Ⅲ급 부정교합 환자는 자음의 조음에서 정상인과 다르게 부정확하며, 하악골 후퇴수술이 골격성 Ⅲ급 부정교합 환자의 자음 발음에 이로운 효과를 가져와, 보다 정확한 발음을 할 수 있게 해 주는 사실을 부분적으로 증명할 수 있었다. 또한 본 연구를 통하여 하악골 전돌의 증상이 심할수록 발음 이상의 정도도 크며, 이를 악교정 수술을 통해 교정하였을 때, 구강악계의 많은 음성기관은 새로운 환경에 완전히 적응치 못하고 부분적으로 적응되어 완벽한 발음교정은 악교정 수술방법 이외에 발음연습이나 훈련 등 다른 방법이 보완적으로 사용되어야 함을 알 수 있었다. 그러나 향후 악교정 수술 환자에서 조음의 음성학적 특성과 하악 이동량의 차이가 음성학적 특성에 미치는 영향에 대한 보다 완전한 이해를 위해서는, 조음기관의 해부학적인 차이뿐만 아니라 조음에 영향을 미치는 교정장치에 의한 발음장애를 완전히 배제한 상태에서 연구가 시행되어야 할 것이며, 또한 보다 많은 환자들의 자료와, 모음과 자음, 그리고 운율적인 연구 또한 수행되어야 할 것이다.

V. 결 론

저자는 골격성 Ⅲ급 부정교합 환자의 자음 조음-음향학적 특성을 분석하고, 악교정 수술에 의한 하악골 후퇴수술이 발음에 미치는 영향을 파악하고자 정상인과 악교정 수술을 받은 골격성 Ⅲ급 부정교합 환자를 대상으로 유기파열음, 마찰음, 그리고 탄설음의 음향학적 분석을 시행하여, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 골격성 Ⅲ급 부정교합 환자는 일반적으로 정상인에 비해 파열음 /ㅍ, ㅌ, ㅋ/의 폐쇄구간이 길고 VOT가 짧았으며 폐쇄구간 대 VOT 비율은 길었다.
2. 골격성 Ⅲ급 부정교합 환자의 마찰음 /ㅅ, ㅆ/의 소음 에너지 분포는 보다 많은 분산형 분포를 보였다.
3. 골격성 Ⅲ급 부정교합 환자의 탄설음 /ㄹ/은 짧은 폐쇄 구간을 구현하지 못하고 마찰음이나 공명음 또는 trill음으로 실현되는 음향적 특성을 보였다.
4. 골격성 Ⅲ급 부정교합환자의 조음 이상은 악교정 수술 후 개선되었으나 수술에 의한 조음기관의 적응이 완전치는

못하였고 적응 정도도 하악골의 후퇴량에 따라 달랐다.

위의 결과로 볼 때 골격성 3급 부정교합환자는 자음의 조음에서 정상인과 다르게 부정확하며, 하악골 후퇴수술이 골격성 Ⅲ급 부정교합 환자의 자음 발음에 양호한 효과를 가져와, 보다 정확한 발음을 할 수 있음을 부분적으로 증명하고 있다. 또한 본 연구를 통하여 하악골 전돌의 증상이 심할수록 발음 이상의 정도도 크며, 악교정 수술을 통해 교정하였을 때, 구강악계의 많은 음성기관은 새로운 환경에 부분적으로 적응되므로 악교정 수술 후에 발음연습이나 훈련 등 다른 보완적 방법이 사용되어야 할 것이다.

참고문헌

1. Flanagan JL : voice of men and machines. J Acoust Soc Am 51:1375-1381, 1972.
2. Flanagan JL : Speech analysis synthesis and perception. 2nd ed. springer-Verlag 1972. pp205-276.
3. Shadle, C.H. : The effect of geometry on source mechanisms of fricative consonants. Journal of Phonetics 19, 409-424, 1991.
4. 문승재(1997) 국어의 'ㅅ' 음가에 대한 음향학적 연구. 말소리 33-34호, 11-22.
5. 최진태 : 주파수 분석에 의한 한글 음성 특성. 전기통신연구소보 11:22-49, 1970.
6. Atal BS : Effectiveness of linear prediction characteristics of the speech wave for automatic speaker identification and verification. J Acoust Soc Am 55:1304-1312, 1974.
7. McDonald, E.T. : Speech considerations in cleft palate prothesis. J. Pros. Den., 1: 637-639, 1951.
8. McDonald R, Baker H : Cleft palate speech on integration of research and clinical observation. J Speech Hearing Dist 16:9-15, 1951.
9. Priestersbach DC, Powers GR : Articulation skills, velopharyngeal closure and oral breath pressure of children with cleft palate. J Speech Hearing Res 2:318-325, 1959.
10. Warren DW, DuBois AB : A pressure flow technique of measuring velopharyngeal orifice area during continuous speech. Cleft Palate J 1:57-71, 1964.
11. Graber JM : Oral nasal structure in cleft palate speech. J Am Dent A 53:693-706, 1965.
12. Skolnick ML : Video velopharyngography in patients with nasal speech, with emphasis on lateral pharyngeal motion in velopharyngeal closure. Radiology 93:747-755, 1969.
13. 함기선, 임풍, 빈주원 : 구개파열 환자에 대한 언어 장애 조사. 대한외과학회지 17:605-609, 1975.
14. Dorf Ds, Curtin JW : Early cleft palate repair and speech outcome. Plast Reconstr Surg 70:74-79, 1982.
15. 함기선, 이재용 : 구개열 교정술후 언어장애 환자들에 대한 내시경 조사 및 기도 공기역학적 검사의 비교관찰. 대한성형외과학회지 8:23-26, 1981.
16. 정영찬, 이영길 : 구개파열의 환자의 청력 검사에 대한 고찰. 대한이비인후과학회지 5:603-606, 1986.
17. 고광희, 신효근 : 구개열 환자에 있어서 구개 성형술후 비인강 폐쇄에 관한 임상적 연구. 대한악안면성형재건외과학회지 14:1-21, 1992.
18. 최진영, 민병일 : 연구개 인두간 폐쇄부전 환자에 있어서 발음 장애에 관한 연구. 대한악안면성형재건외과학회지 14:22-39, 1992.
19. 이현복 : 전기인공구개도에 의한 우리말의 음성학적 연구와 언어

- 장애자 치료. 한글 170:1-47, 1980.
20. 임철중 : 구개도에 의한 부정교합자의 마찰음에 관한 연구. 대한치과보철학회지 8:56-64, 1968.
 21. 우이형, 최대균, 박남수, 최부병 : 구개상이 발음에 미치는 영향에 관한 컴퓨터 분석. 경희의학 4:34-42, 1988.
 22. 최창규, 우이형, 박남수 : 구개상의 형태변화가 발음에 미치는 영향에 관한 음향학적 연구. 경희치대 논문집 11:143-162, 1989.
 23. Hufnagle, J. and Pullon, P.: Speech considerations in oral surgery: Part I. Speech physiology. Oral Surg., 46:349-353, 1978.
 24. Hufnagle, J. and Pullon, P.: Speech considerations in oral surgery: Part II. Speech characteristics of patients following surgery for oral malignancies. Oral Surg., 46:354-361, 1978.
 25. Bell WH : Modern practice in orthognathic and reconstructive surgery. 1st ed. Vol 2, Saunders Co. Philadelphia, 1992, pp 1687-1734.
 26. Subtelny JD, Sakuda M: Open bite:Diagnosis and treatment. Am J Orthod 50:337-358, 1964.
 27. Goldstein D.B., D. Cooper, L. Wallace: The effect on speech of surgery for correction of mandibular prognathism. Oral Surg. 37:846-849, 1974.
 28. Guay AG, Maxwell DL, Beecher R: A radiographic study of tongue posture at rest ad during the phonation of /s/ in Class III malocclusion. Angle Orthod 48:10-11, 1978.
 29. Goldsmith DH, Berkman MD, Soprintzen RJ, Rothschild D, Trieger N: Functional adaptation of the speech and swallowing mechanism following surgical correction of dentofacial deformities, Abstract 145, Third International Cleft Palate Congress, Toronto, Canada, 1977.
 30. Glass L, Knapp J, Bloomer HH: Speech and lingual behavior before and after mandibular osteotomy. J Oral Surg 35:104-109, 1977.
 31. Garber, S.R., Speidel, T.M. and Marse. G.M. : The effects on speech of surgical premaxillary osteotomy. Am. J. Orthod., 79:54-62, 1981.14. Shadle, C.H. (1991) 'The effect of geometry on source mechanisms of fricative consonants.' Journal of Phonetics 19, 409-424.
 32. Dalston, R.M. and Vig, P.S.: Effects of orthognathic surgery on speech: A prospective study. Am. J. Orthod., 86:301-308, 1984.
 33. Ruscello DM, Tekieli ME, Van Sickels JE : Speech production before and after orthognathic surgery : A review. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 59:10-14, 1985.
 34. Ewan WG: Aspects of speech and orthognathic surgery. In Less NJ(ed): Speech and language. New York, 1980, Academic Press, Inc., pp.239-298.
 35. Bowers, J., Tobey, E.A. and Shaye, R.: An acoustic speech study of patients who received orthognathic surgery. Am. J. Orthod., 88:373-378, 1986.
 36. Linda D. Vallino: Speech, velopharyngeal function, and hearing before and after orthognathic surgery. J Oral Maxillofac Surg., 48:1274-1281, 1990.
 37. 김기달, 양원식 : Sound spectrograph를 이용한 개교환자의 한국어 자모음의 발생에 관한 연구. 대한치과교정학회지 15:55-66, 1985.
 38. 김기달 : 개교환자의 발생에 관한 언어 음성학적 연구. 대한치과교정학회지, 21:287-307, 1991.
 39. 양수일, 신효근: Digital Sound spectrograph 및 Nasometer를 사용한 악교정 수술환자의 술전후 음향음성학적 특성에 관한 비교연구. 대한구강악안면외과학회지, 20(4):443-459, 1994.
 40. 김병주, 김여갑: 하악전돌증환자의 악교정수술 후 음성변화에 관한 연구. 대한악안면성형재건외과학회지, 15(4):239-252, 1993.
 41. 권경환, 김수남, 이동근, 조용민, 이숙향: 악교정 환자의 악교정 수술전후 발음양상에 대한 비교연구. 대한악안면성형재건외과학회지 22:191-205, 2000.
 42. Joseph AA, Elbaum J, Cisneros GJ, Eisig SB: A cephalometric comparative study of the soft tissue airway dimensions in persons with hyperdivergent and normodivergent facial pattern. J Oral Maxillofac Surg 56:135-139, 1998.
 43. Ladefoged Peter : A course in phonetics. 3rd ed., Jarcout Brace College Publishers, 1993.

저자연락처

우편번호 570-711
 전라북도 익산시 신룡동 344-2
 원광대학교 치과대학 구강악안면외과학교실
 신 기 영

원고 접수일 2000년 12월 14일
 게재 확정일 2001년 01월 05일

Reprint requests

Ki-Young Shin
 Dept. of OMFS, College of Dentistry, Wonkwang Univ.
 344-2, Sinyoung-Dong, Iksan-City, Chunbuk, 570-711, Korea
 Tel. 82-63-850-1921~3 Fax. 82-63-852-4939

Paper received 14 December 2000
 Paper accepted 5 March 2001