

이중모음에서의 제 2포먼트 기울기 지수:
청년층, 장년층, 노년층 간의 비교

연세대학교 대학원

언어병리학협동과정

최 민 경

이중모음에서의 제 2포먼트 기울기 지수:
청년층, 장년층, 노년층 간의 비교

지도 김 향 희 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2011년 12월 일

연세대학교 대학원

언어병리학협동과정

최 민 경

최민경의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

연세대학교 대학원

2011년 12월 일

감사의 글

참으로 먼 길을 돌아 이곳으로 온 것 같습니다. 오랜 직장 생활을 그만 두고 적지 않은 나이에 다시 공부를 시작한 후 참 많은 일들을 겪었습니다. 지난 2년 동안 내가 잘 해나갈 수 있을지에 대한 의구심과 함께 이 길이 과연 내가 걸어갈 길인가에 대한 고민도 많이 했습니다. 하지만 졸업을 앞두고 있는 이 시간, 언어병리학이라는 분야에 입문할 수 있었음이 다행스럽고 행복합니다. 이러한 깨달음은 제게 학문하는 즐거움을 알려주신 많은 교수님들과 매마르고 냉소적이었던 마음에 사랑을 가르쳐주신 환자분들이 계셨기에 가능했습니다. 치료 실습 동안 저를 믿어주시고 저를 치료사로 아껴주신 환자분들이 지금도 눈에 선합니다. 그분들의 재활을 도우면서 저의 마음도 그분들 덕분에 재활한 것 같습니다. 일찍이 Van Riper 선생님이 말씀하신 “치료란 두 개의 날을 지닌 끝과 같아서 한쪽 날은 치료 대상자를 다듬지만 다른 한쪽 날은 치료사 자신을 다듬는다”라는 표현이 절절히 와 닿습니다. 제가 언어치료사로서 첫 발자국을 뚫 수 있도록 도와주신 많은 교수님들과 다른 쪽 날로 저를 다듬어주신 환자분들께 진심으로 감사하다는 말씀을 드리고 싶습니다.

우선 저의 논문 지도 교수님이신 김향희 교수님께 감사드립니다. 새벽부터 늦은 밤까지 주말마저 모두 반납한 채 연구실에 계시던 모습과 수많은 다른 일들을 동시에 거의 완벽하게 해내시는 것을 보면서 학자로서의 깨끗함, 고집, 세심함이 무엇인지 깨달았습니다. 또한 교수님의 추진력과 새로운 것에 대한 두려움 없는 도전은 늘 제게 귀감이 될 것입니다. 그리고 루이지애나 주립대의 김윤정 교수님께 감사드립니다. 김윤정 교수님과 주고받은 많은 서신과 국제 전화 통화, 화상 연결을 통한 논문 심사는 마치 장거리 연애 같았습니다. 음향음성학에 대한 저의 부족함과 의문점을 언제나 명쾌하게 해소해 주셨고, 진지하지만 심각하지 않은 태도로 늘 햇빛같이 밝은 에너지를 전해주셨습니다. 또한 논문의 부족한 부분에 대해 아낌없는 조언을 해주신 김용욱 교수님, 말과학 수업 시간에 논문을 시작할 실마리를 주셨을 뿐 아니라 정말 필요한

바로 그 순간마다 수호천사처럼 나타나 도움을 주신 김민정 교수님, 통계라는 거인의 무게를 많이 덜어주신 최예린 교수님, 명불허전 윤혜련 교수님, 따뜻하고 자상하신 김효진 원장님, 대학원 생활 동안 도움을 주신 서미경 선생님, 이영미 선생님, 박지은 선생님, 조교 이지연 선생님께도 감사드립니다.

항상 기댈 곳이 되어주고 고맙다는 말로는 부족한 내 친구 채민정과 그의 지인 분들, 동생이지만 때로는 언니 같은 느낌으로 내 곁을 지켜준 혜진을 비롯해 함께 동고동락한 17기 동기들, 박인수 선생님과 이창근 목사님 그리고 여러 후배 분들, 나의 예민한 성격을 2년 동안 무던하게 받아준 룸메이트 Michelle에게 감사의 말을 전합니다.

나의 가족과 더불어 가족과 다름없는 경식언니, 그리고 내가 세상에 존재하는 이유이자 세상에서 가장 사랑하고 존경하는 우리 어머니께 이 논문을 바칩니다.

저자 씀

차 례

그림 차례	iii
표 차례	iv
국문요약	v
제1장 서론	1
1.1. 이론적 배경	1
1.2. 연구 목적	5
1.3. 연구 가설	6
제2장 연구 대상 및 방법	7
2.1. 연구 대상	7
2.2. 연구 방법	8
2.2.1. 평가 단어	8
2.2.2. 검사도구와 자료수집	9
2.2.3. 자료 분석	9
2.2.4. 통계 분석	10
2.2.5. 신뢰도 분석	11
2.2.5.1 검사자 내 신뢰도	11
2.2.5.2 검사자 간 신뢰도	11
제3장 결과	12
3.1. 연령에 따른 F2 기울기 지수의 변화	12

3.2. 단어에 따른 F2 기울기 지수의 변화	17
제4장 고찰	19
제5장 결론	22
참고 문헌	23
영문 요약	26

그림 차례

그림 1. /wɛ/의 F2 slope 구간	10
그림 2-1. 문맥 “위”의 연령별 F2 궤도(남성 집단)	14
그림 2-2. 문맥 “위”의 연령별 F2 궤도(여성 집단)	14
그림 3-1. 단어 간 기울기 지수 (남성 집단)	18
그림 3-2. 단어 간 기울기 지수 (여성 집단)	18

표 차례

표 1. 대상자 정보	7
표 2. 사용 단어	8
표 3. 연령과 단어 문맥에 따른 F2 기울기 지수의 변화	12
표 4. 세 연령 집단 간의 반복측정 분산분석	15
표 5. 집단 간 F2 기울기 지수의 사후비교분석	16

국 문 요 약

이중모음에서의 제 2포먼트 기울기 지수: 청년층, 장년층, 노년층 간의 비교

스펙트로그램 상에서 관찰할 수 있는 제 2포먼트(F2) 기울기는 주어진 조음 구간 동안 F2가 특정 수치 이상 변화하는 전이 정도를 말한다. F2 기울기는 음향학적인 변수로서 입술의 모양, 혀의 위치, 성도의 길이와 변형 속도 등을 반영하는 객관적인 수치를 제공할 수 있다. 측정 단위는 Hz/ms로 표현하는데 전이 구간(transition duration)은 ms로, 전이 정도(transition extent)는 Hz로 측정하여 전이 정도를 전이 구간으로 나누어 구한다.

본 연구는 단어 맥락에서 이중모음의 F2 기울기 지수가 청년층, 장년층, 노년층 별로 어떻게 변화하는지를 알아보려고 하였다. 연구 대상으로는 청년층(25세~44세), 장년층(45세~64세), 노년층(65세 이상)의 남녀 각각 5명씩 총 30명을 피험자로 선택하였다. 그리고 이중모음 ‘야’, ‘애’, ‘의’, ‘위’, ‘왜’가 들어간 5개의 일상적 단어를 통해 F2 기울기 지수를 측정하였다.

본 연구의 결과 및 논의점은 다음과 같다.

첫째, 연령이 높아질수록 F2 기울기 지수가 낮아졌다. 여성 집단의 경우 청년층, 장년층, 노년층 세 집단 간에 서로 유의한 F2 기울기 차이를 보였으며, 남성 집단의 경우 청년층과 노년층 간에만 유의한 차이를 나타냈다.

둘째, 이중모음 ‘위’가 가장 가파른 F2 기울기를 보였으며, ‘야, 왜, 의’도 높은 F2 기울기 지수를 보였다. ‘애’는 연령 간 유의한 차이를 보이기는 하였으나 그 수치 자체가 크지 않았다.

본 연구는 정상인의 말의 노화(aging speech)에 따른 F2 기울기 지수의 감소와 F2 기울기 지수 측정 시 유용한 문맥을 제시하였다는 점에서 의의가 있다. 향후 환자군과의 비교 연구, 단어를 확장한 문장 안에서의 더욱 자연스러

운 환경의 F2 기울기 측정, 말명료도 직접측정평가와 연계한 F2 기울기 측정 등의 많은 후속연구 진행을 기대해 본다.

핵심되는 말 : 제 2포먼트 기울기, 이중모음, 말명료도

이중모음에서의 제 2포먼트 기울기 지수: 청년층, 장년층, 노년층 간의 비교

<지도교수 김 향 희>

연세대학교 대학원 언어병리학협동과정

최 민 경

제1장 서론

1.1. 이론적 배경

말명료도(speech intelligibility)의 정의는 다양하다. 화자가 산출하는 음향학적 신호를 청자가 이해하는 정도(degree)¹일 수도 있고 자연스러운 의사소통 상황에서 단어나 발화를 재인하는 정도²일 수도 있다. 또는 전달되는 메시지의 정확성^{3, 4}이나 화자가 의사소통 하는 데 성공한 정도⁵로 정의되기도 한다. 또 다른 정의를 보면, 말 명료도는 말하는 사람이 의도한 정보가 듣는 사람에게 정확히 전달되는 정도이며 이는 의사소통의 효율성을 높이는 중요한 변수가 된다.⁶

일반적으로 연령과 함께 말 명료도가 떨어지고 더불어 의사소통의 효율성도 떨어진다. 그런데 이러한 말명료도 저하가 단지 노령화 때문인지 병리적인 원인의 초기 증세를 보이고 있는 것인지는 탐지하기 어렵다. 또한 임상가의

귀를 통한 청지각적 평가만으로는 말명료도의 미세한 변화나 차이를 알 수 없는 경우가 많다.⁷

현재 말운동장애(motor speech disorders) 분야에서 음향적 특성을 기반으로 한 말명료도 예측 모형 연구가 활발하다.¹¹ 말운동장애 중 마비말장애(dysarthria)는 중추 및 말초신경계의 손상으로 인해 구어와 관련된 근육의 약화, 마비 혹은 불협응이 발생하는 장애를 일컫는 말이다.¹ 이러한 마비말장애를 일으키는 질환에는 뇌졸중, 두부손상(head injury), 파킨슨병, 근위축성 측삭경화증(amyotrophic lateral sclerosis) 등의 많은 신경질환들이 있는데, 이러한 신경질환들과 마비말장애의 음향음성학적 특징 간의 상관성에 대해 보고하는 다수의 연구^{12, 13, 14}가 있으며, 이러한 음향음성학적 정보는 말 산출 체계의 호흡, 발성, 공명, 운율을 비롯한 기저하는 조음의 기능(underlying articulatory events)을 이해하는 데 무척 유용하다. 따라서, 말명료도 저하에 큰 영향을 미치는 조음기능 관련 음향학적 변수를 찾아낸다면, 그 변수를 측정함으로써 말명료도의 저하(혹은 향상) 수준을 추론해낼 수 있다.¹¹ 또한 근거기반의 실제(evidence based practice, EBP)를 강조한 치료¹⁵가 요구되는 근래의 상황 속에서, 환자의 회복 시 청지각적 평가만으로는 감지해 내기 어려운 미묘한 변화를 객관적인 자료로 제시할 수 있다⁷는 면에서 음향음성학적 분석 방법은 좋은 도구가 될 수 있다.

지금까지 마비말장애의 구어산출은 주로 임상가의 청지각적 평가를 통해 주관적으로 평가되고 그 특징이 추론되어 왔다. 그러나 그 광범위한 사용과 편리성에도 불구하고 청지각적 평가의 신뢰도와 타당도에 대한 의문이 지속적으로 제기되어 왔다.¹⁶ 따라서 구어산출의 특징이나 변화양상을 좀 더 객관적인 방법으로 보완하는 방편으로 음향음성학적 측정이 유용하게 사용될 수 있다.⁷

제 2포먼트 기울기(second formant slope, 이하 F2 slope)는 일정 시간 안에 혀가 움직이는 속도를 비롯한 성도 모양의 변화에 대한 정보를 제공해 진단에 도움을 줄 수 있다.⁸ 또한 질병의 유무 및 질병의 진행 정도에 상응하는 정보도 F2 기울기를 통해 지속적으로 알 수 있다. 그리고 구어 명료도가 청지

각적으로 감소하는 것이 평가되기 전에 질병의 초기 증후를 탐지하는 데도 유용하다.⁸ Kent 등(1991)은 정상보다 훨씬 완만한 F2 기울기를 나타낸 근위축성 측삭경화증 여성 화자가 병이 진전되는 동안 점점 더 F2 기울기가 감소하였음을 보고하였다.⁹ 그 여성 화자는 말명료도가 감소(98%에서 48%로 50%감소)할수록 F2 기울기도 감소(약 40%)했고, 이것은 혀의 운동신경의 손실을 반영하는 것으로 추정된다.⁹ Kent 등(1989)은 근위축성 측삭경화증 화자의 조음 기능 측정을 위한 음향 모델의 하나로써 F2 기울기를 개발하면서 65-85세 정상 여성 화자 15명의 F2 기울기 평균값을 측정하였다.¹⁰ 이 연구에서 사용한 단어샘플에서 정상 여성 화자들은 3.76-5.4 Hz/ms의 비교적 가파른 기울기를 보였다.¹⁰ 그런데 Kent 등(1991)의 근위축성 측삭경화증 여성 화자의 사례 연구에서는 같은 단어샘플에서 정상 여성화자 보다 첫 회기 측정부터 아주 낮은 F2 기울기 값을 보였으며, 병이 진전된 2년 동안 기울기가 큰 폭으로 감소하였다.⁹ 이러한 선행연구들에서 F2 기울기 지수는 말명료도의 변화를 잘 반영하는 측정 변수임을 알 수 있다. 즉, 기울기의 감소는 화자의 느려진 혀의 움직임 비롯한 성도 변화 속도 감소와 조음 동작 범위의 감소를 의미하고 이것은 말명료도와 직접 관련이 된다. 또한 Kent 등(1991)은 정상화자와 근위축성 측삭경화증 화자의 F2 기울기 지수가 어느 지점에서 구분이 됨을 제시하고 있다(이 연구에서는 사용된 12개의 과제에서 3.0 Hz/ms을 그 지점으로 보고 있으나 이 값은 사용 과제에 따라 크게 달라질 수 있다. F2 기울기가 크게는 10 Hz/ms를 넘는 경우도 있으며, 이것은 F2 기울기를 잘 보여주는 과제를 만들 필요가 있다는 것을 보여주는 것이기도 하다). 즉, 말명료도 감소 시 어느 정도의 기울기 지수 지점까지는 노령화에 의한 명료도 감소라고 볼 수 있지만 어느 지점 이하로는 노령화 때문이 아닌 병리적인 초기 증후로 볼 수도 있음을 의미할 수 있다. 따라서 우리나라 사람들의 연령에 따른 F2 기울기를 측정하면 노령화에 따라 그 기울기가 어느 정도 감소하는지 알 수 있을 것이며, 그 측정된 기울기 지수를 바탕으로 병리적인 현상을 보이는 화자와 비교하여 얼마만큼의 차이를 보이는지도 알 수 있을 것으로 예상된다.

마비말장애를 대상으로 하는 분절음 층위(segmental level)에서의 음향 분석법에는 모음길이(vowel duration) 측정, 모음의 포먼트 주파수 측정, 모음의 포먼트 전이 측정, 자음 스펙트럼 분석 등이 있다.⁸ 그 중 우선, 여기서 다루게 될 모음의 포먼트 전이는 제 2포먼트의 전이 기울기(F2 slope)를 측정하는 것이다. F2 기울기는 성도 모양의 변화 속도와 관련이 있는데, 특히 혀의 전후 측면에서 성도가 얼마나 빨리 변화하는가를 보는 것이다.⁶ 평평한 기울기는 일정 시간 동안 조음의 움직임이 적다는 것을 나타내며, 이는 혀의 움직임이 제한된 범위로 더 느리게 움직였음을 의미한다. 전이의 길이(전이 구간)는 밀리세컨드(ms)로 측정되며 전이의 정도는 헤르츠(Hz)로 측정되어서, ms당 몇 Hz(Hz/ms)인가로 기울기 지수(slope index)를 표현한다. 두 번째로, 모음길이 측정을 살펴보면, 마비말장애 화자가 조음 운동의 시간조절에 문제가 있는지를 보기 위해 모음과 자음의 길이를 측정하여 정상화자의 샘플과 비교한다.¹⁷ 근위축성 측삭경화증 화자의 경우 말명료도가 청지각적 판단으로는 80-85% 정도로 측정된 경우에도 모음길이가 정상화자보다 유의하게 길었다고 보고되었다.¹⁷ 이는 근위축성 측삭경화증 화자들의 혀의 움직임이 더 느리다는 것을 의미하며, 다른 신경 문제를 가진 화자들에 대해서도 이와 유사한 결과들이 보고되고 있다.¹⁸ 세 번째로 모음의 포먼트 주파수 측정을 살펴보면, 첫 번째 포먼트(F1) 주파수와 두 번째 포먼트(F2) 주파수의 값을 측정하여 그 모음공간(vowel space)를 보는 것이다. 이 모음 공간은 화자의 혀 움직임으로 생성되는 공간이며 대개의 마비말장애 화자들은 이 모음공간이 정상 화자들의 모음공간보다 감소되어 중설화된 패턴을 보인다.¹⁹ 이는 마비말장애 화자들이 조음시 비중설 모음에서 적절한 혀 위치에 닿지 못하였거나 정상화자들보다 혀를 좀 더 중설 위치에 놓고 조음하였음을 의미한다.²⁰

이렇게 모음길이 측정이나 모음의 포먼트 궤도 측정은 병리적인 현상의 진단이나 임상적으로 치료 효과를 검증²¹하기 위해 사용될 수 있다.

1.2. 연구 목적

언어병리학의 음향음성학적 분석 관점에서 본 신체의 노화에 따른 여러 현상 중에는 음성의 노화(aging voice)와 함께 말의 노화(aging speech)도 있다. 그런데 지금까지 이루어진 선행연구를 보면 음성의 노화에 관한 연구^{22, 23, 24}는 상대적으로 많으나 말의 노화에 대한 연구는 많지 않다. 따라서 본 연구에서는 F2 기울기(F2 slope)라는 변수를 이용한 말의 음향음성학적 분석을 통해 연령이 증가함에 따라 말의 노화 현상이 어떻게 나타나는지 보고자 하였다. 또한 F2 기울기라는 변수의 이용 시 어떤 단어 문맥을 통해 F2 기울기를 잘 도출할 수 있는지를 알아보하고자 하였다.

따라서, 본 연구는 청년층, 장년층, 노년층의 남녀를 대상으로 F2 기울기라는 변수를 이용해 말의 노화가 어떻게 나타나는지 살펴보고, 그 정상군의 데이터를 제공하고자 한다. 그리고 여러 이중모음 문맥 중 어떤 이중모음이 F2 기울기가 극대화되는지 살펴보고, F2 기울기 도출에 유용한 문맥을 찾아내고자 한다.

이 연구에서 얻어진 정상군의 데이터와 F2 기울기를 잘 도출할 수 있는 단어 문맥은 향후 환자군과의 비교 연구나 환자의 말명료도 진단 측정 시 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

1.3. 연구 가설

F2 기울기 지수는;

1. 연령이 높아질수록 낮아질 것이다.
2. ‘애/je/’, ‘의/wi/’를 이용한 단어에서 ‘야/ja/’, ‘위/wi/’, ‘왜/we/’를 이용한 단어에서 보다 낮게 나올 것이다.

제2장 연구 대상 및 방법

2.1. 연구 대상

본 연구는 25~44세, 45~64세, 65세 이상의 세 집단으로 나누어 각 집단마다 10명씩 총 30명으로 하였고, 남 녀 비율은 동일하게 하였다. 신경학적 질환을 앓은 경력이 없고, 출신과 거주 지역이 서울/경기 지역이며, 표준어를 사용하는 사람을 대상으로 선정하였다.

표 1. 대상자 정보

연령층	성별	인원 ¹	연령 ^{2,3}
청년층	남	5	27.63(±1.91)
	여	5	27.2(±2.05)
장년층	남	5	53.4(±4.31)
	여	5	51.2(±4.57)
노년층	남	5	78.4(±6.52)
	여	5	74.6(±4.57)

¹단위는 명

²단위는 세

³값은 평균(± 표준편차)

2.2. 연구 방법

2.2.1. 평가 단어

평가 단어는 /j/계 이중 모음인 /ja/를 이용한 **야자**와 /je/를 이용한 **얘기**, /ɥ/계 이중모음인 /ɥi/를 이용한 **의자**, /w/계 이중모음인 /wi/, /we/를 각각 사용한 **위장**, **왜가리**이다. 이러한 이중모음 환경에서는 짧은 시간에 혀의 위치가 앞뒤로 많이 움직이게 되고 성도는 가장 극적인 움직임을 보이게 된다. 따라서 이중모음은 제 2포먼트(F2) 기울기를 뚜렷이 볼 수 있는 좋은 단어 문맥이 될 수 있다.¹¹ 자연스러운 발화를 위하여 일상생활에서 흔히 쓰이는 이중모음 단어를 선택하였으며, /이중모음+파열음(파찰음)+모음/의 구조로 이중모음 다음의 파열음(파찰음)이 스펙트로그램 상에서 앞의 모음과 분명하게 구별이 되도록 하였다.

표 2. 사용 단어

이중모음 계통	이중모음(활음 + 단모음)	단어 예시
/j/ 계	/ja/	야자
	/je/	얘기
/ɥ/계	/ɥi/	의자
/w/계	/wi/	위장
	/we/	왜가리

2.2.2. 검사도구와 자료수집

음성 자료는 소음이 차단된 방에서 수집되었으며, 대상자는 의자에 편안하게 앉은 자세를 취하였다. 마이크는 Sony사의 ECM-MS907을 사용하였으며, 입에서 10cm 거리, 15도 각도 떨어진 곳에 마이크가 위치하도록 하였다. 대상자의 모든 음성 자료는 디지털 녹음기 recording MD walkman(Sony, MZ R909)로 녹음하였다. 모든 검사는 5개의 단어 세트를 한 번 다 읽은 후 다시 한 번 읽도록 요청하는 방식으로 다섯 번 읽게 하였다. 즉, 1명 당 25개의 녹음된 단어가 만들어져, 전체 단어 수는 750개였으며, 750개의 녹음 단어를 모두 분석하였다.

2.2.3. 자료분석

수집된 750개의 발화 데이터는 Praat의 스펙트로그램을 통하여 분석되었다.²⁵ 이중 모음의 시작점은 오실로그램(oscillogram)과 스펙트로그램의 파형을 비교하여 F2 주파수가 안정적으로 시작하는 구간으로 정하였다. 또한 선행연구^{7, 11, 26, 27}를 참고하여 시작점의 F2의 대역폭(bandwidth)은 500Hz가 넘지 않는 것으로 하였다. 또한 F2 slope의 시작점과 끝나는 점은 모두 선행연구^{11, 30}의 20Hz/20ms 규칙을 기준으로 삼아 20ms 기본 구간 당 20 Hz 이상의 주파수 변화가 있는 부분을 전이 구간으로 설정하였다. 사용된 단어의 F2 기울기가 F2 전이 방향에 의해 음수값이 나타나는 경우는 절대값을 취하여 구하였다.

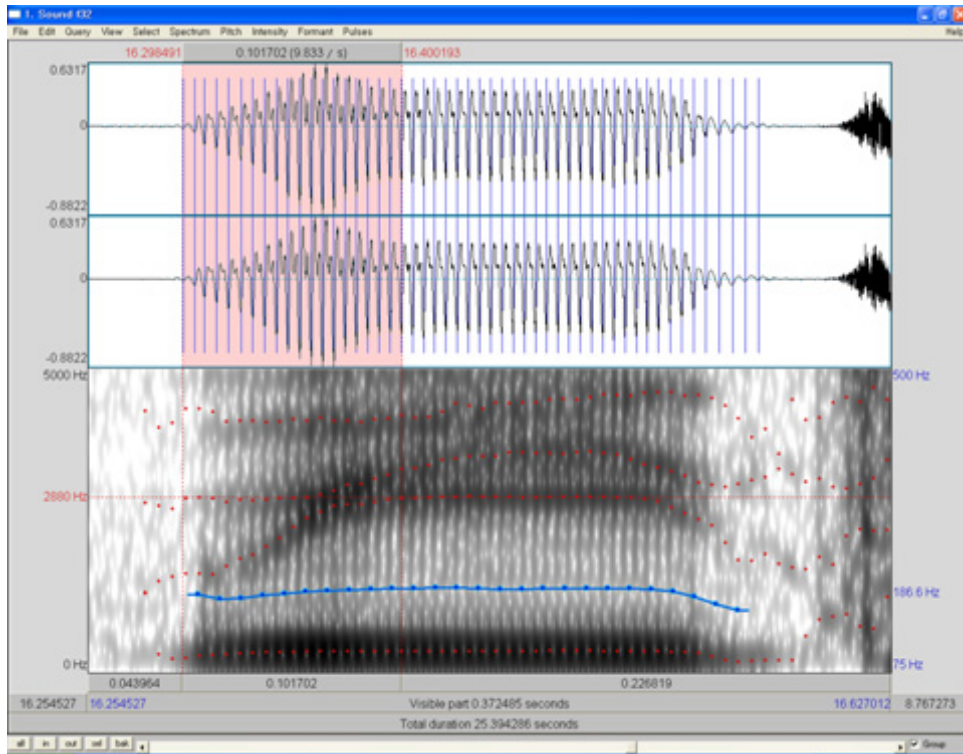


그림 1. ‘왜/wɛ/’의 F2 slope 구간

2.2.4. 통계 분석

SPSS 통계 프로그램(version 18.0)을 사용하여 통계적 검정을 하였다. 집단 간 연령 증가와 과제에 따른 평균차이는 반복 측정 분산분석(repeated measures of ANOVA)을 실시하였다.

2.2.5. 신뢰도 분석

2.2.5.1. 검사자 내 신뢰도

전체 자료의 10%를 무작위로 선정하여 F2 기울기 지수를 재 측정하였다. 검사자의 두 측정 결과에 대하여 피어슨 상관분석(Pearson correlation)을 실시한 결과, 통계적으로 유의한 상관관계를 보였다($r= 0.990$, $p< .01$).

2.2.5.2. 검사자 간 신뢰도

전체 자료의 10%를 무작위로 선정하여 제 2 검사자가 F2 기울기 지수를 측정하였다. 제 1 검사자와 제 2 검사자의 두 측정 결과에 대하여 피어슨 상관 분석을 실시한 결과, 통계적으로 유의한 상관관계를 보였다($r= 0.797$, $p< .01$).

제3장 결과

3.1. 연령에 따른 F2 기울기 지수 변화

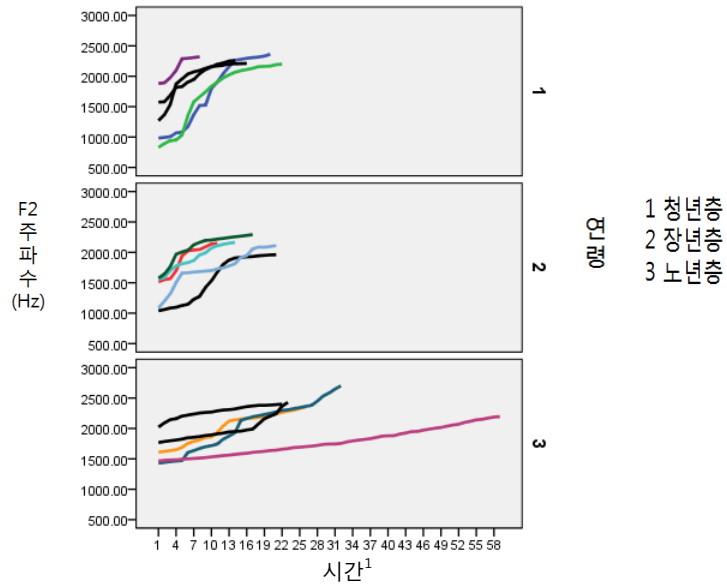
청년층, 장년층, 노년층 세 집단 간의 연령에 따른 F2 기울기 지수 변화에 대한 기술 통계는 [표 3]과 같다. 다섯 개의 단어 모두에서 연령이 증가함에 따라 F2 기울기 지수가 낮아졌다. 단어 별로 보면 남녀 모두 이중모음 ‘위’의 F2 기울기 지수가 (청년층 여자;12.95, 청년층 남자; 9.77) 가장 높았고 그 다음에는 연령별로 약간의 차이는 있으나 ‘왜, 의, 야, 애’ 순이었다.

표 3. 연령과 단어 문맥에 따른 F2 기울기 지수의 변화¹

성별	집단	단어				
		야자	애기	의자	위장	왜가리
	청년층	6.79(±0.43)	2.16(±0.54)	6.79(±0.86)	9.77(±0.99)	7.15(±1.06)
남자	장년층	5.34(±0.51)	1.78(±0.43)	7.12(±1.90)	8.12(±1.23)	5.68(±0.79)
	노년층	4.05(±1.27)	1.88(±0.89)	4.59(±3.50)	3.93(±1.75)	3.93(±1.75)
	청년층	7.67(±0.49)	2.50(±0.31)	8.95(±0.87)	12.95(±0.68)	11.17(±1.10)
여자	장년층	5.85(±0.42)	2.34(±0.54)	7.69(±0.90)	9.35(±1.55)	7.70(±1.89)
	노년층	4.84(±0.73)	2.06(±0.45)	4.84(±1.99)	5.15(±1.36)	5.29(±1.60)

¹ 단위는 Hz/ms, 값은 평균(±표준편차)

F2 궤도를 그려보면 연령층 간의 전이 정도(transition extent)와 전이 구간(transition duration) 차이에 따른 F2 기울기 변화의 차이가 잘 관찰된다. 높은 F2 기울기 지수를 보인 문맥 ‘위’의 연령에 따른 F2 궤도는 [그림 2-1], [그림 2-2]와 같다. 남/녀의 성도 길이의 차이로 인해 공명주파수 값이 다르게 나타나는 관계³¹로 남성 집단과 여성 집단으로 구분해 분석하였다.



(¹단위는 그래프의 구성 관계 상 약 6ms를 1로 구성)
 그림2-1. 문맥 “위”의 연령별 F2 궤도(남성 집단)

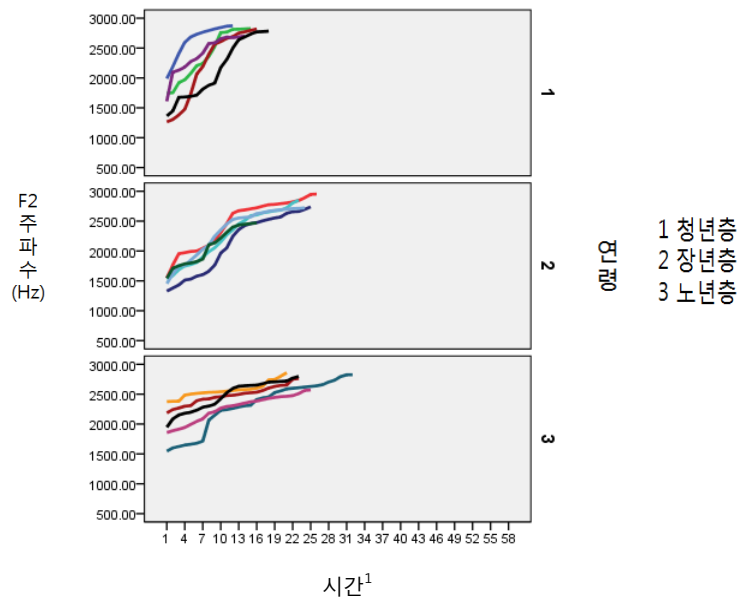


그림2-2. 문맥 “위”의 연령별 F2 궤도(여성 집단)

청년층, 장년층, 노년층의 단어 별 평균이 연령에 따른 세 집단 간에 유의한 차이가 있는지를 알아보기 위해 반복측정 분산분석의 개체-간 효과 검정을 실시한 결과는 [표 4]와 같다.

표 4. 세 연령 집단 간의 반복측정 분산분석(개체-간 효과 검정)

성별	분산원	제곱합	자유도	평균제곱	F	유의확률
남자	집단	106.177	2	53.089	7.985	.006*
	오차	79.787	12	6.649		
여자	집단	221.465	2	110.732	71.487	.000*
	오차	18.588	12	1.549		

*p < .05.

연령에 따른 집단 간 차이를 분석한 결과, F 통계값이 (남자; 7.985, 여자; 71.487)로 유의수준 .05에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉, 남녀 모두 연령 증가에 따라 F2 기울기 지수는 유의하게 낮아졌다.

집단 간 F2 기울기 지수의 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으므로 어느 집단 간에 차이가 있는지를 알아보기 위하여 본페로니(Bonferroni)를 사용한 사후비교분석을 실시하였다. 사후비교분석 결과는 다음의 [표 5]와 같다.

표 5. 집단 간 F2 기울기 지수의 사후비교분석(Bonferroni)

성별	(I) 집단	(J) 집단	평균차 (I-J)	표준오차	유의확률	95% 신뢰구간	
						하한선	상한선
남자	청년	장년	.9239	.72932	.688	-1.1032	2.9511
		노년	2.8558 *	.72932	.006	.8287	4.8829
	장년	청년	-.9239	.72932	.688	-2.9511	1.1032
		노년	1.9318	.72932	.064	-.0953	3.9590
	노년	청년	-2.8558 *	.72932	.006	-4.8829	-.8287
		장년	-1.9318	.72932	.064	-3.9590	.0953
여자	청년	장년	2.0610 *	.35202	.000	1.0825	3.0394
		노년	4.2089 *	.35202	.000	3.2304	5.1873
	장년	청년	-2.0610 *	.35202	.000	-3.0394	-1.0825
		노년	2.1479 *	.35202	.000	1.1695	3.1264
	노년	청년	4.2089 *	.35202	.000	-5.1873	-3.2304
		장년	-2.1479 *	.35202	.000	-3.1264	-1.1695

*p< .05.

어느 집단 간에 차이가 있는지를 알아보기 위한 사후비교분석 결과, 남성 집단은 청년층과 노년층 사이에만 연령 간 F2 기울기 지수의 유의한 차이를 보인 반면, 여성 집단은 청년층과 장년층, 청년층과 노년층, 장년층과 노년층 사이에서 모두 유의한 차이를 보였다. 즉, 여성 집단의 경우 청년층보다 장년층의 F2 기울기 지수가 유의하게 낮았으며, 장년층보다 노년층의 F2 기울기 지수가 유의하게 낮았다.

3.2. 단어에 따른 F2 기울기 지수 변화

단어 간 F2 기울기 지수를 보면 여성 집단과 남성 집단 모두 음절 문맥 ‘애’에서 2.5Hz/ms 이하의 무척 낮은 기울기 지수를 보였다. 그밖의 네 문맥 ‘야, 의, 위, 왜’는 연령 별 차이는 있으나 기울기의 경향은 비슷하게 나타났다. 즉 대부분의 연령에서 ‘위’이 가장 높게 나왔고, ‘왜, 의, 야’는 그 다음으로 높게 나타났다. 과제 단어 간 F2 기울기 지수는 다음의 [그림 3-1], [그림 3-2]와 같다.

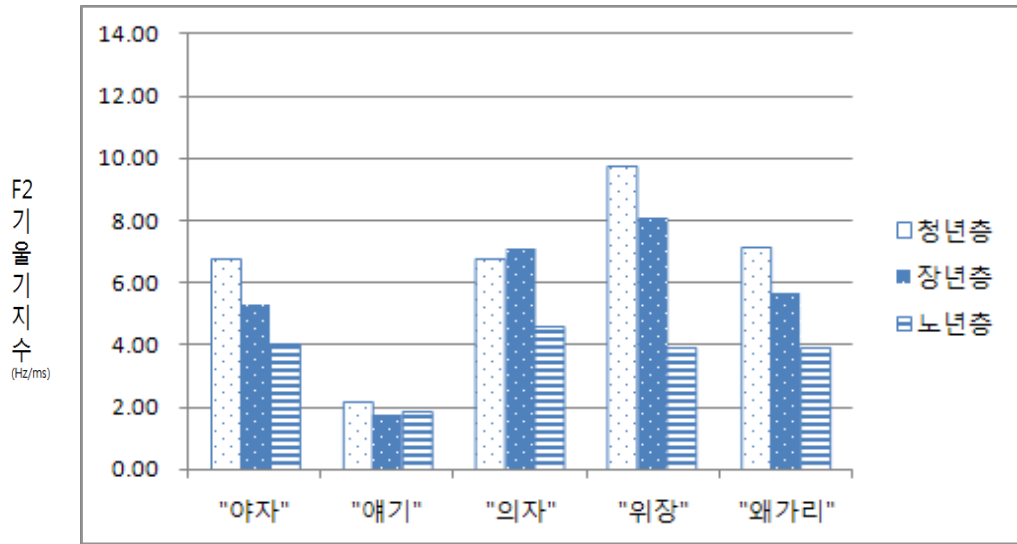


그림 3-1. 단어 간 기울기 지수 (남성 집단)

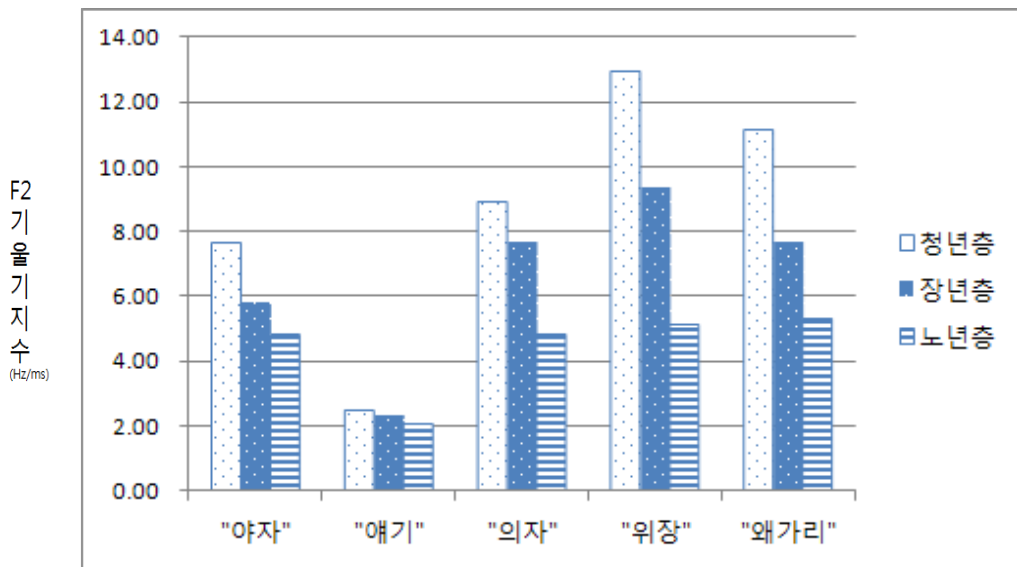


그림 3-2. 단어 간 기울기 지수 (여성 집단)

제4장 고찰

현재 말운동장애 분야에서 음향적 특성을 기반으로 한 말명료도 예측모형 연구가 활발하다.¹¹ 음향학적인 변수들을 통해 인간의 눈이나 귀로는 파악하기 어려운 미세한 조음기관의 움직임을 추론해 낼 수 있다는 가능성이 이러한 선행연구들^{11,12,13,14}이 기저로 삼고 있는 것이고, 그러한 연구노력에서 나온 효과적인 음향학적 변수 중 하나가 F2 기울기이다.

관찰될 수 있는 여러 포먼트들 중에 제 1포먼트(이하 F1)과 제 2포먼트(이하 F2)는 조음기관의 움직임을 잘 보여준다는 측면에서 학문적, 임상적 의의가 크다고 볼 수 있다. 조음 기관의 움직임과 관련하여 살펴보면, F1은 입의 벌림 정도(개구도 혹은 혀의 높낮이)와 관련이 깊고, F2는 혀의 전후 움직임과 관련이 깊다.²⁸ 많은 마비말장애 화자들이 조음 기관의 움직임 둔화로 F1과 F2 포먼트 주파수가 낮게 측정되고 이것은 중설화된 패턴의 모음공간 감소를 보여주게 된다. 즉, F1과 F2 모두 화자의 말명료도와 관련이 크다고 할 수 있다. 그런데 Weismer 등(1992)이 근위축성 측삭경화증 환자(이하 ALS)와 정상화자를 비교하였을 때 대부분의 ALS 화자들이 F1과 F2 모두 중설화된 패턴을 보였으나, 예외적으로 몇몇 ALS 화자들의 경우 F1 포먼트 궤도에서 정상화자보다 더 큰 움직임을 보였다.³² 이러한 현상에 대해 연구자는 근위축성 측삭경화증 화자가 감소된 혀의 움직임을 턱의 더 큰 움직임으로 보상하였다고 해석하였다.³² 이러한 선행연구를 통해 볼 때 F1과 F2 모두 말명료도 측정에 좋은 도구가 될 수 있으나 어떤 경우에는 F2가 더욱 적절한 도구가 될 수 있다고 보여진다.

이러한 F2는 혀의 전후 움직임과 밀접한 관련이 있고, 분절음의 변화 환경에서 F2의 변화(혀의 전후 움직임의 변화)를 잘 보여줄 수 있는 것이 F2 기울기(F2 slope)이다. 일정한 시간에 혀를 비롯한 조음기관의 움직임이 어떠한가를 보여주는 이러한 F2 기울기는 말명료도와 밀접한 관련이 있다.^{8,9,10,11,30,32}

F2 기울기가 가파르면 일정한 시간 안에 조음 기관이 민첩하게 움직인 것을 뜻하며 이것은 말명료도도 높을 가능성을 보여준다. 반면 F2 기울기가 완만하다는 것은 많은 ALS 환자의 경우에서 볼 수 있듯이.^{8,9,10,30,32} 일정 시간에 조음 기관이 느리게 움직인 것을 뜻하며 말명료도도 낮다는 것을 의미한다. 따라서 F2 기울기 지수(F2 slope index) 측정은 말명료도의 저하 혹은 향상을 측정할 때 유용한 도구가 될 수 있다. 다만, 측정 과제 선정 시 성도의 움직임이 극대화되어 F2 기울기를 잘 보여줄 수 있는 과제를 선택하는 것이 중요하다고 할 수 있다.

본 연구에서는 F2 기울기를 잘 볼 수 있는 이중모음 환경을 이용한 다섯 개의 친숙한 단어(야자, 애기, 의자, 위장, 왜가리)를 선택하였다. 단어 문맥 ‘위’의 경우 남녀 모두 모든 연령층에서 큰 기울기를 보여주었으며, ‘왜’와 ‘야’도 그 다음으로 높은 기울기 지수를 보였다. ‘의’의 경우 예상보다 상당히 높은 기울기 지수를 보여주어 여성 집단의 경우 모든 연령층에서 ‘야’보다 더 높거나 거의 같은 기울기 지수를 보여주었다. 단어 문맥 ‘애’는 예상대로 기울기 지수가 너무 낮아 연령 간 차이가 크지 않았다.

연령이 증가할수록 남녀 모두 F2 기울기 지수가 유의하게 낮아졌으며, 남성 집단의 경우 청년층과 노년층만이 집단 간 유의한 차이를 보였지만, 여성 집단의 경우는 청년층, 장년층, 노년층 세 집단이 모두 유의한 기울기 지수 차이를 보였다.

이상의 내용을 종합해 볼 때, 다음과 같은 임상적 의의를 생각해 볼 수 있다.

선행연구들^{11,33}을 보면 F2 기울기의 절대값이 크게 요구되는 단어 자극일수록 마비말장애 환자들의 명료도 손상 정도에 민감하게 반응하므로 본 연구의 결과에서처럼 F2 기울기를 잘 보여줄 수 있는 단어를 선정하면 임상에서 도움이 될 수 있다. 즉, 특정 단어에서 F2 기울기의 기준을 마련하면 그 단어를 사용하여 진단 시 유용한 예측 변수로 활용할 수 있으며 치료의 진전 여부를 측정하는 데도 사용될 수 있다. 그리고 치료의 진전 여부가 있을 때 주관적인 청지각적 평가를 보완하는 객관적인 평가 자료의 효용성을 지닐 수 있다.

본 연구가 지니는 제한점과 후속연구를 위한 제언은 다음과 같다.

첫째, 본 연구는 말의 노화(aging speech)를 근간으로 한 정상인의 F2 기울기 지수만을 살펴보았으므로 후속연구에서는 본 연구의 결과를 바탕으로 환자군과 정상군의 F2 기울기 지수를 비교하는 연구를 할 수 있을 것이다.

둘째, 본 연구는 일상 생활의 자연스러운 단어를 사용하여 평소 습관대로 발화하기를 유도하였으나 격리된 단어라는 제한이 있으므로 말하기보다 읽기에 가까웠을 수 있다. 따라서 후속 연구에서는 문장 안에서의 이중모음 단어가 어떻게 측정되는지 연구해 볼 수 있을 것이다.

셋째, 선행 연구¹¹에서는 말명료도의 직접 측정법과 F2 기울기를 연계하여 그 상관성을 연구하였는데 후속 연구에서 이러한 연계를 사용하면 흥미로운 연구가 될 수 있을 것으로 보인다.

제5장 결론

본 연구에서는 정상 청년층(25~44세), 장년층(45~64세), 노년층(65세 이상)을 대상으로 이중모음에서의 F2 기울기 지수를 분석하여 연령별, 단어 문맥 별 특성을 알아보았다.

연구 결과 첫째, F2 기울기는 연령이 증가함에 따라 점차 낮아졌다. 남성 집단의 경우 청년층과 노년층 간의 F2 기울기가 유의하게 낮아짐을 보였고, 여성 집단의 경우 청년층과 장년층, 장년층과 노년층, 청년층과 노년층의 세 연령대 간에서 모두 유의하게 F2 기울기가 낮아졌다. 따라서 신체가 고령화됨에 따라 말의 고령화 현상도 함께 일어나는 경향이 있음을 F2 기울기라는 음향학적 변수를 통해 관찰 가능함을 알 수 있다. 둘째, 이중모음을 이용한 음절 문맥들(야, 애, 의, 위, 왜) 중 혀의 움직임을 포함한 성도의 변형이 가장 극적으로 이루어지는 문맥 ‘위’가 가장 큰 기울기를 보였다. 이렇게 음절 문맥에 따라 F2 기울기 지수가 다양하므로, F2 기울기를 측정하기 위한 과제를 제시할 때는 성도의 변형이 커질 수 있는 ‘위, 왜, 야, 의’등의 문맥을 이용한 단어나 문장이 유용한 과제라고 볼 수 있다.

본 연구를 통해 이중모음에서의 F2 기울기 지수의 변화를 연령별, 단어 문맥 별로 살펴볼 수 있었다. F2 기울기 지수가 연령이 증가함에 따라 낮아짐과 이중모음을 사용한 단어의 유용성은 임상에서 말운동장애의 말명료도 평가 시 다른 평가를 보완하여 활용될 수 있는 기초 자료를 제시하였다는 의의가 있다.

참고 문헌

- 1) Duffy JR. Motor speech disorders: substrates, differential diagnosis, and management. Mayo foundation for medication and research; 2005.
- 2) Gordon-Brannan M, Hodson BW. Intelligibility severity measurements of prekindergarten children's speech. Am J Speech Lang Pathol. 2000;9:141-150
- 3) Connolly JH. Intelligibility: a linguistic view. Br J Disord Commun. 1986; 21:371-76
- 4) 김수진. 언어장애인의 명료도에 영향을 미치는 말 요인: 문헌연구. 말소리. 2002;43:25-44
- 5) Yorkston KM, Beukelman DR. Ataxic dysarthria treatment sequences based on intelligibility and prosodic considerations. J Speech Hear Disord. 1981;46:398-404
- 6) 표화영, 심현섭. 마비성 말장애의 명료도 향상을 위한 연구 동향. 특수교육. 2005;4(1):35-60
- 7) 변해원. 이완형과 경직형마비말장애 남성의 이중모음 /야, 위, 의/의 음향음성학적 특성. 단국대학교 대학원 석사학위논문; 2009.
- 8) Ferrand CT. Speech science: an integrated approach to theory and clinical practice. 2nd ed. (MA):Allyn and Bacon; 2006.
- 9) Kent RD, Sufit RL, Rosenbek JC, Kent JF, Weismer G, Martin RE, et al. Speech deterioration in amyotrophic lateral sclerosis. J Speech Hear Res. 1991;34(6):1269-75.
- 10) Kent RD, Kent JF, Weismer G, Martin RE, Sufit RL, Brooks BR, et al. Relationships between speech intelligibility and the slope of second-formant transitions in dysarthric subjects. Clin Linguist Phon. 1989;3:347-58.

- 11) Kim YJ, Weismer G, Kent RD, Duffy JR. Statistical Models of F2 Slope in Relation to Severity of Dysarthria. *Folia Phoniatr Logop.* 2009; 61:329 - 335.
- 12) Ansel BM, Kent RD. Acoustic-phonetic contrasts and intelligibility in the dysarthria associated with mixed cerebral palsy. *J Speech Hear Res.* 1992;35:296 - 308.
- 13) Liu HM, Tsao FM, Kuhl PK. The effect of reduced vowel working space on speech intelligibility in Mandarin-speaking young adults with cerebral palsy. *J Acoust Soc Am.* 2005;117:3879-89.
- 14) Kent JF, Kent RD, Rosenbek JC, Weismer G, Martin R, Sufit R, et al. Quantitative description of the dysarthria in women with amyotrophic lateral sclerosis. *J Speech Hear Res.* 1992;35(4):723-33.
- 15) Haynes RB. What kind of evidence is it that evidence-based medicine advocates want health care providers and consumers to pay attention to? *BMC Health Serve Res.* 2002;2:3.
- 16) Fonville S, van der Worp HB, Maat P, Aldenhoven M, Algra A, van Gijn J. Accuracy and inter-observer variation in the classification of dysarthria from speech recordings. *J Neurol.* 2008; 255(10):1545-8.
- 17) Caruso AJ, Burton EK. Temporal acoustic measures of dysarthria associated with amyotrophic lateral sclerosis. *J Speech Hear Res.* 1987;30:80-87.
- 18) Seddoh SA, Robin DA, Sim HS, Hageman C, Moon JB, Folkins JW. Speech timing in apraxia of speech versus conduction aphasia. *J Speech Hear Res.* 1996;39(3):590-603.
- 19) Turner GS, Tjaden K, Weismer G. The influence of speaking rate on vowel space and speech intelligibility for individuals with amyotrophic lateral sclerosis. *J Speech Hear Res.* 1995;38(5):1001-13.

- 20) Ziegler W, von Cramon D. Vowel distortion in traumatic dysarthria: a formant study. *Phonetica*, 1983;40(1):63-78.
- 21) Dromey, C., Ramig, L. O., Johnson, A. B. Phonatory and articulatory changes associated with increased vocal intensity in Parkinson's disease: A case study. *J Speech Hear Res.* 1995;38:751-64.
- 22) 김선우, 김향희, 박은숙, 최홍식. 노령화에 따른 건강한 정상 성인의 음향 음성학적 특성 비교. *말소리와 음성과학.* 2010;2(4):252-65
- 23) Awan SN. The aging female voice: acoustic and respiratory data. *Clin Linguist Phon.* 2006;20(2-3):171-180
- 24) Ramig LO, Gray S, Baker K, Corbin-Lewis K, Buder E, Luschei E, et al. The aging voice: a review, treatment data and familial and genetic perspectives. *Folia PhoniatrLogop.* 2001;53(5):252-65
- 25) 양병곤. 프라트를 이용한 음성분석의 이론과 실제. 부산: 만수출판사; 2003.
- 26) 양병곤. 한국어 이중모음의 음향학적 연구. *말소리.* 1993;25(1):3-26
- 27) 배남주. 청각장애 아동과 건청 아동의 이중모음 산출에 대한 음향학적 특징 비교. *한림대학교 사회복지대학원 석사학위논문;* 2003.
- 28) 신지영. 말소리의 이해. 서울: 한국문화사; 2000.
- 29) 신지영, 차재은. 우리말 소리의 체계. 서울: 한국문화사; 2003.
- 30) Weismer G, Kent RD, Hodge M, Martin R. The acoustic signature for intelligibility test words. *J Acoust Soc Am.* 1988;84(4):1281-91.
- 31) Pickett JM. The acoustics of speech communication: fundamentals, speech perception theory, and technology. (MA):Allyn and Bacon; 1999.
- 32) Weismer G, Martin R, Kent RD, Kent JF. Formant trajectory characteristics of males with amyotrophic lateral sclerosis. *J Acoust Soc Am.* 1992;91(2):1085- 98.
- 33) Rosen KM, Kent RD, Delaney AL, Duffy JR. Parametric quantitative acoustic analysis of conversation produced by speakers with dysarthria and healthy speakers. *J Speech Lang Hear Res.* 2006;49(2):395-411.

ABSTRACT

F2 slopes of Korean diphthongs: comparison among younger, middle-aged, and older adults

Choi, Min-Kyoung
The Graduate Program in
Speech and Language Pathology
Yonsei University

F2 slope is an acoustic measure that provides relatively straightforward information on vowel articulatory gestures of the speaker and vocalic nuclei that requires relatively large changes in vocal tract configuration, such as diphthongs, have been frequently used in prior literature to derive an index of articulatory velocity for vowel production. For example, reduced F2 slope indicates relative slowness in changing the vocal tract configuration, which can be caused by motor speech disorders or even by aging.

This study aimed to 1)investigate the distribution of F2 slopes in 3 normal healthy adult groups and to 2)identify the phonetic contexts that elicit dramatic changes in vocal tract configuration, therefore, are presumably sensitive to aging. Thirty participants(15 men and 15 women) with no neurological history, who speak the standard Korean language were asked to repeat 5 words(yaja, yegi, uija, wijang, waegari) 5 times. Each

gender was grouped as follows: young(25 to 44), middle-aged(45 to 64), advanced-aged(over 65). Acoustic analysis was performed to derive F2 slope by using a computer program(Praat).

Statistical analysis revealed that both gender groups showed significantly reduced F2 slopes with advancing age. For all words except 'yegi', F2 slopes were steep enough to be used as appropriate materials.

Further studies on the F2 slope should be followed, extending the scope of the phonetic contexts, and including the relationship of F2 slope and perceived speech intelligibility for individuals with motor speech disorders.

Key words : F2 slope, diphthong, speech intelligibility