

마비말장애 환자의 파열음 산출의
음향학적 분석

연세대학교 대학원
언어병리학 협동과정
김 현 승

마비말장애 환자의 과열음 산출의
음향학적 분석

지도 김 향 희 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2006년 6월 일

연세대학교 대학원

언어병리학 협동과정

김 현 승

김현승의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

연세대학교 대학원

2006년 6월 일

감사의 글

논문을 마치며 우선 하느님께 감사드립니다. 저를 대학원으로 인도하셨고 언어병리학을 공부하게 하시며, 이 논문을 쓸 수 있도록 도우셨기 때문입니다. 더없이 감사드리며 저의 논문을 통해 영광 받으시기를 바랍니다. 저는 이 논문을 마비말장애 환자와 그의 가족들 그리고 언어병리학을 공부하는 분들을 위한 마음으로 썼습니다. 논문을 쓰는 과정은 제게 배움, 인내의 과정이자, 기쁨과 감사의 과정이었습니다. 논문을 쓰는 동안 많은 도움을 받으며, 이 논문을 결코 저 혼자 썼다고 할 수 없음을 깨달았습니다.

무엇보다 제가 논문을 마치기까지 잡은 손 놓지 않고 끌어주신 김향희 교수님의 배려와 관심, 사랑에 감사드립니다. 따뜻한 눈길과 지도로써 저의 논문의 완성을 도와주신 박은숙 교수님과 서상규 교수님께도 진심으로 감사드립니다.

이 논문의 대상자가 되어주신 신부님을 비롯한 성당 식구들과 환자분들께 감사드리고, 그분들을 만날 수 있도록 도와주신 박혜숙 선생님, 이영미 선생님, 이현정 선생님, 윤성혜 선생님, 김수련 선생님, 이해란 선생님, 한지혜 언니에게도 고마운 마음 전하고 싶습니다. 음향 분석에 도움을 주신 지민제 교수님, 이호영 교수님, 박지은 선생님, 진옥 언니에게도 감사드리고, 통계 분석 과정 중 조언을 해주신 정찬섭 교수님, 최재남 선생님, 이진성씨, 그리고 의학 통계학과의 선생님들께도 감사드립니다.

언제나 서로 지지하고 조언하며 힘이 되어준 선, 후배 분들과 사랑하고 아끼는 동기들 기순 언니, 수진 언니, 정수 언니, 선영 언니, 영옥이, 정완이, 지혜, 수진이 그리고 관심을 가져준 준 오랜 친구들과 장세윤 신학생님, 원고의 마무리를 도와준 회중 오빠에게도 고마운 마음 전하고 싶습니다.

마지막으로 기도로써 그리고 건강에 대한 염려로 늘 마음의 버팀목이 되어준 사랑하는 가족들 자상한 아버지, 애교 만점 어머니, 든든한 언니와 형부, 착한 동생 거산이와 귀여운 조카 태환이에게 사랑과 감사의 마음을 전하고 싶습니다.

연구자 씬

차 례

국문 요약	vi
I. 서론	1
1. 이론적 배경	1
가. 마비말장애 말명료도의 음향학적인 평가	1
나. 명료한 말의 음향학적인 특성	2
다. 우리말 과열음의 특성	4
라. 마비말장애군의 과열음 산출 특성	6
2. 연구 문제	9
II. 연구 대상 및 방법	10
1. 연구 대상	10
가. 마비말장애군 피검자	10
나. 정상군 피검자	12
2. 연구 방법	13
가. 자료 수집	13
나. 자료 분석	14
다. 신뢰도 분석	16
라. 통계 분석	16

III. 결 과	17
1. 대상군에 따른 파열음의 폐쇄구간 및 기식구간 비교	17
가. 폐쇄구간	17
나. 기식구간	18
다. 폐쇄구간과 기식구간 간의 비율	19
2. 조음 방법에 따른 파열음의 폐쇄구간 및 기식구간 비교	21
가. 폐쇄구간	21
나. 기식구간	24
3. 조음 위치에 따른 파열음의 폐쇄구간 및 기식구간 비교	27
가. 폐쇄구간	27
나. 기식구간	30
IV. 고 찰	33
V. 결 론	40
참고 문헌	43
Abstract	48

그림 차례

그림 1. 환자 P6 ‘아빠3’ 폐쇄구간	15
그림 2. 환자 P6 ‘아빠3’ 기식구간	15
그림 3. 각 파열음에서 대상군 간 폐쇄구간 및 기식구간 비율 비교	20

표 차 례

표 1. 마비말장애군 피검자 정보	11
표 2. 정상군 피검자 정보	12
표 3. 검사 어음 재료 예	14
표 4. 파열음의 조음 위치 및 방법별 사례수	14
표 5. 반복 측정 분산분석 검정의 자료 구조	16
표 6. 폐쇄구간에서 대상군 간 차이 검정 결과	17
표 7. 기식구간에서 대상군 간 차이 검정 결과	18
표 8. 폐쇄구간 비율에서 대상군 간 차이 검정 결과	19
표 9. 각 파열음에서 대상군 간 폐쇄구간 및 기식구간 비율	20
표 10. 조음 방법에 따른 폐쇄구간 길이의 대상군 간 차이 검정	22
표 11. 조음 방법에 따른 폐쇄구간 길이의 각 대상군 내 차이 검정	22
표 12. 조음 방법에 따른 폐쇄구간 길이의 각 대상군 내 차이 수준별 비교	23

표 13. 조음 방법에 따른 기식구간 길이의 대상군 간 차이 검정	24
표 14. 조음 방법에 따른 기식구간 길이의 각 대상군 내 차이 검정	25
표 15. 조음 방법에 따른 기식구간 길이의 각 대상군 내 차이 수준별 비교	26
표 16. 조음 위치에 따른 폐쇄구간 길이의 대상군 간 차이 검정	27
표 17. 조음 위치에 따른 폐쇄구간 길이의 각 대상군 내 차이 검정	28
표 18. 조음 위치에 따른 폐쇄구간 길이의 각 대상군 내 차이 수준별 비교	29
표 19. 조음 위치에 따른 기식구간 길이의 대상군 간 차이 검정	30
표 20. 조음 위치에 따른 기식구간 길이의 각 대상군 내 차이 검정	31
표 21. 조음 위치에 따른 기식구간 길이의 각 대상군 내 차이 수준별 비	32

국문 요약

마비말장애 환자군의 파열음 산출의 음향학적 분석

마비말장애의 명료도 측정은 음향학적인 접근을 통하여 객관적인 평가가 가능하다. 명료한 말을 보여주는 음향학적 요소는 조음 속도의 감소, 휴지 길이의 증가, 기본 주파수의 증가, 모음 공간 영역의 증가, 파열음의 파열 생략의 감소 등으로 밝혀진 바 있다. 이중 파열음 요소를 이용한 명료도 측정은 파열음이 우리나라 말에서 차지하는 비중이 크고, 파열음의 성대 진동 개시시간(VOT) (혹은 기식구간)이 후두 층위와 후두 위 층위의 상호작용을 한꺼번에 보여주는 좋은 지표이기 때문에 많은 연구에서 다루고 있다. 더욱이, 우리말의 파열음은 평음/경음/격음의 3중 대립 구조로 구성되어 있으며, 파열음 구간의 세부 구간인 기식구간과 폐쇄구간 길이를 이용하여 3중 대립 구조를 설명할 수 있다. 그러나 기존의 국내 마비말장애 파열음 연구는 특정 유형의 환자군이나 특정 파열음에 국한되어 있었다. 본 연구에서는 여러 유형의 마비말장애 환자군을 대상으로 하여, 한국어의 9가지 파열음 /ㅂ, ㅃ, ㅍ, ㅄ, ㅌ, ㅎ, ㅑ, ㅓ, ㅕ/의 기식구간, 폐쇄구간 및 폐쇄구간 비율을 분석하였다. 각 대상군은 각 파열음을 /_C_{파열음}_/_ 환경에서 3번씩 반복하여 산출하였으며, 수집된 어음 자료는 Multi-Speech(model 3700)와 Praat 프로그램을 통해 음향학적으로 분석되었다. 측정된 각 파열음의 폐쇄구간과 기식구간 길이 및 폐쇄구간 비율을 비모수 맨 휘트니 검정과 반복 측정 분산분석 검정을 통하여 검정하였다.

본 연구를 통해 얻은 결과는 1) 모든 파열음에서 환자군의 파열음 폐쇄구간이 정상군에 비해 길었으며; 2) 환자군의 기식구간은 정상군과 거의 차이가 없었고; 3) 환자군은 일부 파열음의 폐쇄구간 비율이 정상군에 비해 길게 나타났고, 정상군은 모든 조음 방법에서 조음 위치가 뒤로 이동할수록 폐쇄구간 비율이 감소하였으나, 환자군은 그러한 경향성을 따르지 않았다. 4) 정상군은 모든 조음 위치에서 조음 방법에 따른 폐쇄구간 길이에 유의미한 차이를 보였으나, 환자군은 치조음의 삼지

적 상관속에서만 유의미한 차이를 나타냈다. 5) 정상 및 환자군 모두 모든 조음 위치에서 삼지적 상관속에 따른 기식구간 길이에 유의미한 차이를 보였다. 6) 정상군은 경음, 격음에서 조음 위치에 따른 폐쇄구간 길이 차이를 유의미하게 보였으나, 환자군은 조음 위치에 따른 폐쇄구간 길이에 유의미한 차이를 보이지 않았다. 7) 정상군은 모든 조음 방법에서 조음 위치에 따른 기식구간 길이에 유의미한 차이를 보일 수 있었으나 환자군은 경음에서만 조음 위치에 따른 기식구간 길이에 유의미한 차이를 보였다.

본 연구를 통하여 각 파열음 산출 시 환자군이 대조군보다 더 긴 폐쇄구간과 기식구간 길이를 보이지만 기식구간 길이에서는 그 차이가 크지 않다는 것을 확인하였다. 환자군은 조음 방법에 따라 치조음의 폐쇄구간과 기식구간의 변별적인 산출이 가능하다는 것과 조음 위치에 따라서는 경음의 기식구간을 제외하고는 변별적인 폐쇄구간 및 기식구간 산출이 어렵다는 것을 확인하였다. 또한 폐쇄구간 비율이 조음 위치 및 방법별 측면을 모두 보여주는 좋은 지표가 된다는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과를 생리학적인 측면과 관련하여 환자군은 기식성보다는 긴장성에 어려움을 가지며, 후두 층위와 후두 위 층위 간의 협응에 어려움이 있고, 혀 끝 움직임이 다른 조음기관의 움직임보다 용이하다는 것을 논의하였다. 본 연구는 기존의 연구와 달리 우리말의 9가지 파열음 전체를 대상으로 하고 유형 구분 없이 마비말장애 환자군을 대상으로 하였으며, 그 결과를 생리학적인 측면에서 논의한 점에서 임상적인 의의를 가질 것으로 사료된다.

핵심어: 마비말장애, 명료도, 음향학적 분석, 파열음, 폐쇄구간, 기식구간, 폐쇄구간 비율, 조음 방법, 조음 위치

마비말장애 환자군의 과열음 산출의 음향학적 분석

<지도교수 김 향 희>

연세대학교 대학원 언어병리학 협동과정

김 현 승

I. 서 론

1. 이론적 배경

가. 마비말장애의 말 명료도의 음향학적인 평가

마비말장애는 운동 활동과 관련된 중추 및 말초 신경 체계의 손상으로 인하여 속도, 강도, 범위, 시간차와 말 운동의 정확성에 영향을 주는 신경근육의 비정상적인 수행력에 기인하는 운동 장애이다. 이로 인해 호흡, 발성, 공명, 조음 및 운율이 하나 또는 그 이상에 영향을 받을 수 있다.¹ Duffy에 따르면 후천적인 신경 결함으로 인한 의사소통 장애의 약 절반가량이 마비말장애이다.

마비말장애의 평가 시 조음 및 발성 기관에 대한 평가와 함께 최대 발성 연장, 교대 운동, 문단 읽기, 조음 검사 및 명료도 검사를 한다.² 말 명료도는 화자가 구사하는 발화를 청자가 어느 정도 알아들을 수 있는지 정도를 평가한 척도이다.³

호흡, 공명, 발성, 조음 등 말 산출에 필요한 모든 요소들을 반영하고⁴ 말 운동 장애 정도를 반영하는 길항 운동이나 음소 정확도와 같은 다른 측정치들과 높은 상관을 나타내기 때문에 마비말장애 평가 시 중요한 평가척도로 여겨지고 있다.^{2,5,6}

말 명료도에 대해 Kent는 화자, 매체와 청자라는 세 가지 요인으로 구성된다고 보았다.⁷ 화자 요인으로 산출된 말의 조음적, 언어적, 음운적 요인이 있으며 청자 요인으로는 화자와의 친밀도, 경험, 등이 있다. 매체 요인으로는 검사도구의 내용과 평가방법 등이 말 명료도에 영향을 줄 수 있다. 언어병리학자들은 특히 화자가 산출하는 말소리 요인에 관심이 있으므로 주로 화자 요인에 초점을 둔다.^{8,9} 그러나 대부분의 말 명료도는 일반적으로 청지각에 의존하여 전사를 통해 알아들을 수 있는 단어나 음절 비율을 계산하거나 등간이나 비율 척도로 점수화하는 방식으로 평가되어 왔다.¹⁰ 그러한 평가 방법은 주관성과 신뢰성이 종종 문제가 되었다. 그러한 점에서 말 명료도에 대해 음향학적으로 접근하는 것은 지각된 말의 변이성을 좀 더 객관적으로 수량화하므로 의의가 있다고 할 수 있다.¹

나. 명료한 말의 음향학적인 특성

명료한 말의 음향학적 특성이 무엇인지 밝힌 연구들도 있었으며 그러한 연구는 주로 정상인을 대상으로 이뤄져왔다. Picheny 등과 Bradlow 등은 음향 분석을 통하여 대화적인 발화와 명료한 발화에서 발화 속도와 휴지(pause) 길이에 차이가 있음을 발견하였다.¹¹⁻¹⁴ 명료한 발화는 감소된 조음 속도, 기본 주파수의 증가, 휴지 길이의 증가라는 특징이 있었다. 한편, Krause 등은 명료한 발화 산출에서 관찰된 명료도 향상에 다른 음향학적 특성들도 공헌하고 있다고 덧붙였다. Krause 등은 속도의 감소라는 측면을 배제하여 정상 속도에서 명료한 발화를 하도록 정상인을 훈련시킨 후 명료도에 기여하는 다른 음향 특성들에 대해 연구하였다.¹⁴ 그 결과, 정상 속도의 명료한 발화의 2가지 특성이 명료도와 높은 상관이 있는 것으로 밝혀졌는데, 그것들은 큰 에너지를 가진 장기 스펙트라(long-term spectra)와 STI¹⁾였다. 정상 속도의 명료한 발화는 대화적인 발화보다 1kHz이상에서 장기 스펙트라에 더 큰 에너지를 가지고 있었다.¹⁵ 그러나 Picheny 등은 명료한 발화는 고

주파수 영역에서 더 강도(intensity)가 높았으나 그 변화가 크지 않아 명료한 발화의 특징이라고 보기 어렵다고 하였고¹¹ Krause와 Braidia 역시 고주파수의 강조는 조음 위치에 대한 단서를 제공하여 중요하지만 발화의 명료도 차이를 설명하지는 못하는 것 같다고 하였다.¹⁵ 한편, STI는 명료도와 상관성이 높은 척도임에 분명했다.²⁾ 이 연구에서는 정상 속도의 명료한 발화에서 4kHz이하에서 더 큰 변조 지수(temporal modulation index)를 보였으며, envelope spectra에도 두드러진 변화가 나타났으므로¹⁵ 이것은 정상속도 명료한 발화의 명료도 향상에 기여하는 음향 특성이라고 할 수 있었다.

명료한 발화의 다른 음향학적 특성들은 기본 주파수 Fo의 증가, Fo 범위의 증가와 특정 자음의 강도 증가를 포함하였다.¹¹⁻¹⁴ 파열음이 언제나 파열되며, 문장 끝 자음의 생략이 거의 없어지는 경향이 있다고 하였다. 명료한 발화에서 파열음의 RMS³⁾ 강도가 약 10dB정도 상승하고, 자음 대 모음의 비율이 더 커진다는 것도 밝혔다. 이것은 단순히 더 크게 말하라고 할 때 자음 모음 비율이 감소한 것과 대조적인 명료한 발화의 특징이었다.¹¹ Krause 등 역시 단어 끝 파열음의 파열 방출, 무성 자음의 상대진동 개시 시간(Voice onset time, 이하 VOT)⁴⁾ 증가 등을 보고하였다.¹⁵ 또한 명료한 발화에서 모음이 더 정확히 산출되었다는 것을 보고하기도 하였다.^{11,12} Picheny 등은 명료한 발화에서 모음의 생략 및 공명음화가 감소하였다고 하였고,¹¹ Krause 등은 모음의 단기 스펙트라에서 F2, F3의 에너지를 보고하였다.¹⁵

-
- 1) STI(Speech Transmission index)는 악화된 듣기 환경으로 인해 야기된 강도(intensity) envelope의 변조(modulation)를 나타내는 변화 척도이다.^{48,49}
 - 2) STI 점수가 envelope spectra에 직접 관련이 있기 때문에 STI에서의 증가와 관련이 있는 envelope spectra의 어떠한 증가도 명료도의 향상으로 이끈다.¹⁵
 - 3) RMS(Root mean square)는 제곱평균제곱근이라는 뜻. 어떤 데이터가 0을 기준으로 +나 -로 분포되어 있을 때 산술평균은 0이 되기 때문에 제곱을 하고 루트를 씌워서 평균을 내는 것을 의미.⁵⁰
 - 4) VOT란 파열음의 조음을 위한 막음이 개방된 시점부터 상대 진동이 시작되는 시점까지의 무성기간임.

다. 우리말 파열음의 특성

앞에도 살펴본 것처럼 자음 대 모음의 비율 증가, 단어 끝 파열음의 파열 방출, 무성 자음의 VOT 증가 등은 말 명료도가 상승하면서 유의미한 변화를 보인 음향학적인 척도였다. 즉 파열음은 명료도를 반영하는 좋은 척도라고 할 수 있다. 또한 파열음의 VOT는 후두 층위와 후두 위 층위의 상호작용⁵⁾을 한꺼번에 볼 수 있는 좋은 지표이기도 하다. 또한 우리말에서 파열음이 차지하는 비중은 커서 우리말 명료도에서 파열음의 중요성은 크다고 할 수 있다. 이러한 점들을 고려하여 우리말 파열음의 특징을 살펴보면 아래와 같다.

파열음은 폐에서 올라온 기류가 성도에서 완전히 막혔다가 한꺼번에 방출되면서 나는 소리이다.²³ 한국어 파열음은 음운적으로 한 조음 위치에 서로 다른 후두 자질(laryngeal feature)을 갖는 세 가지 종류의 삼지적 상관속을 이루며, 이들은 후두 층위에서의 차이뿐만 아니라 후두 위 층위의 조음에서도 차이가 크다.¹⁶ 파열음 산출에는 후두 층위에서 후두의 기능을 보여주는 성대의 개폐와 후두 위 층위에서 조음 기관의 기능을 보여주는 입술의 개폐 사이에 순간적인 조절을 위한 협응 능력을 필요로 한다.³¹ 따라서 파열음 각각은 후두 층위의 시간적 측면 뿐만 아니라, 후두 위 층위 즉 조음 기관의 긴장 정도, 접촉 넓이와 협착 길이(constriction length)에서도 차이가 난다.¹⁶ 신지영은 전자구개도를 통해 치경파열음의 평균 혀-입천장 접촉 넓이가 경음>격음>평음의 순으로 나타났다고 보고하였다.¹⁶ 한편 파열음이 산출되는 순간, 성문의 모양은 평음의 경우 열린 상태에서, 격음의 경우 성

5) 파열음의 VOT 산출 하는 데에 후두 층위의 성문 개폐와 후두 위 층위의 구강 조음 기관의 협착이 필요하다. 여기서 후두 층위는 허웅(2003)이 ‘국어 음운학’에서 언급한 세 가지 음성 기관 중 하나인 발성부에 속하며, 후두 위 층위는 발음부 혹은 조음부에 속한다고 할 수 있다. 허웅은 음성 기관으로 발동부, 발성부, 발음부(혹은 조음부) 세 가지를 들었다. 이중 발동부는 공기를 불어 올려주는 폐, 후두 및 입안의 뒤쪽에 해당되고, 특히 폐의 역할이 크다고 하였다. 발성부는 성대의 떨림을 통해 소리를 만들어 내며 운상 연골, 피열 연골, 갑상 연골 및 성대로 구성된 후두를 가리킨다고 하였다. 발음부는 구강 조음 기관과 같이 소리를 분화시킬 수 있는 곳을 말한다고 하였다.⁵¹

문하압의 증가로 평음보다 성문이 더 넓게 열린 상태에서 경음의 경우 거의 닫히고 경직된 상태에서 공기가 유출된다고 한다.¹⁷

우리말 파열음은 각 조음 위치(양순, 치조, 연구개)에서 세 가지 조음 방법을 가지고 조음 될 수 있다는 특징이 있으며, 그러한 점에서 각 조음 위치에서 유-무성 대립만을 가진 영어의 파열음과 구별된다. 영어의 파열음은 VOT라는 개념으로 음향학적인 구분이 가능하나, 우리말 파열음 자료 중 평음과 경음 사이의 VOT의 길이는 중첩이 심한 것으로 보고 되었다.^{18,19}

그러므로 우리말 파열음의 평음-경음-격음 상관속을 구별하는 데에는 경성(tense)와 기(aspiration)라는 개념이 더 적절하다.¹⁸ 경성이 없는 평음 소리는 나머지 파열음(경음과 격음)과 구분되고, 경성이 있는 경음과 격음은 기의 유무에 따라 다시 경음과 격음으로 구분된다.²⁰ 따라서 동일한 위치에서 산출되는 우리말의 상관속을 구별하는데 더 중요한 기준은 경성과 기를 반영하는 상대적인 폐쇄구간과 기식구간임을 알 수 있다.^{21,22} 폐쇄구간은 모음과 모음 사이에 위치한 경우 큰 어려움 없이 짚 수 있으나 음절초의 위치에서는 측정하기 어렵다. 앞 모음이 끝나는 곳부터 개방으로 인해 수직의 스파이크가 보이기 시작하는 곳 사이의 구간이 바로 폐쇄구간이 된다. 한편, 기식구간은 후두에서 생성된 난기류가 나타나는 구간으로, 개방으로 인해 만들어진 수직의 짧은 스파이크 이후 후행하는 모음의 안정 구간까지로 후행하는 모음의 에너지 구조를 닮은 소음 구간이 이에 해당 된다. 성대 진동 시작 시간은 대체로 기식성의 정도와 비례한다고 한다. 기식성이 큰 파열음일수록 폐쇄기간 동안 성대가 멀리 떨어져 있어 폐쇄의 개방 이후 후행모음을 위해 성대가 진동하기까지 더 많은 시간이 걸리기 때문이다.²³

조음 방법에 따른 파열음 특성을 볼 때, 우리말 파열음은 ‘모음-자음-모음’ 환경에 올 때 평음 폐쇄구간이 격음나 경음에 비하여 현저하게 짧아서 그 길이가 경음>격음>평음의 순으로 나타난다.²⁴⁻²⁶ 이와는 반대로 선행하는 모음의 길이는 평음>격음>경음의 순으로 나타나며,¹⁶ VOT에서 격음의 VOT가 경음의 VOT보다 길다고 한다.

한편, 조음 위치에 따른 파열음의 차이를 알기 위해서는 파열음에 선행 혹은 후행하는 모음의 포먼트 전이 구간의 F1, F2을 관찰하는 것이 매우 중요하다고 한

다.²³ 그러나 연구개음이 양순음이나 치조음에 비하여 짧은 폐쇄구간을 보였음을 밝히고 폐쇄구간의 길이와 조음 위치가 유관한 것으로 본 연구도 있었다.²⁷ 연구개 폐쇄구간이 여타의 조음 위치에 비하여 짧은 이유를 Hardcastle는 연구개음의 조음에서 조음체가 되는 설배(tongue body)의 움직임이 치조음의 조음을 위한 설첨(tongue tip)이나 양순음의 조음을 위한 양순에 비하여 느리기 때문인 것으로 보았다.²⁸ 또한 모든 발성 유형에서 공통적으로 연구개음의 VOT가 양순음이나 치조음에 비해 현저하게 길었고 대체로 조음 위치가 뒤로 이동할수록 VOT가 길어졌는데 이에 대해 Hardcastle은 연구개 폐쇄로 인해 만들어진 폐쇄강의 크기가 양순 폐쇄나 치조 폐쇄에 비해 상대적으로 작기 때문에 양순음이나 치조음에 비하여 높은 성문하압을 가지게 되어, 파열 후 후행하는 모음을 위한 성대 진동이 일어나기 위한 기류역학적인 조건을 만족시키기까지 상대적으로 많은 시간이 걸리는 듯하다고 하였다.²⁸

라. 마비말장애군의 파열음 산출 특성

마비말장애 환자군의 파열음 산출 특성을 밝힌 연구들을 살펴보면 다음과 같다. 마비말장애군이 파열음을 발화할 때 VOT 구간에서 나타나는 특징적인 현상은 치환음화라고 한다.²⁹ Darley 등이 제시한 분류 기준(6)에 따라 마비말장애 환자를 분류하였을 때 마비말장애 유형 중 경직형(spastic)은 격음을 83% 이상 경음으로 치환하였고 이완형(flaccid), 실조형(ataxic), 운동저하형(hypokinetic)은 평음을 격음화 하였다.²⁹

마비말장애의 또 다른 말 특성으로 음색의 기식성(breathiness)을 들 수 있었다. 이러한 특성은 마비말장애 아동군에게서 보고 되었으며,³⁰ 성문 폐쇄가 완전히 이루어지지 않는 운동저하형 마비말장애 환자군에 속하는 파킨슨병 환자들에게서도 자주 관찰되고 있다. 이러한 기식성은 스펙트로그램 상에 고주파수 영역대의 강도 저하 형태로 나타나거나 포먼트에 잡음이 많이 혼합되어 그 윤곽이 명확하지 않

6) Darley, Aronson & Brown(1969b)은 마비말장애를 이완형, 경직형, 실조형, 운동저하형, 운동과다형, 혼합형으로 나누었다.¹

은 형태로 나타난다고 한다.

한편, 마비말장애 환자군은 파열음 산출 시 정상인에 비해 긴 폐쇄구간과 VOT를 보이는 것으로 밝혀졌다. Kent 등은 뇌성마비 환자군을 연구한 결과 이러한 특성을 보고 하였으며⁸ 뇌성마비 성인이 정상군 보다 더 긴 기식구간을 가졌다고 보고한 연구도 있었다. 이때, 경직형 및 불수의 운동형 뇌성마비 성인 모두가 격음>평음>경음의 기식구간 길이 순을 따랐다. 그러나 경직형 뇌성마비 환자군은 주로 평음-격음의 대립이, 불수의 운동형 뇌성마비 환자군은 평음-경음의 대립이 불분명하였다고 보고 되었다.³⁰ 뇌성마비 아동의 경우에는 폐쇄구간 및 전체 음절 길이가 정상군보다 더 길었으나, VOT의 차이는 크지 않았다고 보고 되기도 하였다.³¹ 이와 같은 기식구간 경향성이 ‘아빠, 아까’와 같은 일부 파열음을 제외한 전 파열음에서 보고되었고, 때문에 뇌성마비 환자군이 기식성보다 긴장성에 더 어려움을 가진다고 논의되기도 하였다.³⁵

파열음의 VOT는 조음 기관의 운동 능력을 보여주는 척도가 되기 때문에, 마비말장애 환자군이 산출한 파열음의 VOT에 근거하여 그들의 조음 기관의 운동 능력을 설명하는 시도가 있어 왔다. 가령, 운동과다형(hyperkinetic)을 제외한 다섯 가지 유형의 마비말장애 아동을 비교한 연구에서 실조형을 제외한 모든 유형에서 경음 VOT가 대조군보다 길게 나타나 후두 긴장이 떨어졌다고 보고하기도 하였다.³³ 경직형 및 실조형 환자군은 치조음의 VOT가 다른 위치보다 길게 나타났고 이완형과 운동저하형 환자군은 연구개 위치에서 VOT가 가장 길게 나타난 것에 근거하여 전자는 설침 운동이 후자는 설배 운동이 느리게 반응하였기 때문으로 보기도 하였다. 전체적으로 운동저하형 환자군은 입술 및 혀 운동에 가장 느리게 반응하는 편이었고 실조형은 빠르게 반응하는 편에 속한다고 하였다.³⁰ 이와 유사하게 운동저하형에 속하는 파킨슨병 화자는 입술 및 혀 운동 속도가 느려서 파킨슨병 화자가 정상 화자보다 폐쇄구간이 유의하게 짧고, 기식구간은 유의하게 길고 폐쇄구간의 비율은 정상화자보다 유의하게 작았다는 보고도 있었다. 폐쇄구간이 짧은 것에 대해 파킨슨병 화자가 파열음 산출을 위한 성도 폐쇄 시 힘의 세기가 감소되어 폐쇄가 일어난 뒤 곧바로 공기가 세어나가기 때문인 것으로 보았다. 또한 기식구간이 긴 것에 대하여 파킨슨병 화자의 성대가 휘어 있고 성대 폐쇄가

완전히 이루어지지 않아 공기가 새어나가기 때문에 보거나 성대가 열렸다가 닫힌 후 진동하기까지 시간이 오래 걸리기 때문으로 보았다. 이처럼 파열음의 산출 특성에 근거하여 파킨슨병 환자의 느리고 제한된 범위의 후두 및 조음 기관의 움직임과 감소된 힘의 세기 등이 논의되기도 하였다.³¹

한편, 파열음의 조음 위치의 측면에서 보았을 때, 환자군은 조음 위치에 따라 폐쇄구간 및 기식구간을 변별적으로 산출하는 것이 어려운 경향이 있다고 보고되었다. 한 연구에서는 정상군, 뇌성마비 아동군 모두 폐쇄구간 및 기식구간 길이에 따라 조음 위치에 따른 차이가 없었다고 하였다. 그 이유로 소리의 변별적 산출에 필요한 조음 기관의 세부적 움직임이 제한적이었기 때문이라고 하였다.³⁵ 반면, 뇌성마비 아동들도 연구개 위치에서 가장 긴 VOT를 산출할 수 있었다는 보고도 있고, 폐쇄구간이 긴 자음 뒤에 짧은 VOT를 산출하는 것과 같이 어느 정도 정상적인 시간조절 능력이 가능하였다는 보고도 있었다.³⁴ 한 연구는 뇌성마비 아동의 VOT가 평음에서 정상보다 길고, 경음, 격음에서는 연구개음 VOT가 정상보다 짧았다고 밝히기도 하였다.³⁵

이러한 선행 연구들은 마비말장애의 말 특징에 대하여 음향학적으로 설명을 해 준 연구들이었다. 그러나 주로 뇌성마비 환자군에 대한 파열음 산출 특성이 주로 이루어졌으며, 마비말장애 환자의 파열음 산출 특성에 대한 양적, 질적인 국내 연구는 부족하였다. 또한 정상 화자와 장애군을 대상으로 한 VOT 연구가 많이 있어 왔지만 성별, 연령, 인종과 음소 문맥 측면에서 다양한 후속 연구들이 필요한 상태이다.³⁶⁻³⁹ 그러므로 각 조음 위치에서 삼지적 상관속이라는 특이성을 가진 한국어의 파열음 연구는 의의가 있다고 할 수 있다. 또한 Caruso 등은 후두 층위와 후두 위 층위의 불협응과 관련된 것으로 생각되는 말 장애군과 정상군의 VOT 차이를 비교한 연구가 부족하다고 지적하였고,⁴⁰ Klatt은 VOT 뿐 아니라 폐쇄구간, 무성구간, 기식구간, 등에 대한 다른 음향 척도들을 연구할 필요가 있다고 논하기도 하였다.⁴¹ 그러므로 본 연구를 통하여 마비말장애 환자의 9가지 우리말 파열음 산출 특성을 정상인과 비교하여 폐쇄구간, 기식구간, 그리고 폐쇄구간 및 기식구간 비율이라는 척도의 측면에서 논의하고자 하였다.

2. 연구 문제

본 연구의 연구 문제는 다음과 같다.

1. 정상군과 환자군은 9가지 파열음에서 각각의 기식구간, 폐쇄구간, 폐쇄구간 및 기식구간 비율에 유의미한 차이가 있는가?
2. 각 대상군은 조음 방법별 파열음의 기식구간과 폐쇄구간의 길이 변화에 유의미한 차이를 보이는가?
3. 각 대상군은 조음 위치별 파열음의 기식구간과 폐쇄구간의 길이 변화에 유의미한 차이를 보이는가?

II. 연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

가. 마비말장애군 피검자

본 연구는 서울 및 경기 지역에 위치한 병원에서 언어치료사에 의해 마비말장애로 진단된 환자 총 8명을 대상으로 하였다. 그 진단에는 표준화된 검사도구는 아니지만 마비말장애 유무를 감별할 수 있도록 고안된 최대 모음 연장 과제, 길항운동 속도 과제, 문단 읽기 과제가 사용되었다고 보고 되었다. 대상이 된 환자들은 외상성 뇌손상(traumatic brain injury, TBI), 뇌출혈 또는 뇌경색을 병인으로 가지고 있었으며, 성별은 모두 남자였고 평균 연령은 만 41.7세(만 20~61세)였다. 환자군의 유병기간은 3개월 이상으로 검사 당시 언어치료를 받고 있었으며, 담당 언어치료사의 보고를 참고하여 실행증이 동반되지 않는 경우로 국한하였다. 그 중 실어증을 동반한 경우 과제 수행에 어려움이 없도록 하기 위해 경도 실어증 환자로 국한하였다. 따라서 실어증을 동반한 마비말장애 환자는 K-WAB(Korean version-the Western Aphasia Battery)의 AQ(aphasia quotient)지수 60 이상, MTDDA(Minnesota Test for Differential Diagnosis of Aphasia)의 정도(중증도 70~100) 이상으로 제한되었다. 환자군의 말 특성에 대한 청지각적인 평가는 언어병리학 전공자인 연구자가 실시하였으며, 표 1에 기록하였다. 환자군에 대한 자세한 정보는 다음과 같다.

표 1. 마비말장애군 피검자 정보

피검자	연령 ¹	성별	POT*	상병명 혹은 손상부위	말 관련 증상
P 1*	20:0	M*	21	TBI**	short phrases strained-strangled voice, harshness, vocal fry mono pitch&loudness imprecise consonants
P 2	21:11	M	3	Rt.*** Hemi-paralysis d/t Rt. Frontal Lt. Basal Ganglia Hemorrhage	mono pitch, short phrases audible inspiration hypernasality imprecise consonants
P 3	24:1	M	12	TBI(traumatic SAH)	strained-strangled voice harshness, vocal fry variable pitch&loudness transient hypernasality slow AMR, SMR**** imprecise consonants distorted vowel
P 4	42:2	M	10	Rt. Hemiplegia d/t TBI	short phrases, slow rate imprecise consonant harsh voice mild hypernasality
P 5	47:11	M	14	quadripareisis d/t EDH, SDH. epilepsy	short phrase imprecise consonants harsh voice slow AMR, SMR
P 6	55:4	M	44	quadripareisis d/t pontine hemorrhage	short phrases, slow rate strained-strangled voice harsh voice, monotone monoloudness, diplophonia voice tremor imprecise consonant
P 7	60:5	M	17	Lt. hemiplegia d/t Rt. lateral medullary infarct impression	imprecise consonant irregular AMR, excess pitch & loudness variation mild hypernasality
P 8	61:9	M	5	Rt. Hemiplegia d/t Lt. Pontine ICH impression	mono pitch & loudness pitch break, hoarseness slow AMR, SMR imprecise consonant reduced stress

¹ 년; 월

* P: Patient, M: Male, POT: Post Onset Time

** TBI: Traumatic Brain Injury, SAH: Subarachnoid Hemorrhage, EDH: Epidural hemorrhage, SDH: Subdural Hemorrhage, ICH: Intracranial Hemorrhage

*** Rt.: Right, Lt.: Left

**** AMR: Alternating Motion Rate, SMR: Sequential Motion Rate

나. 정상군 피검자

본 연구는 서울 및 경기 지역에 거주하고 일상적인 의사소통에 문제가 없으며 한국어 표준어를 사용하고 마비말장애 환자군의 평균 연령과 생활 연령(± 3 세) 및 성별이 대응되는 고졸 이상의 정상 성인 8명을 대상으로 하였다. 대상군의 성별은 모두 남자였으며, 평균 연령은 만 40.9세(만 21~64세)였다. 정상군에 대한 정보는 표 2에 제시하였다.

표 2. 정상군 피검자 정보

피검자	연령 ¹	성별
N 1*	21:2	M*
N 2	21:9	M
N 3	23:1	M
N 4	38:10	M
N 5	46:7	M
N 6	53:6	M
N 7	57:10	M
N 8	64:8	M

¹ 년; 월

* N: Normal, M: Male

2. 연구 방법

가. 자료 수집

과열음은 성인의 말소리 중 음절 초성에서 높은 빈도로 출현하는 조음 방법이다.⁴² 동시에 과열음은 명료도에 기여하는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 이러한 과열음을 연구 대상으로 하였으며, 마찰음, 과찰음, 비음과 유음은 관찰에서 제외하였다. 피검자들은 우리말의 9가지 과열음 /ㄷ, ㅃ, ㅌ, ㄸ, ㅉ, ㅊ, ㅋ, ㆁ, ㆁ, ㆁ/이 포함된 무의미 2음절 자극어를 3회씩 반복하여 읽었다. 각각의 자음은 단어 중간 초성에 위치하였고, 앞 뒤 모음 환경은 /ㅏ/가 되도록 통일하였다. 그 이유는 어중 초성 위치가 폐쇄구간과 기식구간을 모두 측정하기에 용이하고 우리말 3중 대립을 설명하기에 적합하기 때문이었다. 과열음은 폐쇄가 일어나는 동안 음향 에너지가 0이 된다. 이러한 과열음이 어두나 어말에 위치한 경우 발화 전·후의 묵음 구간과 구강 폐쇄가 일어난 구간을 구분할 수 없게 된다. 따라서 본 연구에서는 과열음의 전·후에 /ㅏ/ 모음을 삽입하였다. 어중 초성의 위치에서 평음은 유성음으로 실현되는 경우가 많다고도 하지만 언제나 그러한 현상이 관찰되는 것은 아니라고 한다. 이 위치에서 평음이 유성음으로 실현되는지, 무성음으로 실현되는지는 화자, 발화 속도, 음성적 환경에 달려 있다고 한다.²³ 본 연구에서는 분석 시 폐쇄구간 동안 유성성이 관찰되더라도 폐쇄구간으로 포함시키기로 하였다.

어음 재료의 채취는 조용한 방 안에서 이뤄졌으며, 피검자가 과제를 수행하는 동안 음성은 모두 마이크(SONY ECM-MS907)를 사용하여 디지털 녹음기(SONY MZ-R91 Minidisc Recorder)에 수집되었다. 마이크로폰과 입술의 발화 방향이 이루는 각도는 왼쪽 아래 30도 정도로 유지하였고 기식성이 깨끗한 어음 채취를 방해하지 못하도록 사전에 방지하였다. 입술과 마이크로폰과의 거리는 10~15cm로 일정하게 유지하도록 하면서 어음 재료를 읽도록 하였다. MD에 저장된 어음 샘플은 후에 sound blaster2를 입력단자로 이용하여 Multi-Speech model 3700에 음성 파일로 저장되었다. 녹음 시 견본 채취율(sampling rate)은 44,100Hz로 하였다. 목표 검사 어음을 정리하면 표 3과 같다. 각 대상군의 총 인원이 8명이므로 각 조음 위치 및 조음 방법에서 24개씩 총 432개의 어음재료가 수집되었다.(표 4)

표 3. 검사 어음 재료 예

조음 방법	조음위치	후두자질	음소	단어 중간 초성 위치
파열음	양순음	평음	ㅂ	아바
		경음	ㅃ	아빠
		격음	ㅍ	아과
	치조음	평음	ㄷ	아다
		경음	ㄸ	아따
		격음	ㅌ	아타
	연구개음	평음	ㄱ	아가
		경음	ㄲ	아까
		격음	ㅋ	아카

표 4. 파열음의 조음 위치 및 방법별 사례수(개)

대 상	양순음			치조음			연구개음			합 계
	평음	경음	격음	평음	경음	격음	평음	경음	격음	
정상군	24	24	24	24	24	24	24	24	24	216
환자군	24	24	24	24	24	24	24	24	24	216
합 계	144			144			144			432

나. 자료 분석

컴퓨터에 저장된 음성 파일은 Multi-Speech model 3700을 이용하여 어음 자료를 자른 후 Praat 프로그램을 통해 45dB spectrogram setting에서 분석하였다. 파열음의 기식 및 폐쇄구간은 다음과 같이 측정 분석되었다. 초성 파열음의 음향학적 분석을 위해 기식구간 및 폐쇄구간을 측정하였다. 이는 Lisker 및 Abramson⁴³의 방법에 따라 시간 파형(time wave display)에서 파열음의 터짐(burst)과 모음의 시작을 확인하고, 시간 파형에서 기식구간이 불분명한 경우에는 광대역 스펙트로그램(wideband spectrogram)을 참조하였다.¹⁸ 이때 폐쇄구간은 앞 모음 끝난 직후부터 구강 내 조음 기관의 파열에 의한 기식이 나타나기 직전까지의 시간 길이로 하며, 기식구간은 성도가 다시 개방되어 파열이나 기식성이 나타난 후 후행하는 모음 안정 구간이 나타나기 전까지 구간으로 하였다. 폐쇄구간 비율은 폐쇄구간을 폐쇄구간과 기식구간 길이의 합으로 나누어 구해진 값으로 하였다.

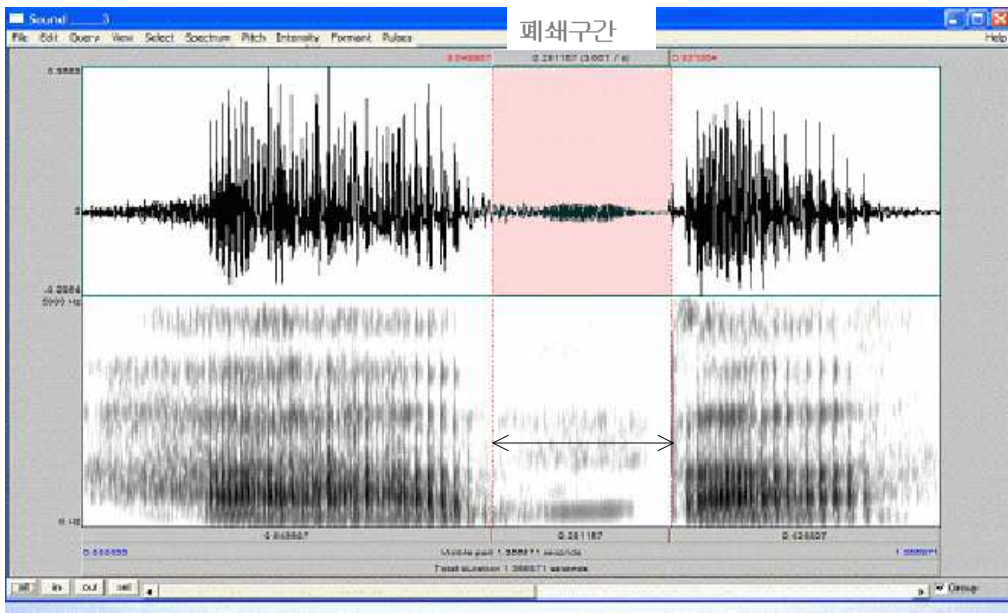


그림 1. 환자 P6 '아빠3' 폐쇄구간

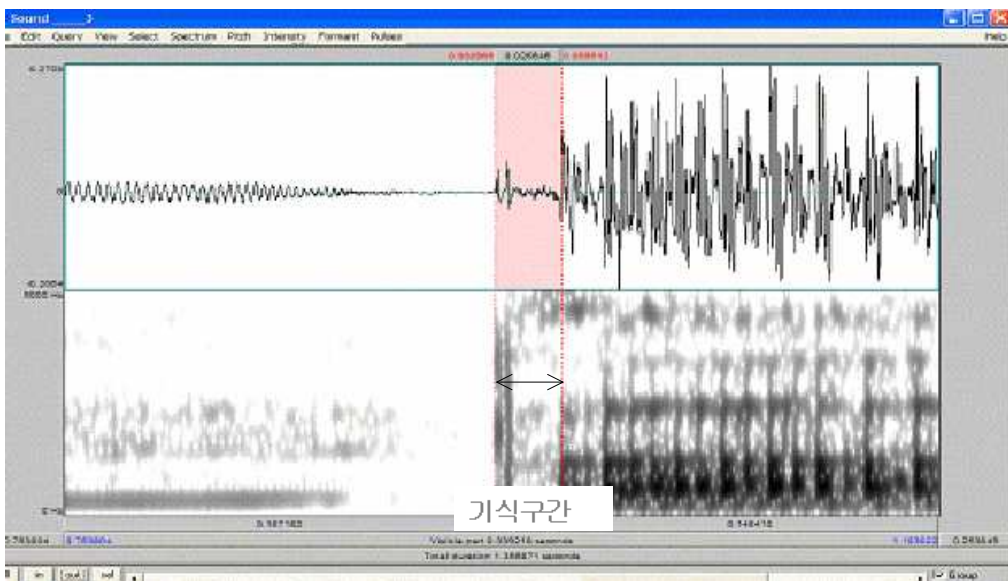


그림 2. 환자 P6 '아빠3' 기식구간

다. 신뢰도 분석

전체 자료의 10%의 자료를 다시 분석하여 음향학적 분석의 신뢰도를 살펴보았다. 신뢰도 검정에는 paired t-test 검정을 적용하였다. 검사자 간 신뢰도를 보았을 때 폐쇄구간(p-value=0.083), 기식구간(p-value=0.634) 모두 p-value>0.05로 두 검사자의 측정치 간에 차이가 없는 것으로 나타났다.

라. 통계 분석

SPSS 통계 프로그램(version 12.0)을 사용하여 통계적 검증을 하였다. 9가지 파열음 산출 시 파열음의 폐쇄구간과 기식구간에서 정상군과 마비말장애 환자군 간에 유의미한 차이를 보이는지 살펴보기 위하여 비모수 맨 휘트니 검정을 실시하였다. 또한 한 대상군 내에서 파열음의 폐쇄구간, 기식구간을 조음 방법별로 혹은 조음 위치별로 비교할 때는 반복 측정 분산분석 검정을 실시하였다. 이때, 구형성 가정을 만족시키지 못하면 Greenhouse-Geisser의 수정된 유의확률을 확인하였다. 통계학적 검정에 대한 유의수준 0.05로 하였다.

표 5. 반복 측정 분산분석 검정의 자료 구조

(예: 환자군 내 양순 파열음의 폐쇄구간의 조음방법별 비교)

반복요인(A)	조음 방법		
	평음	경음	격음
1	ㅂ	ㅃ	ㅆ
·	·	·	·
·	·	·	·
8	ㅂ	ㅃ	ㅆ

Ⅲ. 결 과

1. 대상군에 따른 파열음의 폐쇄구간 및 기식구간 비교

9가지 어중 초성 파열음의 폐쇄구간, 기식구간 길이 및 폐쇄구간 비율에서 정상군과 마비말장애 환자군 간에 유의미한 차이를 보이는지 보기 위해 맨 휘트니 비모수 검정을 실시하였다.

가. 폐쇄구간

파열음의 폐쇄구간을 측정한 결과, 전 파열음 폐쇄구간에서 평균 및 표준편차가 환자군이 정상군 보다 긴 것으로 나타났으며, 통계적 검정 결과, 모든 파열음에서 환자군의 파열음 폐쇄구간이 정상군의 파열음 폐쇄구간보다 더 유의미하게 긴 것으로 나타났다. (표 6)

표 6. 폐쇄구간에서 대상군 간 차이 검정 결과

구분	정상군	환자군	중위수	IQR	p-value	
양순	아바	59.43 ± 12.30 ¹	206.96 ± 188.76	81.01	102.60	0.001*
	아빠	193.91 ± 29.16	339.02 ± 120.09	232.18	125.65	0.002*
	아과	154.34 ± 31.84	260.09 ± 141.71	166.73	70.46	0.027*
치조	아다	55.94 ± 13.44	158.66 ± 105.70	72.53	78.98	0.002*
	아따	175.05 ± 28.94	258.60 ± 102.45	191.70	99.84	0.046*
	아타	141.14 ± 35.43	202.60 ± 54.07	149.37	69.95	0.012*
연구개	아가	54.02 ± 13.91	122.32 ± 40.49	75.58	69.24	0.001*
	아까	151.84 ± 26.19	235.08 ± 115.61	181.96	104.93	0.021*
	아카	117.77 ± 24.21	246.84 ± 212.23	132.30	91.26	0.027*

¹ 단위 msec

*p<0.05 **p<0.001

IQR(interquartile range): 사분위수 범위

나. 기식구간

과열음의 기식구간을 측정한 결과, /아가/를 제외한 전 과열음 기식구간에서 환자군의 평균 및 표준편차가 정상군 보다 긴 것으로 나타났으나, 통계적 검정 결과, 대상군 간 기식구간 길이 차이가 통계적으로 유의하지는 않은 것으로 나타났다.(표 7)

표 7. 기식구간에서 대상군 간 차이 검정 결과

구분	정상군	환자군	중위수	IQR	p-value	
양순	아바	29.51 ± 14.54 ¹	29.12 ± 38.82	21.13	27.70	0.487
	아빠	13.64 ± 2.65	17.58 ± 13.95	12.45	6.74	1.000
	아파	79.01 ± 7.87	97.40 ± 78.65	75.66	37.56	0.834
치조	아다	31.07 ± 14.17	37.95 ± 41.43	24.54	26.26	0.834
	아따	19.12 ± 9.20	24.06 ± 16.26	18.59	13.72	0.248
	아타	90.45 ± 19.12	73.06 ± 50.58	71.55	57.50	0.401
연구개	아가	47.03 ± 22.77	32.56 ± 35.42	42.35	47.48	0.296
	아까	27.74 ± 4.98	47.26 ± 25.84	33.82	24.32	0.093
	아카	108.15 ± 18.07	125.46 ± 81.98	101.76	47.85	0.600

¹ 단위 msec

IQR(interquartile range): 사분위수 범위

다. 폐쇄구간과 기식구간 간의 비율

파열음 폐쇄구간 비율을 측정한 결과, /아바/, /아타/, /아가/의 파열음에서 폐쇄구간 비율이 환자군이 정상군에 비해 유의미하게 긴 것으로 나타났다.(표 8) 각 파열음에서 환자군과 정상군의 폐쇄구간 및 기식구간 평균의 비율을 산출하여 비교한 도표가 그림 3에 제시되어 있다. 그림 3에서 보듯이 정상군은 모든 조음 방법(평음, 경음, 격음)에서 조음 위치가 뒤로 갈수록(양순, 치조, 연구개) 폐쇄구간 비율이 줄어들고 상대적으로 기식구간 비율이 높아지는 경향을 보이고 있다. 반면, 환자군은 ‘아가, 아타’의 폐쇄구간 비율이 그보다 앞쪽에서 조음되는 파열음 폐쇄구간의 비율보다 더 높게 나타나는 등 정상군과 다른 양상을 보이고 있다. 또한 경음에서는 환자군과 정상군의 폐쇄구간 비율의 차이가 크지 않음을 확인할 수 있었다.

표 8. 폐쇄구간 비율에서 대상군 간 차이 검정 결과

구분	평균±표준편차		중위수		IQR		p-value	
	정상군	환자군	정상군	환자군	정상군	환자군		
아바	0.747±0.145	0.905±0.068	0.740 ¹	0.884	0.182	0.137	0.018*	
양순	아빠	0.933±0.016	0.949±0.041	0.933	0.964	0.031	0.050	0.327
아과	0.672±0.042	0.735±0.149	0.674	0.714	0.074	0.281	0.263	
아다	0.693±0.103	0.789±0.160	0.716	0.805	0.110	0.180	0.093	
치조	아따	0.910±0.036	0.904±0.058	0.924	0.897	0.046	0.087	0.575
아타	0.634±0.058	0.753±0.112	0.638	0.763	0.108	0.174	0.012*	
연구개	아가	0.563±0.099	0.834±0.168	0.556	0.870	0.082	0.357	0.028*
	아까	0.823±0.092	0.798±0.198	0.837	0.856	0.084	0.104	0.263
	아카	0.551±0.062	0.636±0.248	0.544	0.624	0.114	0.471	0.327

¹ 폐쇄구간/(폐쇄구간+기식구간)

IQR(interquartile range): 사분위수 범위

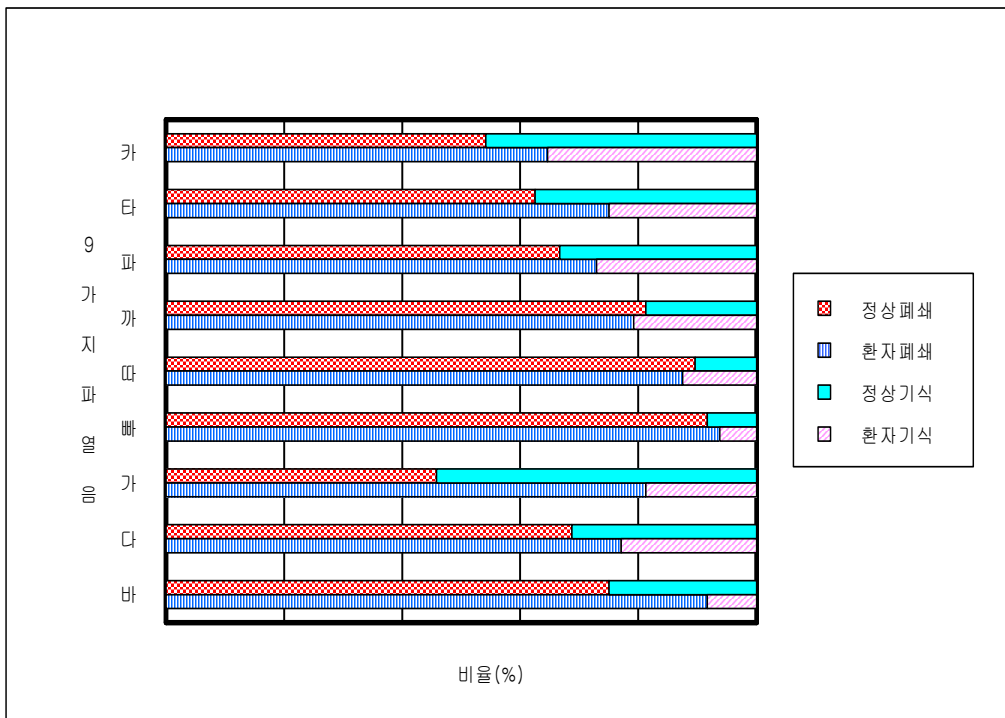


그림 3. 각 파열음에서 대상군 간 폐쇄구간 및 기식구간 비율 비교

표9. 각 파열음에서 대상군 간 폐쇄구간 및 기식구간 비율

비율(%)	바	다	가	빠	따	까	파	타	카
정상군 폐쇄	74.7	69.3	49.2	93.3	91.0	82.3	67.2	63.4	55.1
환자군 폐쇄	90.5	78.9	83.4	94.9	90.4	79.8	73.5	75.3	63.6
정상군 기식	25.3	30.7	50.8	6.7	9.0	17.7	32.8	36.6	44.9
환자군 기식	9.5	21.1	16.6	5.1	9.6	20.2	26.5	24.7	36.4

2. 조음 방법에 따른 파열음의 폐쇄구간 및 기식구간 비교

우선 대상군과 조음 방법 간의 상호작용이 있는지와 조음 방법이 달라짐에 따라 정상군과 환자군 간의 차이가 있는지 보기 위해 개체 간 요인이 있는 단일 반복 측정 분산분석(Repeated measure ANOVA) 검정을 하였다.(표 10, 표 13) 또한 각 대상군 내에서 파열음 산출 시 조음 위치 별 조음 방법(평음, 경음, 격음)에 따라 폐쇄구간 및 기식구간 길이에 차이를 보일 수 있는지 검정하기 위해 개체 간 요인이 없는 단일 반복 측정 분산분석 검정을 실시하였다.(표 11, 표 14) 이에 더하여 각 대상군 내에서 조음 방법에 따라 유의미한 차이가 있다면, 평음-경음, 경음-격음, 격음-평음 중 어떤 수준에서의 차이에 기인하는지 반복 측정 분산분석 검정의 대비 검정 기능을 이용하여 수준별 비교를 시도하였다.(표 12, 표 15)

가. 폐쇄구간

폐쇄구간은 긴장성을 나타내는 음향학적인 척도로서 조음 방법(평음, 경음, 격음)에 따라 한국어 3중 대립을 구분해주는 하나의 기준이 될 수 있다.³⁵⁾

우선, 대상군과 조음 방법 간의 상호작용이 있는지 살펴보았으며, 그 결과 대상군과 조음 방법 간에는 상호 작용이 없는 것으로 나타났다. 또한 조음 방법에 따라 폐쇄구간 길이를 변화 시키는 정도에 있어 대상군 간 차이가 있는지 살펴보았으며, 모든 조음 위치의 상관속에 따라 폐쇄구간 길이를 변화 시키는 정도에 있어 대상군 간 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.(표 10)

표 10. 조음 방법에 따른 폐쇄구간 길이의 대상군 간 차이 검정

조음 방법 평음-경음-격음	조음 위치	제 III 유형 제공합	자유도	평균제공	F	유의확률
ㅂ-ㅃ-ㅍ	양순음	0.071	1.000	0.071	12.755	0.003*
ㄷ-ㄸ-ㅌ	치조음	0.027	1.000	0.027	7.263	0.017*
ㄱ-ㄲ-ㅋ	연구개음	0.035	1.000	0.035	7.578	0.016*

*p<0.05 **p<0.001

각 대상군 내 과열음 산출 시 폐쇄구간에서 조음 위치 별 조음 방법(평음, 경음, 격음)에 따른 차이를 보이는지 검정하기 위해 정상군과 환자군을 분리하여 개체 간 요인이 없는 반복 측정 분산분석 검정을 실시하였다.(표 10) 그 결과, 정상군은 모든 조음 위치별 조음 방법에서 폐쇄구간 길이에 유의미한 차이를 보일 수 있었다. 반면, 환자군은 치조음의 조음 위치에서만 조음 방법에 따른 폐쇄구간 길이에 유의미한 차이를 보였다.

표 11. 조음 방법에 따른 폐쇄구간 길이의 각 대상군 내 차이 검정

대상군	조음 방법 평음-경음-격음	조음 위치	제 III 유형 제공합	자유도	평균제공	F	유의확률
정상군	/ㅂ-ㅃ-ㅍ/	양순음	0.076	1.100	0.069	174.522	0.000**
	/ㄷ-ㄸ-ㅌ/	치조음	0.060	2.000	0.030	113.806	0.000**
	/ㄱ-ㄲ-ㅋ/	연구개음	0.039	2.000	0.020	93.178	0.000**
환자군	/ㅂ-ㅃ-ㅍ/	양순음	0.071	1.065	0.066	1.834	0.217
	/ㄷ-ㄸ-ㅌ/	치조음	0.040	2.000	0.020	10.552	0.002*
	/ㄱ-ㄲ-ㅋ/	연구개음	0.076	2.000	0.038	2.266	0.140

*p<0.05 **p<0.001

표 12. 조음 방법에 따른 폐쇄구간 길이의 각 대상군 내 차이 수준별 비교

대상군	조음위치	조음 방법	F	유의확률	비교
정상군	양순음	평음-경음	245.442	0.000**	경음>격음>평음
		평음-격음	106.151	0.000**	
		경음-격음	276.428	0.000**	
	치조음	평음-경음	182.641	0.000**	경음>격음>평음
		평음-격음	82.628	0.000**	
		경음-격음	34.825	0.001*	
	연구개음	평음-경음	149.621	0.000**	경음>격음>평음
		평음-격음	133.358	0.000**	
		경음-격음	18.047	0.004*	
환자군	양순음	평음-경음	2.914	0.132	경음>격음=평음
		평음-격음	0.353	0.571	
		경음-격음	13.644	0.008*	
	치조음	평음-경음	20.127	0.003*	경음>격음=평음 경음>평음
		평음-격음	3.671	0.097	
		경음-격음	7.751	0.027*	
	연구개음	평음-경음	8.632	0.022*	격음=경음>평음
		평음-격음	3.019	0.126	
		경음-격음	0.023	0.883	

*p<0.05 **p<0.001

각 조음 방법 수준별 비교 결과 정상군의 경우 각 조음 위치에서 조음 방법별 폐쇄구간 길이를 순서대로 나열하면 경음>격음>평음의 순이 되었다. 각 수준 간의 차이는 모두 유의미하게 나타났다. 반면, 환자군의 경우 양순음, 치조음 조음 위치에서는 경음>격음≥평음의 순서를 보이고, 연구개음에서는 격음≥경음>평음의 순서를 따랐다. 환자군은 양순 및 치조 위치에서는 경음>격음 간, 치조 및 연구개 위치에서는 경음>평음 간의 폐쇄구간 길이에 유의미한 차이를 보였다.

나. 기식구간

기식구간은 기식성을 나타내는 음향학적인 척도로서 조음 방법(평음, 경음, 격음)에 따라 한국어 3중 대립을 구분해주는 하나의 기준이 될 수 있다.³⁵ 우선, 대상군과 조음 방법 간의 상호작용이 있는지 살펴보았으며, 그 결과 대상군과 조음 방법 간에는 상호 작용이 없는 것으로 나타났다. 또한 조음 위치 별 조음 방법의 기식구간 변화 정도의 대상군 간 차이가 모두 유의미하지 않은 것으로 나타나 두 대상군의 상관속에 따른 기식구간 변화 양상은 유사한 것으로 나타났다.(표 13)

표 13. 조음 방법에 따른 기식구간 길이의 군 간 차이 검정

조음 방법 평음-경음-격음	조음위치	제 III 유형 제공합	자유도	평균제공	F	유의확률
/ㅂ-ㅃ-ㅍ/	양순음	0.000	1.000	0.000	0.225	0.644
/ㄷ-ㅌ-ㅊ/	치조음	0.000	1.000	0.000	0.024	0.880
/ㄱ-ㅋ-ㆁ/	연구개음	0.000	1.000	0.000	0.199	0.664

*p<0.05 **p<0.001

각 대상군 내 파열음 산출 시 기식구간에서 조음 위치 별 조음 방법(평음, 경음, 격음)에 따른 차이를 보이는지 검정하기 위해 정상군과 환자군을 분리하여 개체간 요인이 없는 반복 측정 분산분석 검정을 실시하였다.(표 14) 그 결과, 정상군, 환자군 모두 조음 위치별 조음 방법에 따라 기식구간 길이에 유의미한 차이를 보여 두 대상군 모두 조음 방법에 따라 기식구간의 변별적 산출이 가능한 것으로 나타났다.

표 14. 조음 방법에 따른 기식구간 길이의 각 대상군 내 차이 검정

대상군	조음 방법 평음-경음-격음	조음위치	제 III 유형 제공합	자유도	평균제곱	F	유의확률
정상군	/ㅂ-ㅃ-ㅍ/	양순음	0.017	2.000	0.009	74.400	0.000**
	/ㄷ-ㄸ-ㅌ/	치조음	0.019	2.000	0.010	103.613	0.000**
	/ㄱ-ㄲ-ㅋ/	연구개음	0.020	2.000	0.010	24.788	0.000**
환자군	/ㅂ-ㅃ-ㅍ/	양순음	0.030	2.000	0.015	7.876	0.005*
	/ㄷ-ㄸ-ㅌ/	치조음	0.010	2.000	0.005	4.357	0.034*
	/ㄱ-ㄲ-ㅋ/	연구개음	0.040	2.000	0.020	9.888	0.002*

*p<0.05 **p<0.001

표 15. 조음 방법에 따른 기식구간 길이의 각 대상군 내 차이 수준별 비교

대상군	조음위치	조음 방법	F	유의확률	비고
정상군	양순음	평음-경음	2.647	0.148	격음=평음>경음
		평음-격음	72.889	0.000**	
		경음-격음	242.110	0.000**	
	치조음	평음-경음	9.708	0.017*	격음>평음>경음
		평음-격음	135.115	0.000**	
		경음-격음	106.429	0.000**	
연구개음	평음-경음	.604	0.463	격음=평음>경음	
	평음-격음	50.488	0.000**		
	경음-격음	30.579	0.001*		
환자군	양순음	평음-경음	0.608	0.461	격음>평음=경음 격음>경음
		평음-격음	9.449	0.018*	
		경음-격음	9.030	0.020*	
	치조음	평음-경음	0.900	0.374	격음=평음=경음 격음>경음
		평음-격음	3.836	0.091	
		경음-격음	7.010	0.033*	
	연구개음	평음-경음	0.966	0.358	격음>경음=평음 격음>평음
		평음-격음	11.813	0.011*	
		경음-격음	10.943	0.013*	

*p<0.05 **p<0.001

환자군의 연구개 위치를 제외하면 정상군과 환자군 모두 기식구간 길이에 있어서 격음≥평음≥경음의 순서를 따랐으며, 각 조음 방법 수준별 비교 시 정상군은 양순 및 연구개 위치에서 평음-경음 간의 기식구간 길이 차이가 없는 것으로 나타났다.(양순음 p-value=0.148, 연구개음 p-value=0.463) 그 외 조음 위치와 조음 방법 간에는 기식구간 길이 차이가 유의미하게 있었다. 환자군의 경우 모든 조음 위치에서 격음이 경음보다 긴 기식구간 길이를 가지는 것으로 나타났고, 양순 및 연구개 위치에서는 격음이 평음보다 긴 기식구간을 가지는 것으로 나타나기도 하였다.

3. 조음 위치에 따른 파열음의 폐쇄구간 및 기식구간 비교

우선 대상군과 조음 위치 간의 상호작용이 있는지와 조음 위치가 달라짐에 따라 정상군과 환자군 간의 차이가 있는지 보기 위해 개체 간 요인이 있는 단일 반복 측정 분산분석(Repeated measure ANOVA) 검정을 하였다.(표 16, 표 19) 또한 각 대상군 내에서 조음 방법 별 조음 위치(양순, 치조, 연구개)에 따라 폐쇄구간 및 기식구간 길이에 차이를 보일 수 있는지 검정하기 위해 개체 간 요인이 없는 단일 반복 측정 분산분석 검정을 실시하였다.(표 17, 표 20) 이에 더하여 각 대상군 내에서 조음 위치에 따라 유의미한 차이가 있다면, 양순-치조, 양순-연구개, 치조-연구개 중 어떤 수준에서의 차이에 기인하는지 반복 측정 분산분석 검정의 대비 검정 기능을 이용하여 수준별 비교를 시도하였다.(표 18, 표 21)

가. 폐쇄구간

폐쇄구간은 긴장성을 나타내는 음향학적인 척도로서 조음 방법(평음, 경음, 격음)에 따라 한국어 3중 대립을 구분해주는 하나의 기준이 될 수 있다.³⁵ 우선, 대상군과 조음 위치 간의 상호작용이 있는지 살펴보았으며, 그 결과 대상군과 조음 위치 간에는 상호 작용이 없는 것으로 나타났다. 또한 조음 방법 별 조음 위치에 따른 폐쇄구간 길이 변화 정도에 대상군 간 차이가 모두 유의미한 것으로 나타나, 두 대상군은 조음 위치에 따라 폐쇄구간 길이에 서로 다른 변화 양상을 보이는 것으로 나타났다.(표 16)

표 16. 조음 위치에 따른 폐쇄구간 길이의 대상군 간 차이 검정

조음 위치 양순-치조-연구개	조음방법	제 III 유형 제공합	자유도	평균제공	F	유의확률
/ㅂ-ㄷ-ㄱ/	평음	0.135	1.000	0.135	8.289	0.012*
/ㅃ-ㄸ-ㄱ/	경음	0.130	1.000	0.130	10.971	0.005*
/ㄲ-ㅌ-ㅋ/	격음	0.117	1.000	0.117	8.741	0.010*

*p<0.05 **p<0.001

각 대상군 내 조음 방법 별 조음 위치(양순, 치조, 연구개)에 따라 폐쇄구간 길이에 차이를 보일 수 있는지 검정하기 위해 정상군과 환자군을 분리하여 개체 간 요인이 없는 반복 측정 분산분석 검정을 실시하였다.(표 17) 그 결과, 정상군은 경음과 격음의 조음 방법에서 조음 위치에 따른 폐쇄구간 길이에 유의미한 차이를 가지는 것으로 나타났다. 반면, 환자군은 조음 위치에 따른 폐쇄구간 길이에 유의미한 차이를 가지지 못하였다.

표 17. 조음 위치에 따른 폐쇄구간 길이의 각 대상군 내 차이 검정

대상군	조음 위치 양순-치조-연구개	조음방법	제 III 유형 제공합	자유도	평균제곱	F	유의확률
정상군	/ㄴ-ㄷ-ㄱ/	평음	0.000	2.000	0.000	2.659	0.105
	/ㅁ-ㄴ-ㄱ/	경음	0.007	2.000	0.004	32.438	0.000*
	/ㄲ-ㄷ-ㄱ/	격음	0.005	2.000	0.003	11.609	0.001*
환자군	/ㄴ-ㄷ-ㄱ/	평음	0.029	1.046	0.028	1.772	0.224
	/ㅁ-ㄴ-ㄱ/	경음	0.048	1.178	0.040	2.830	0.128
	/ㄲ-ㄷ-ㄱ/	격음	0.014	2.000	0.007	0.332	0.723

*p<0.05 **p<0.001

표 18. 조음 위치에 따른 폐쇄구간 길이의 각 대상군 내 차이 수준별 비교

대상군	조음방법	조음 위치	F	유의확률	비고
정상군	평음	양순-치조	2.131	.188	양순=치조=연구개 ¹
		양순-연구개	4.401	.074	
		치조-연구개	.799	.401	
	경음	양순-치조	16.297	.005*	양순>치조>연구개
		양순-연구개	105.189	.000*	
		치조-연구개	12.389	.010*	
	격음	양순-치조	3.087	.122	양순=치조>연구개 양순>연구개
		양순-연구개	16.336	.005*	
		치조-연구개	14.025	.007*	
환자군	평음	양순-치조	2.094	0.191	양순=치조=연구개 ¹
		양순-연구개	1.801	0.221	
		치조-연구개	1.304	0.291	
	경음	양순-치조	1.839	0.217	양순=치조=연구개
		양순-연구개	4.726	0.066	
		치조-연구개	1.116	0.326	
	격음	양순-치조	0.935	0.366	양순=연구개=치조
		양순-연구개	0.025	0.879	
		치조-연구개	0.336	0.580	

*p<0.05 **p<0.001

각 조음 위치 수준별 비교 결과, 정상군에서는 경음에서 양순음>치조음>연구개 음의 폐쇄구간 길이 순서 보이는 것이 가능하였고, 격음에서는 양순 및 치조 위치의 폐쇄구간을 연구개 위치보다 길게 산출하는 것이 가능한 것으로 나타났다. 반면, 환자군은 모든 조음 방법에서 조음 위치 수준 간에 유의미한 폐쇄구간 길이 차이가 보이지 않았다. 이러한 결과는 표 17에서 환자군이 어떠한 조음 방법에서도 조음 위치에 따른 폐쇄구간 길이 차이를 가지지 못하였던 결과와 일치하였다.

나. 기식구간

기식구간은 기식성을 나타내는 음향학적인 척도로서 조음 위치(양순, 치조, 연구개)에 따라 한국어 3중 대립을 구분해 주는 하나의 기준이 될 수 있다.³⁵ 우선, 대상군과 조음 위치 간의 상호작용이 있는지 살펴보았으며, 그 결과 대상군과 조음 위치 간에는 상호 작용이 없는 것으로 나타났다. 또한 조음 방법 별 조음 위치에서 대상군 간 차이가 모두 유의미하게 나타나, 대상군 별 조음 위치에 따른 기식구간 길이 변화 양상에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.(표 19)

표 19. 조음위치에 따른 기식구간 길이의 대상군 간 차이 검정

조음 위치 양순-치조-연구개	조음방법	제 III 유형 제공합	자유도	평균제공	F	유의확률
/ㄴ-ㄷ-ㄱ/	평음	0.045	1.000	0.045	8.289	0.012*
/ㅁ-ㅌ-ㄱ/	경음	0.043	1.000	0.043	10.971	0.005*
/ㄷ-ㅌ-ㄱ/	격음	0.039	1.000	0.039	8.741	0.010*

*p<0.05 **p<0.001

각 대상군 내 조음 방법 별 조음 위치(양순, 치조, 연구개)에 따라 기식구간 길이에 차이를 보일 수 있는지 검정하기 위해 정상군과 환자군을 분리하여 개체 간 요인이 없는 반복 측정 분산분석 검정을 실시하였다.(표 20) 그 결과, 정상군은 모든 조음 방법에서 조음 위치에 따른 기식구간 길이에 유의미한 차이를 보일 수 있었다. 반면, 환자군은 경음 조음 시에만 조음 위치별 기식구간 길이에 유의미한 차이를 보였다. 따라서 기식구간 길이에서 정상군은 조음 위치에 따른 변별적 산출이 가능하나, 환자군은 평음 및 격음에서는 조음 위치에 따른 기식구간 길이에 차이를 가지기 어려운 것으로 나타났다.

표 20. 조음 위치에 따른 기식구간 길이의 각 대상군 내 차이 검정

대상군	조음 위치 양순-치조-연구개	조음 방법	제 III 유형 제공합	자유도	평균 제공	F	유의 확률
정상군	/ㄷ-ㄷ-ㄱ/	평음	0.001	2.000	0.001	7.731	0.005*
	/ㅁ-ㄷ-ㄱ/	경음	0.002	1.167	0.002	5.798	0.039*
	/ㅍ-ㅌ-ㅋ/	격음	0.002	2.000	0.001	11.085	0.001*
환자군	/ㄷ-ㄷ-ㄱ/	평음	0.000	2.000	0.000	0.133	0.877
	/ㅁ-ㄷ-ㄱ/	경음	0.004	2.000	0.002	6.561	0.010*
	/ㅍ-ㅌ-ㅋ/	격음	0.011	2.000	0.006	2.089	0.161

*p<0.05 **p<0.001

표 21. 조음 위치에 따른 기식구간 길이의 각 대상군 내 차이 수준별 비교

대상군	조음방법	조음위치	F	유의확률	비고
정상군	평음	양순-치조	1.826	0.219	연구개>치조=양순 ¹ 연구개>양순
		양순-연구개	8.556	0.022*	
		치조-연구개	7.999	0.025*	
	경음	양순-치조	2.368	0.168	연구개=치조=양순 연구개>양순
		양순-연구개	7.986	0.026*	
		치조-연구개	4.334	0.076	
	격음	양순-치조	1.643	0.241	연구개>치조=양순 연구개>양순
		양순-연구개	16.018	0.005*	
		치조-연구개	22.512	0.002*	
환자군	평음	양순-치조	0.161	0.700	치조=연구개=양순 ¹
		양순-연구개	0.092	0.771	
		치조-연구개	0.104	0.757	
	경음	양순-치조	1.927	0.208	연구개=치조=양순 연구개>양순
		양순-연구개	9.135	0.019*	
		치조-연구개	5.152	0.057	
	격음	양순-치조	1.093	0.331	연구개=양순=치조
		양순-연구개	1.174	0.314	
		치조-연구개	3.601	0.100	

*p<0.05 **p<0.001

각 조음 위치 수준별 비교 결과, 정상군은 평음과 격음 조음 방법에서는 연구개 위치의 기식구간을 다른 조음 위치(양순, 치조 위치)보다 길게 산출할 수 있고, 경음 조음 방법에서는 연구개 위치의 기식구간이 양순음 기식구간 보다 유의미하게 긴 것으로 나타났다. 반면, 환자군은 경음 조음 방법에서만 연구개음 산출 시 기식구간이 양순음 산출 시 기식구간보다 유의미하게 길고 그 외 조음 방법 및 조음 위치의 기식구간 길이 차이는 모두 유의미하지 않은 것으로 나타났다. 이런 결과는 표 20에서 환자군이 경음을 제외한 조음 방법에서 조음 위치에 따른 기식구간 길이 차이를 유의미하게 가지지 못했던 결과를 뒷받침해주었다.

IV. 고 찰

본 연구에서 과열음이 정상인과 마비말장애 환자를 구별해줄 수 있는 음향학적 척도로서의 역할을 수행할 수 있는지를 살펴본 결과, 다음의 세 가지, 즉, 환자군 및 정상군을 포함한 대상군에 따른 폐쇄구간, 기식구간, 폐쇄구간과 기식구간의 비율 비교, 조음 방법에 따른 길이 비교, 마지막으로 조음 위치에 따른 길이 비교로 요약될 수 있었으며, 아래에 각각의 논의점을 살펴보았다.

대상군(환자군과 정상군)에 따른 폐쇄구간, 기식구간, 폐쇄구간과 기식구간의 비율 비교

과열음의 세부 구간인 폐쇄구간의 길이에 있어서는 마비말장애 환자군이 정상군에 비하여 유의하게 길었던 반면, 기식구간의 길이에서는 두 대상군 간의 차이가 관찰되지 않았다. 이러한 결과는 안은정³⁴ 및 정진옥이³⁵ 뇌성마비 환자군의 폐쇄구간이 정상군보다 유의미하게 긴 반면, 대부분 과열음의 기식구간 길이는 정상군과 차이를 보이지 않았다고 한 연구 결과와 일치한다. 또한, Caruso⁴¹ 및 Kent⁴⁴에 따르면, 과열음의 기식구간에 해당하는 VOT의 길이는 정상군과 다르지 않았다고 하여, 본 연구에서 밝혀진 결과와 같았다.

일반적으로 폐쇄구간은 긴장성을, 기식구간은 기식성을 보여주는 음향학적인 척도이다. 긴장성은 후두 측면의 긴장과 함께 조음 기관의 긴장을 필요로 한다. 경음을 산출할 때 가장 긴 폐쇄구간과 가장 짧은 기식구간을 가지며, 성대 긴장의 정도 및 혀-입천장 접촉 정도는 가장 커진다고 한다.^{16,17} 본 연구의 결과에 의하면, 마비말장애 환자군이 정상군에 비하여 폐쇄구간의 길이를 비정상적으로 길게 유지할 수밖에 없었는데, 이는 마비말장애 환자군이 ‘기식성’보다는 ‘긴장성’을 위한 후두 및 조음 기관의 협착(즉, 폐쇄) 운동에서 시간 조절 능력에 어려움을 보이기 때문일 수 있다.³⁵

한편, 김정연은 파열음의 기식구간을 측정한 논문에서 뇌성마비 환자군의 기식구간 길이가 정상군에 비해 더 길다고 보고하였다. 이러한 연구 결과는 기식구간 길이에 차이가 없다고 밝힌 본 연구의 결과와 다르다. 이러한 차이가 나타난 이유로 대상으로 한 환자군의 중증도 차이를 생각해 볼 수 있다. 김정연 연구의 대상들은 거의 모두가 사지마비였고 한 명만 삼지마비 뇌성마비 성인이었다. 즉, 환자군의 마비 정도가 심한 편에 속하였다. 그러나 본 연구의 대상군은 중증도가 경미한 환자부터 심한 환자까지 다양했다. 정진옥도 뇌성마비 환자군 내에서 중증도에 따라 마비말장애 양상이 달랐다고 보고하였다.³⁵ 따라서 이러한 기식구간 길이에 대한 결과 차이는 중증도 측면에서 해석할 수 있을 것으로 생각한다.

파열음을 산출하는데 있어서, 폐쇄구간이 폐쇄와 기식구간을 합한 전체 길이에 차지하는 비율을 분석하였을 때 환자군이 정상군에 비하여 /아바/, /아타/, /아가/에서 유의미하게 긴 폐쇄구간 비율을 나타냈다. 이러한 이유로 유성음화 된 폐쇄구간의 영향을 생각해 볼 수 있다. 환자군은 평음 /아바/, /아가/ 산출 시 폐쇄구간을 29% 유성음화 시키는 것이 관찰되었는데, 다른 파열음에서 유성음화 되는 것보다 큰 비중이었다. 이처럼 폐쇄구간 동안 유성음화가 일어나면 스펙트로그램 상에 폐쇄구간 이후 파열이나 기식성을 관찰하기 어려워진다. 본 연구에서도 유성음화 된 폐쇄구간 이후 기식구간이 자주 생략되어 /아바/, /아가/의 기식구간 평균 길이가 짧아졌으며, 폐쇄구간과 비교하여서도 그 비율이 정상군에 비해 낮게 나타난 것으로 사료된다.

한편, /아타/의 경우 환자군이 정상군 보다 긴 폐쇄구간 비율을 보인 이유로 경음화 대치 현상을 고려해 볼 수 있다. 마비말장애 환자군의 두드러진 파열음 산출 특성으로 치환음화 현상은 이미 밝혀진 바 있다.²⁹ 본 연구에 참여한 환자군에서도 이러한 특징이 관찰되었는데, /아타/의 경우 21%를 /아따/로 대치시켰다. 따라서 환자군이 산출한 /아타/의 폐쇄구간 및 기식구간 평균 길이는 경음화 대치된 값들의 영향을 받아 폐쇄구간 평균 길이는 길어지고 기식구간 평균 길이 짧아진 것으로 생각된다. 따라서 전체적으로 폐쇄구간 비율이 길어지게 되었으며 정상군과 비교하여도 유의미한 차이가 발생하게 된 것으로 사료된다.

또한 각 파열음에서 환자군과 정상군의 폐쇄구간 비율 평균을 비교한 결과 정

상군은 모든 조음 방법(평음, 경음, 격음)에서 조음 위치가 뒤로 갈수록(양순, 치조, 연구개) 폐쇄구간 비율이 줄어들고 상대적으로 기식구간 비율이 높아졌다. 반면, 환자군은 /아가, 아타/의 폐쇄구간 비율이 앞쪽 조음 위치의 폐쇄구간 비율보다 더 높게 나타나 정상군과 다른 양상을 보였다. 또한 경음에서는 환자군과 정상군의 폐쇄구간 비율 차이가 크지 않음을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 폐쇄구간과 기식구간을 각각 따로 살펴본 연구 결과와도 일치하였다. 폐쇄구간 및 기식구간 길이를 각각 따로 조음 위치별로 살펴보면 정상군은 조음 위치가 뒤로 갈수록 폐쇄구간 길이가 짧아지고 연구개음의 기식구간은 여타 조음 위치보다 길게 나타났다. 반면 환자군은 연구개 경음의 기식구간만 다른 조음 위치보다 길게 산출 가능하였고 그 외의 폐쇄구간 및 기식구간은 조음 위치에 따라 차이를 보이지 않았다. 이런 결과를 종합적으로 보여주는 것이 바로 폐쇄구간 및 기식구간 비율에 대한 결과였다. 이로써 폐쇄구간 및 기식구간 비율이 폐쇄구간 및 기식구간을 조음위치별로 나누어 살펴본 것보다 더 종합적인 지표가 되며, 환자군 및 정상군의 과열음 산출 특성을 잘 반영해 주는 척도임을 알 수 있었다.

조음 방법에 따른 폐쇄구간 및 기식구간 길이비교

과열음의 세 가지 조음 방법(즉, 평음, 경음, 격음)에 따라 다른 음향학적 특성을 보이는지를 알아본 결과, 폐쇄구간에서는 정상군이 경음, 격음, 평음의 순으로 긴 구간 길이를 나타냄으로써, 정상인들의 조음은 조음방법에 따라 폐쇄구간의 길이가 명확하게 차이가 났다. 반면에, 환자군은 ‘치조’ 위치에서만 경음/아따/가 격음/아타/나 평음/아다/보다 긴 폐쇄구간 길이 순의 결과를 보임으로써, 모든 조음 위치(즉, 양순, 치조, 연구개)에서 조음 방법에 따라 다른 구간길이를 보인 정상군보다 그 변별성이 현저히 감소하였다.

이처럼, 환자들이 ‘치조’ 위치에서만 조음 방법에 따라 잘 구별해서 산출할 수 있다는 것은 마비말장애 환자들이 ‘치조’에 닿는 설첨을 이용한 조음이 ‘양순’ 위치나 ‘연구개’ 위치에서 일어나는 조음기의 움직임에 비해 용이하다는 것을 의미한다. 사실상 ‘치조’에 닿는 설첨을 이용한 조음은 정상인들에게도 비교적 용이하게

실현되는 운동기능이며,²⁸ 양순 위치에서의 조음에 관여하는 양 입술보다 그 부피가 작고 움직임이 더 빠르고 말소리 길이가 짧아진다고도 한다.²²

한편, 기식구간의 경우는 두 대상군 간에 길이 차이가 없었는데, 대체적으로 격음이 평음이나 경음보다 구간길이가 긴 것으로 나타났다. 이처럼 환자군이 정상군처럼 조음 방법에 따라 기식구간 길이를 산출하였다는 점에서 환자군도 변별적인 기식성 산출이 가능하다고 볼 수 있다.

조음 위치에 따른 폐쇄구간 및 기식구간 길이비교

파열음의 세 가지의 조음 위치(즉, 양순, 치조, 연구개)에 따라 다른 음향학적 특성을 보이는지를 알아본 결과, 정상군은 경음 및 격음에서 양순, 치조, 연구개의 순으로 폐쇄구간 길이가 길었다. 반면에, 환자군에서는 조음 위치에 따른 폐쇄구간의 길이 차이를 보이지 않았다.

기식구간 길이의 경우에도 정상군은 양순 및 치조 위치가 연구개 위치보다 구간 길이가 짧았다. 반면에, 환자군은 경음 산출 시에서만 다른 조음 위치가 연구개 위치보다 짧게 산출되었다. 즉, 정상군에서는 조음 위치에 따라 다른 폐쇄구간과 기식구간 길이 양상을 보여 그 변별성이 두드러진 반면, 환자군에서는 이러한 차이가 거의 없고 폐쇄구간, 기식구간을 이용한 조음 위치 변별성이 현저히 감소하였다.

정상군의 조음 위치에 따른 폐쇄구간 길이 비교 결과는 선행 연구의 결과와 일치하였다. 선행 연구에서 조음 위치가 성도(vocal tract)의 앞쪽에 가까울수록 폐쇄구간의 길이가 길어지며, 양순, 치조, 연구개 순의 길이 경향을 보였다.³⁴ 연구개 폐쇄구간이 여타의 조음 위치에 비하여 짧은 이유로 Hardcastle은 연구개음의 조음에서 조음체가 되는 설배의 움직임이 치조음의 조음을 위한 설첨이나 양순음의 조음을 위한 양순의 움직임에 비하여 느리기 때문이라고 하였다.²⁸ 정상군의 기식구간 결과 역시 선행 연구 결과와 일치하였다. Hardcastle에 따르면 연구개 폐쇄시 정상군은 여타 조음 위치보다 작은 폐쇄강을 가지게 되고 더 높은 성문하압을 형성한다고 하였다. 따라서 후행하는 모음을 위한 성대 진동이 시작되기까지 더

많은 시간이 걸린다고 하였다. 정상군에서 연구개, 치조, 양순의 기식구간 길이 순서를 보였다고 보고한 Hardcastle의 결과는 기식구간에 대한 본 연구의 결과와 역시 일치한다고 할 수 있다.²⁸

이와는 대조적으로 마비말장애 환자군에서 조음 위치에 따른 각 구간의 변별적 산출 능력은 정상군에 비해 취약하였다. 이로써 환자군의 구강 조음 기관의 운동 범위가 제한적임을 유추할 수 있다. 폐쇄구간 길이가 조음 위치에 따라 유사하게 나타나고 기식구간의 길이 순서에 일관된 경향성이 없이 유사하게 나타난 것에서 마비말장애 환자군의 조음체가 조음 위치에 따라 요구되는 조음점에 도달하지 못하고 중앙화 됨을 유추할 수 있다. 본 연구에 참여한 환자들은 모두 청지각적인 평가에서도 부정확한 자음(imprecise consonants)의 특징을 보였었다.(표 1) 그러므로 이러한 부분은 어느 정도 청지각적인 평가와 일치하는 결과라고 할 수 있다.

한편, 마비말장애 환자군은 여타 조음 방법과 달리 경음에서 조음 위치에 따른 기식구간 길이의 변별적 산출이 가능하였다. 즉, 환자군도 다른 조음 방법보다 경음 조음 시 어느 정도 정상과 같은 산출이 가능하였던 것이다. 뇌성마비 아동군의 과열음 산출을 연구한 안은정 역시 환자군이 무기 경음 산출 시 연구개음의 VOT를 다른 조음 위치보다 길게 산출할 수 있었다고 보고하였다.³⁴ 따라서 경음은 마비말장애 환자군에서도 좀 더 정조음에 가깝게 조음 가능한 조음 방법이라고 사료된다. 또한 그 이유로 경음을 산출하기 위해 조음체에 더 많은 긴장과 접촉 넓이를 필요로 한다는 점을 상기해볼 수 있다. 환자군은 여타 조음 방법보다 경음 산출 시 더 의식적인 긴장을 주게 되며 이로 인해 환자군의 조음도 정조음에 가까워지는 것이라 사료된다.

마지막으로, 마비말장애 환자군은 VOT 산출을 위한 후두 층위와 후두 위 층위의 시간적인 협응 능력에 제약을 가지고 있다고 할 수 있다. VOT 산출에는 성도의 폐쇄가 일어나면서 성대가 외전 되고 다시 성도가 개방되면서 성대가 내전되어 진동하는 조음 및 후두 기제의 시간적인 협응을 필요로 한다. 그러나 이러한 협응이 제때에 일어나지 못하면 무성 과열음으로 실현되어야 할 과열음에서 폐쇄구간 동안 성대 진동이 계속 일어나서 유성 폐쇄구간이 된다. 또는 늦은 성대 진동 개시로 인해 정상보다 긴 기식구간을 보이게 된다. 그러한 점이 본 연구 결과

에서 관찰되었는데, 스펙트로그램 상에서 환자군은 폐쇄구간 동안 마찰 소음이나 유성성을 정상군보다 빈번하게 보였다. Kent는 마비말장애 특히 파킨슨 병 환자들은 폐쇄구간 동안에도 에너지를 산출하는 경향이 있었으며, 이 에너지는 소음이나 유성성의 형태로 나타났다고 하였다. 그리고 소음은 조음기관의 협착이 있을 때 불완전한 폐쇄로 인해 발생하는 것이고, 유성 에너지의 형태는 후두 층위와 후두 위 층위의 활동 간에 불협응으로 인해 발생하는 것이라고 언급하였다.⁴⁵ 따라서 이러한 결과는 마비말장애 환자군의 후두 층위와 후두 위 층위 간의 시간적인 협응 능력의 제약을 반영한다고 할 수 있다.

기존의 외국 문헌에서 파열음의 유/무성이라는 2중 대립을 다루었다면 본 연구에서는 우리나라 말의 3중 대립(평음/경음/격음) 구조를 다루었다는 점에서 의의가 있다. 기존의 연구들 중에는 우리나라 말의 9가지 파열음 중 일부만을 다루기도 하였는데 본 연구는 9가지 파열음 전체를 다루었다는 점에서 차이가 있다. 또한 국내 많은 연구들이 뇌성마비나 파킨슨병 환자군과 같이 특정 환자군에 국한하여 파열음 산출의 음향학적인 특성을 살펴보았다. 반면 본 연구에서는 유형이나 질병에 따라 환자를 분류하지 않고 마비말장애 환자군 전체를 대상으로 하였다는 점이 타 연구와 다르다. 본 연구는 대상군이 조음 방법 및 조음 위치에 따라서도 변별적으로 파열음 산출이 가능한지 음향학적으로 살펴보았다. 이처럼 객관적인 음향학적 분석에 근거하여 마비말장애의 발화 시 생리학적인 특성을 설명하였다는 점에서 또한 의의가 있다. 마비말장애 환자가 발화를 산출할 때 특히 문제가 되는 생리학적인 특성이 무엇인지 음향학적인 분석 결과를 통해 유추해보았다. 이러한 결과는 언어 중재 시 임상적인 의의가 있을 것으로 사료된다. 앞으로 본 연구의 결과는 마비말장애 환자의 치료 중재 전, 중, 그리고 후에 발화 특성을 음향학적으로 살펴보고자 할 때 그에 대한 비교 근거를 제공해 줄 것으로 사료된다.

연구의 제한점과 후속 연구에 대한 제언

본 연구의 제한점과 후속 연구에 대한 제언을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 본 연구의 결과는 마비말장애 환자군 전체로 일반화하기 어려운 점이 있다. 마비말장

에 환자군은 호흡, 발성, 공명, 조음, 운율 등의 다양한 측면에 문제를 보일 수 있다. 이는 연구에 참여한 마비말장애 환자들의 취약한 특성이 무엇인가에 따라 결과가 달라질 수 있음을 의미한다. 본 연구에 참여한 마비말장애 환자군은 임의로 선정된 마비말장애 환자들 8명이었으며, 전 마비말장애 환자군을 대표하기에는 부족함이 있다. 따라서 유형이나 중증도를 통제하여 더 구체적으로 한 두 가지 유형의 마비말장애 말 특성을 살펴보는 것도 의의가 있을 것으로 사료된다. 혹은 본 연구와 같이 유형과 중증도를 고려하지 않고 전 마비말장애의 전반적인 말 특성에 대해 논의하고자 한다면 더 많은 수의 환자들을 연구 대상으로 두어야 할 것으로 사료된다.

둘째, 본 연구를 위한 마비말장애 발화의 음향학적인 분석 시 스펙트로그램 상에 특이한 점들이 관찰되었다. 과열(burst)의 잦은 생략, 폐쇄구간 동안의 유성성이나 소음(noise) 등이 그러한 점에 해당된다. Canan 등은 VOT를 측정하기 어려운 경우로 유성이 지속되는 경우, 다중 과열(multiple bursts)이 나타나는 경우, 과열의 부재나 모음 안정 구간의 부재하는 경우를 들었다. 그 중에서도 과열의 부재가 VOT를 측정하기 어려운 가장 큰 이유라고 하였다. 이처럼 분석이 어려운 경우를 분석에서 제외하고 분석의 대상이 된 샘플의 비율을 대상군 별로 살펴보았을 때, 정상은 95%, 운동저하형 마비말장애는 80%, 경직형 마비말장애는 84%로 나타났다.⁴⁶ 그러나 본 연구에서는 폐쇄구간이나 기식구간을 유/무성에 따라 분리하지 않았고 noise가 심하게 관찰되는 폐쇄구간도 폐쇄구간으로 간주하여 분석하였다. 이것은 마비말장애 환자군이 폐쇄구간 및 기식구간 산출을 시도하였으나 조음 기관의 불완전한 협착과 후두 및 후두 위 층위의 불협응으로 인해 이러한 음향학적 특성들이 발생한 것으로 사료되었기 때문이다. 또한 본 연구에서는 과열 burst의 유무에 무관하게 기식성이 관찰되는 구간을 기식구간으로 측정하였다. 그 이유는 본 연구에서는 VOT가 아닌 기식구간을 측정한 것이 목표였기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 과열 여부에 무관하게 기식성이 나타난다면 기식구간으로 간주하였다.

또한 몇 가지 국내 연구에서는 청지각적으로 오조음 된 경우를 분석에서 제외하기도 하였다.³⁵ 그러나 본 연구에서는 대치 및 왜곡되는 목표음을 분석 대상에서

제외하지 않았다. 본 연구에서 청지각적으로 평가하였을 때 다른 음소로 대치 또는 왜곡된 비율은 전체 어음 재료의 14.8%에 해당되었으나, 분석에 포함시킨 이유는 대치 및 왜곡 역시 마비말장애의 발화 특성에 속한다고 생각하였기 때문이다. 이것은 실어증 환자들이 보이는 보속증이나 말 실행증 환자들이 보이는 잘못된 프로그래밍으로 인한 대치와 다르다고 판단되었다. 마비말장애의 오조음은 전두엽과 소뇌 및 기저핵 간 시간적 협응의 붕괴나 병리적인 조음 기제 움직임에 기인한다고 한다.³² 따라서 오조음은 마비말장애군의 제한된 발화 특성을 반영하며 분석 대상에 포함시켜야 한다고 생각했다. Ackermann 역시 반복 산출된 것, 들리는 흡기(audible inspiration), 무성음화 된 모음 분절(devoiced vocalic segments)은 분석에서 제외하였으나, 불완전하게 산출된 파열음은 분석에 포함시켰다.³² 본 연구는 이러한 기준과 유사한 기준을 따랐다고 할 수 있다. 그러나 만약 대치 및 왜곡된 재료를 분석의 대상에서 제외시키고 음향학적으로 나타난 특성을 통합하지 않고 분리하여 분석한다면 연구의 결과는 상이하게 달라질 수 있을 것으로 사료된다. 이러한 세부 사항들에 대한 고려를 한 후속 연구도 의의가 있을 것으로 사료된다.

마지막으로, 본 연구에서는 단순히 모음-자음-모음 환경에서 9가지 파열음을 수집하였다. 그러나 연구자가 검사어를 선정할 때 운반구를 사용하거나 읽기과제 혹은 자발화 과제 안에서 파열음을 측정한다면 연구 결과는 달라질 수 있을 것으로 사료된다. 따라서 이에 대한 후속 연구도 의의가 있을 것으로 생각된다.

V. 결 론

본 연구에서는 8명의 마비말장애 환자군과 연령(± 3 세) 및 성별을 일치시킨 8명의 정상군이 산출한 9가지 파열음의 폐쇄구간, 기식구간 그리고 폐쇄구간 비율을 음향학적으로 분석하여 비교하였으며, 조음 방법과 조음 위치의 측면에서 변별적인 산출이 가능한지 여부를 살펴보았다. 그 결과는 다음과 같다.

첫째, 파열음의 세부 구간인 폐쇄구간의 길이에 있어서는 마비말장애 환자군이 정상군에 비하여 유의하게 길었던 반면, 기식구간의 길이에서는 두 대상군 간의 차이가 관찰되지 않았다. 또한 /아바/, /아타/, /아가/에서 환자군의 폐쇄구간 비율이 정상군에 비하여 높았으며, 경음 이외의 조음 방법에서 환자군의 폐쇄구간 및 기식구간 비율 변화 양상이 정상군과 달랐다.

둘째, 파열음의 세 가지 조음 방법(즉, 평음, 경음, 격음)에 따라 다른 음향학적 특성을 보이는지를 알아본 결과, 폐쇄구간에서는 정상군이 경음, 격음, 평음의 순으로 긴 구간길이를 나타냈다. 반면에, 환자군은 치조음에서만 경음이 격음나 평음보다 긴 순의 결과를 보임으로써, 모든 조음 위치(즉, 양순, 치조, 연구개)에서 조음 방법에 따라 다른 구간길이를 보인 정상군보다 그 변별성이 현저히 감소하였다. 기식구간의 경우는 두 대상군 모두에서 대체적으로 격음이 평음나 경음보다 구간길이가 긴 것으로 나타났다.

셋째, 파열음의 세 가지의 조음 위치(즉, 양순, 치조, 연구개)에 따라 다른 음향학적 특성을 보이는지를 알아본 결과, 정상군은 경음과 격음에서 양순, 치조, 연구개의 순서로 폐쇄구간 길이가 짧아진 반면에, 환자군에서는 그 길이의 차이가 없었다. 기식구간 길이의 경우에도 정상군은 연구개 위치에서 치조나 양순 위치보다 구간 길이가 긴 반면에, 환자군은 경음 산출 시에만 연구개 위치의 기식구간을 다른 조음 위치보다 길게 산출하는 것이 가능한 것으로 나타났다.

이상의 결과와 같이 모든 파열음에서 마비말장애 환자군이 정상군보다 유의미하게 긴 폐쇄구간 길이를 보이거나, 기식구간 길이는 유의미한 정도로 긴 것은 아니

라는 점에서 환자군이 기식성 보다는 긴장성을 위한 후두 및 조음 기관의 협착에 더 어려움을 가진다고 볼 수 있다. 또한 마비말장애 환자군은 조음 위치에 따른 폐쇄구간 및 기식구간 길이의 변별적인 산출에 제약을 보여 구강 조음 기관의 운동 범위가 제한적임을 보여준다. 한편, 경음에서만 조음 위치에 따른 기식구간 길이의 변별적 산출이 가능하여 환자군도 조음체에 더 많은 긴장과 접촉 넓이를 필요로 하는 경음 조음에 더 의식적인 긴장을 주는 것이 어느 정도 가능하다고 해석된다. 또한 치조음 산출 시 정상에 가까운 폐쇄구간, 기식구간 길이 양상을 보인 것에서 ‘치조’에 닿는 설침을 이용한 조음이 ‘양순’ 위치나 ‘연구개’ 위치에서 일어나는 조음기의 움직임에 비해 용이하다는 것을 유추할 수 있다. 또한 마비말장애 환자군은 유성성과 소음이라는 스펙트로그램 상의 특징들에 기반하여 후두 층위와 후두 위 층위의 시간적인 협응 능력에 제약을 가지고 있다는 점을 유추해 볼 수도 있다. 마지막으로 폐쇄구간 비율이라는 지표가 폐쇄구간 및 기식구간을 구분해서 살펴본 연구 결과를 종합적으로 보여주므로 폐쇄구간, 기식구간이라는 개별적인 척도보다 더 유용한 음향학적인 척도가 될 수 있다고 사료된다.

본 연구는 대상이 된 환자와 정상군의 수가 적은 편으로 일반화에 어려움이 있고 다른 조음 환경에서 파열음을 수집하거나 다른 음향학적인 분석 기준으로 해석할 때 결과가 달라질 수 있다는 점에서 제한점을 가지고 있다. 그러나 기존의 국내·외 연구와 달리 우리나라 파열음의 3중 대립을 9가지 파열음 전체에서 다루고 마비말장애 환자군을 특정 유형에 국한하지 않고 살펴보았다는 점에서 다른 연구들과 차이가 있었다. 또한 도출된 음향학적인 결과를 근거로 생리학적 특성과 연관 지어 설명하려고 했다는 점에서 임상적인 의의가 있다고 할 수 있다.

참 고 문 헌

- 1) Duffy JR. Defining, understanding, and categorizing motor speech disorders. In: Duffy JR, editors. Motor speech disorders. 2nd ed. St. Louis(MO): Elsevier Mosby; 2005. p.3-13.
- 2) 김수진. 말 운동장애의 평가. 2001 여름 연수회: 언어장애 2001:71-79
- 3) Weismer G, Jeng JY, Laures JS, Kent RD, Kent JF. Acoustic and intelligibility characteristics of sentence production in neurogenic speech disorders. Folia Phoniatr Logop 2001;53(1):1-18.
- 4) Yorkston KM, Beukelman DB, Bell KR. Clinical management of dysarthric speakers. Boston: College-Hill Press;1988.
- 5) 윤미선. 정상 및 기능적 조음장애 아동의 자음정확도와 명료도 검사방법의 비교. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문; 1998
- 6) Platt LJ, Andrews G, Young M, Neilson PD. The measurement of speech impairment of adults with cerebral palsy. Folia Phoniatr (Basel) 1978;30:50-58
- 7) Kent RD. Intelligibility in speech disorders (theory, measurement and management). Philadelphia(PA): John Benjamins; 1992. p.67-118.
- 8) Kent RD, Weismer G, Kent JF, Rosenbek JC. Toward phonetic intelligibility testing in dysarthria. J Speech Hear Disord 1989;54:482-499.
- 9) Yorkston KM, Beukelman DB, Bell KR. Assessment of intelligibility of dysarthria speech. Tigard, OR: C.C. 1981.
- 10) Schiavetti N. Scaling procedures for the measurement of speech intelligibility. In: Kent RD. Intelligibility in speech disorders (theory, measurement and management). Philadelphia(PA): John Benjamins; 1992. p.11-34.
- 11) Picheny MA, Durlach NI, Braida LD. Speaking clearly for the hard of hearing II: Acoustic characteristics of clear and conversational speech. J

- Speech Hear Res 1986;29:434-446.
- 12) Bradlow AR, Kraus N, Hayes E. Speaking clearly for children with learning disabilities: sentence perception in noise. J Speech Lang Hear Res 2003;46(1):80-97.
 - 13) Uchanski RM, Choi SS, Braida LD, Reed CM, Durlach NI. Speaking clearly for the hard of hearing IV: Further studies of the role of speaking rate. J Speech Lang Hear Res 1996;39:494-509.
 - 14) Krause JC, Braida LD. Investigating alternative forms of clear speech: The effects of speaking rate and speaking mode on intelligibility. J Acoust Soc Am 2002;112(5 Pt 1):2165-72.
 - 15) Krause JC, Braida LD. Acoustic properties of naturally produced clear speech at normal speaking rates. J Acoust Soc Am 2004;115(1):362-378.
 - 16) 신지영, 모음-자음-모음 연결에서 자음의 조음 특성과 모음-모음 동시 조음. 음성과학 1997;4:55-81.
 - 17) 홍기환, 김현기. 음성발현시간의 내시경적 특성. 제 12회 학술발표대회 논문집 한국음성과학회 2002:51-55.
 - 18) Kim C. On the autonomy of the tensivity feature in stop classification: With special reference to Korean stops. Word 1965;21:339-359.
 - 19) Han M, Weitzman R. Acoustic features of Korean /P, T, K/, /p, t, k/, and /p^h, t^h, k^h/. Phonetica 1970;22:112-128.
 - 20) 김정연. 경직형과 불수의운동형 뇌성마비 성인의 파열음 산출의 음향음성학적 특성. 연세대학교 대학원. 언어병리학협동과정 석사논문; 2000.
 - 21) 신지영. 한국어 /ㄷ, ㅌ, ㅌ, ㅈ, ㅉ, ㅊ/의 조음점 특성에 관한 연구. 국어학 1998;31:53-80
 - 22) 지민제. 소리의 길이. 새국어 생활 1993;3(1):39-57.
 - 23) 신지영. 우리말 자음의 음향음성학적인 특징. In: 신지영, 저. 말소리의 이해. 서울: 한국 문화사; 2000. p.193-204.
 - 24) Shin JY. Consonantal production and coarticulation in Korean. Univ. of

London. Ph. D. dissertation; 1997.

- 25) 최성원, 전종호. 한국어 경음·기음은 중복자음인가? : 폐음절 모음의 단축화를 중심으로. 서울대 어학연구소 어학연구 1998;34(3):521-546.
- 26) 배재연. 한국어 동시조음의 음향음성학적 연구. 한림대 석사학위논문;1997.
- 27) 배재연, 신지영, 고도홍. 음성 환경에 따른 한국어 파열음의 음향적 특성: 시간적 특성을 중심으로. 음성과학 1999; 4(5): 139-159.
- 28) Hardcastle WJ. Some observations on the tense-lax distinction in initial stops in Korea. *Phonetica* 1973;1:263-272.
- 29) 김현기, 김완호, 서정환, 홍기환, 신호근, 고도홍. 마비성 조음장애의 임상적 양상에 관한 고찰. 음성과학 1998;3:38-49.
- 30) 김현기, 고도홍, 신호근, 홍기환, 서정환. 마비성조음장애, 편도 비대, 비폐쇄 및 구개열 환자의 실험 임상 음성학적 연구. 음성과학 1997;11: 67-86.
- 31) 박성혜. 파킨슨병 환자의 양순 산출 파열음 능력에 관한 음향학적 연구. 이화여자 대학교 대학원 석사학위 논문; 2003.
- 32) Ackermann H, Hertrich I. Voice onset time in ataxic dysarthria. *Brain Lang* 1997;56:321-333.
- 33) 김정연, 황민아, 박창일, 지민제. 경직형과 불수의운동형 뇌성마비 성인의 파열음 산출의 음향음성학적 특성, 음성과학 2001; 9: 209-224.
- 34) 안은정. 경직형 뇌성마비 아동 정상 아동 조음 시간. 이화여자 대학교 석사학위 논문; 2001.
- 35) 정진욱. 경직형 뇌성마비 아동의 최대발성 지속시간과 파열음 산출 시 조음 시간 특성 비교. 연세대학교 언어병리학 협동과정 석사학위 논문; 2005.
- 36) Neiman GS, Klich RJ, Shuey EM. Voice onset time in young and 70-year-old women. *J Speech Hear Res* 1983;26:118-123.
- 37) Ryalls J, Zipprere A, Baldauff P. A preliminary investigation of the effects of gender and race on voice onset time. *J Speech Lang Hear Res* 1997;40:642-645.
- 38) Swartz B. Gender differences in voice onset time. *Percept Mot Skills*

- 1992;75:983-992.
- 39) Weismer G. Sensitivity of voice-onset time to certain segmental features in speech production. *Phonetica* 1979;7:197-204.
- 40) Caruso AJ, Burton EK. Temporal acoustic measures of dysarthria associated with amyotrophic lateral sclerosis. *J Speech Hear Res* 1987;30:80-87.
- 41) Klatt DH. Voice onset time, frication, and aspiration in word initial consonant clusters. *J Speech Hear Res* 1975;18:686-705.
- 42) 박서린. 성인의 일상적인 대화에서 나타나는 말소리 출현빈도 연구. 이화여자대학교 대학원. 언어병리협동과정 석사논문; 2000.
- 43) Lisker L, Abramson A. A cross language study of voicing in initial stops: Acoustical measurements. *Word* 1964;20:384-422.
- 44) Kent RD. Isovowel lines for evaluating vowel formant structures in speech disorders. *J Speech Hear Disord* 1979;44:513-521.
- 45) Kent RD, Weismer G, Kent JF, Vorperian HK, Duffy JR. Acoustic studies of dysarthric speech: methods, progress, and potential. *J Commun Disord* 1999;32:141-186.
- 46) Canan ̊, Pascal A, Mary J, Didier H. Measurement of voice onset time in dysarthric patients: methodological considerations. *Folia Phoniatr Logop* 2001;53(1):48-57.
- 47) Gentil M, Perrin S, Tournier CL, Pollak P. Lip, tongue and forefinger force control in Parkinson's disease. *Clin Linguist Phon* 1999;13(1):45-54.
- 48) Houtgast T, Steeneken HJ. A review of the mtf concept in room acoustics and its use for estimating speech intelligibility in auditoria. *J Acoust Soc Am* 1985;77:1069-1077.
- 49) Humes LE, Dirks DD, Bell TS, Ahlstrom C, Kincaid GE. Application of the articulation index and the speech transmission index to the recognition of speech by normal-hearing and hearing impaired listeners. *J Speech Lang*

Hear Res 1986;29:447-462.

- 50) http://kin.naver.com/db/detail.php?d1id=11&dir_id=110209&eid=Yj2uSCsf3Mj0jcKogr4izptNX5I7X7m1
- 51) 허웅. 말소리의 내는 법과 적는 법. In: 국어 음운학-우리말 소리의 어제·오늘. 샘 문화사; 2003. p.22-38.

Abstract

Acoustic Analysis of Korean Stops in Patients with Dysarthrias

Hyun Seung Kim

Graduate Program in Speech and Language Pathology, Yonsei
University

(Directed by Professor HyangHee Kim)

Acoustic approach has been used to evaluate intelligibility in dysarthria in a more objective manner. Reduced articulatory rate, increased pause rate, increased vowel space area, reduced stop burst omission are well-known characteristics of clear speech. Especially stops are good measures as they indicate the intelligibility of speech, have a high frequency in Korean and reflect the coordination of laryngeal and supra-laryngeal level mechanisms. Korean stops have triplets of phonologically distinct, homorganic plosives at three different places of articulation: bilabial, alveolar and velar. A three-way distinction of both manner and place of articulation differentiates the nine plosives. At each place level, one manner is distinct from the other two by two acoustic characteristics: closure duration and aspiration duration. This study was done on 8 dysarthria patients (mean age 41.7 years) and 8 age- and gender-matched normal adults (mean age 40.9 years). Subjects produced 9 Korean stops, /p, p*, p^h, t, t*, t^h, k, k*, k^h/ in VCV circumstances, 3 times for each stop. The preceding and descending vowel was /a/ in all cases. All speech samples were recorded in a digital recorder and closure duration,

aspiration duration and closure duration rate were acoustically analyzed by Multi-Speech model 3700 and Praat. All analyzed data were statistically analyzed by non-parametric Mann-Whitney measure and repeated measures of ANOVA.

The results were as follows: (1) The closure duration of all stops was significantly longer in the dysarthria group than in the control group; (2) The aspiration duration of all stops except /aka/ was longer in the dysarthria group than in the control group, but the difference was not significant; (3) The ratio of closure duration to closure-aspiration combined duration was significantly higher in the patient group than in the normal control group; (4) The control group could produce closure and aspiration durations distinctively according to the manner, aspirated, tense and lax at each place. However, the dysarthria group could produce closure durations distinctively according to the manner at only one place level, alveolar. On the other hand, the patient group was able to produce aspiration duration distinctively according to the manner at all place levels; and (5) The control group could produce closure and aspiration duration distinctively according to the place, bilabial, alveolar and velar at two kinds of manners, tense and aspirated manners. However, the dysarthria group was not able to produce significantly distinctive closure duration according to the place at any manner. In addition, the patient group could produce aspiration duration distinctively according to the places at only the tense manner.

These results indicated that the dysarthria group had difficulty in coordination between laryngeal and supra-laryngeal mechanisms and that it was better in aspiration than in tense aspects. The study findings presented here are expected to have clinical significance because this study targeted all 9 Korean stops and all dysarthria groups.

Key words: dysarthria, intelligibility, acoustic analysis, stops, closure duration, aspiration duration, articulatory place, articulatory manner